

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

José Creus Novau

EL CLIMA  
DEL ALTO ARAGÓN  
OCCIDENTAL



I. S. B. N. 0210-99-48

Depósito legal: Z. 1.105 - 1983

*Impreso en España*

Imprenta Sdad. Coop. LIBRERIA GENERAL, Pedro Cerbuna, 23. Zaragoza - 1983



MONOGRAFIAS DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS PIRENAICOS  
JACA, 1983

NUM. 109

(Publicada con los Patrocinios  
de la Excm. Diputación Provincial de Huesca y la General de Aragón)

## 7. TIPOS DE TIEMPO EN OTOÑO

El período otoñal se caracteriza por una transición de los tipos de tiempo estivales a los invernales, a través de una reducción de los tipos anticiclónicos en favor de los días con tiempo perturbado.

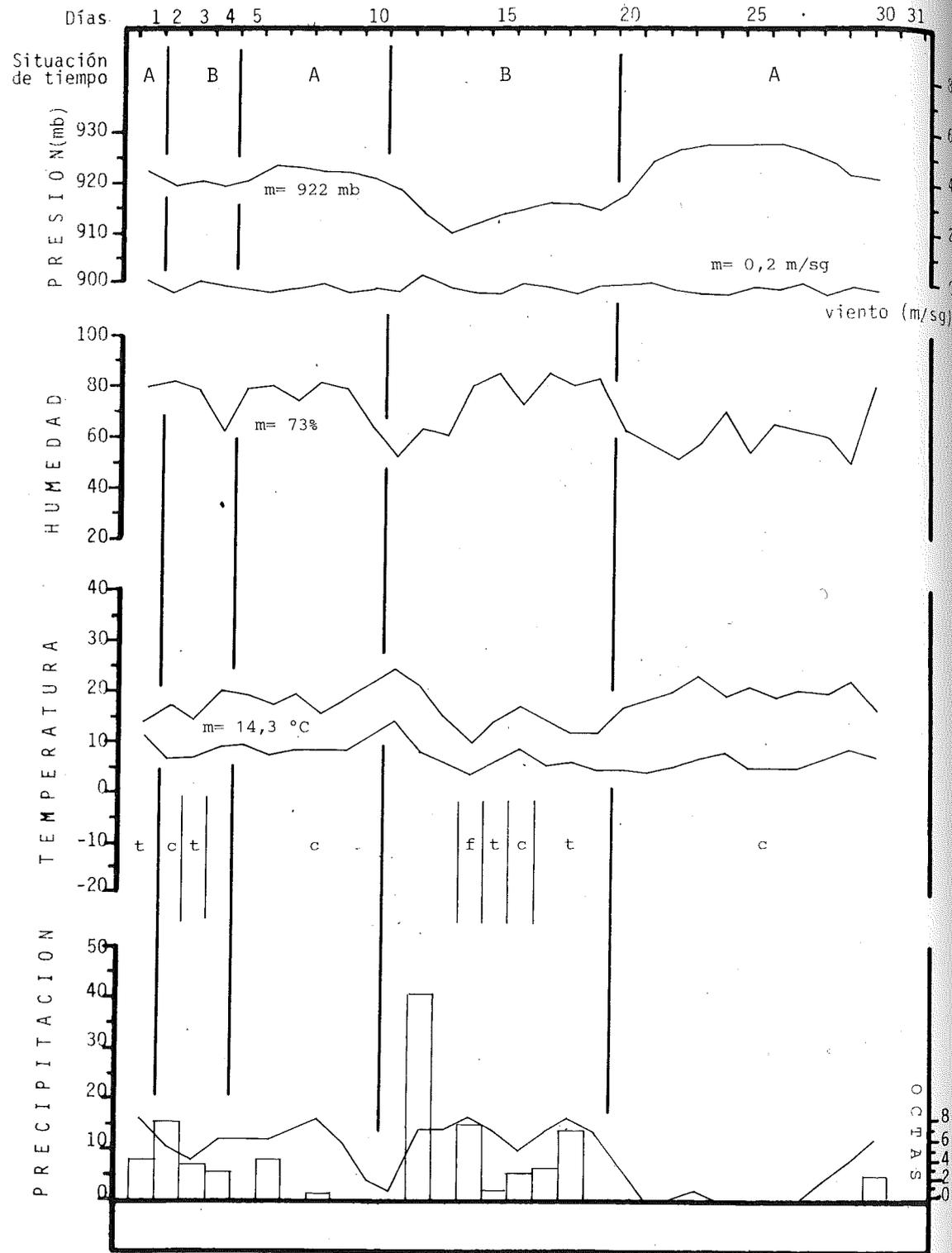
El anticiclón de Azores comienza a debilitarse y es empujado a posiciones más meridionales por las masas de aire subpolares. Las perturbaciones del frente polar alcanzan nuestras latitudes dando origen a flujos del oeste que aportan frecuentes precipitaciones. El incremento de los tiempos ciclónicos viene dado también por las depresiones generadas por embolsamientos fríos en altitud desprendidos de la circulación general. Estos mecanismos de gota fría, muy frecuentes en esta época, generan copiosas precipitaciones. Los tiempos anticiclónicos que alternan con ellos crean períodos más o menos estables, con cielos despejados, conocidos algunos de ellos por "veranillos".

Cuando las advecciones frías llegan a la cuenca Mediterránea provocan fuerte inestabilidad al caldearse el aire frío en contacto con masas de agua todavía cálidas. Las precipitaciones de este origen se caracterizan por su fuerte intensidad.

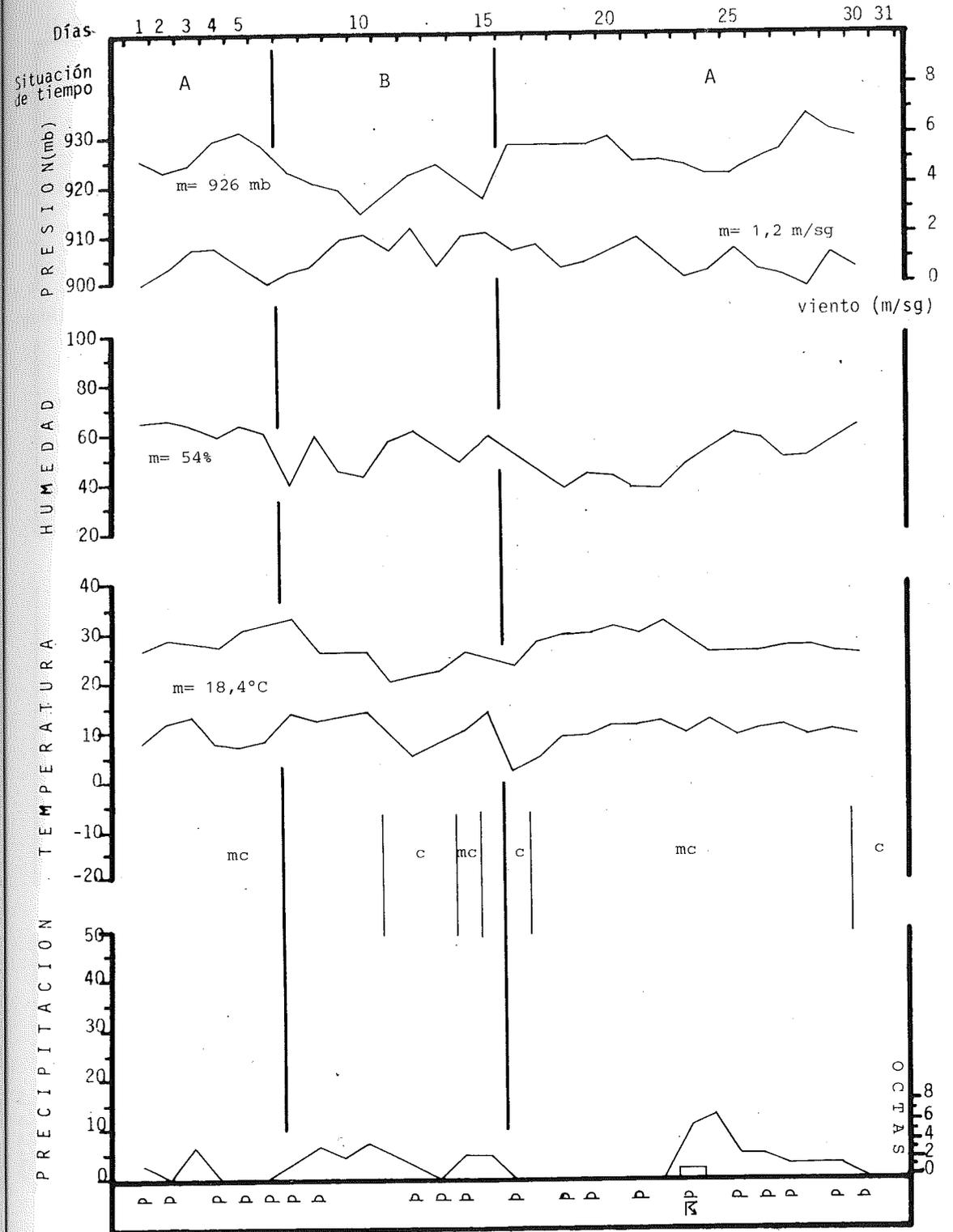
Como en otras estaciones, sigue siendo fundamental el empuje y balance de las altas presiones subtropicales que se interponen a la circulación zonal. Si el anticiclón de Azores avanza hacia el norte se comporta a modo de barrera que impide la penetración de los ciclones atlánticos; la consecuencia es unos días templados y tibios debido a la llegada de aire caldeado del océano. Otras veces es el anticiclón independiente —que se forma sobre la Península a causa del progresivo enfriamiento— el que crea dicha barrera, enlazando con la alta presión barométrica centroeuropea. Las pulsaciones que experimentan estas altas presiones son responsables de la irregularidad de las precipitaciones otoñales. Su mayor o menor presencia condiciona que esta época sea más o menos húmeda. De ahí que a pesar de ser una época lluviosa nuestro territorio conozca otoños bastante secos. Hacia el final de la estación la circulación tiende a ser más meridiana, determinando tiempos más fríos que dan lugar a precipitaciones nivosas en las zonas montañosas.

Un 67 % de tipos anticiclónicos contra un 33 % de ciclónicos muestran el aumento de estos últimos con respecto a los tiempos veraniegos, pero sin llegar a alcanzar el máximo anual que corresponde a la estación primaveral.

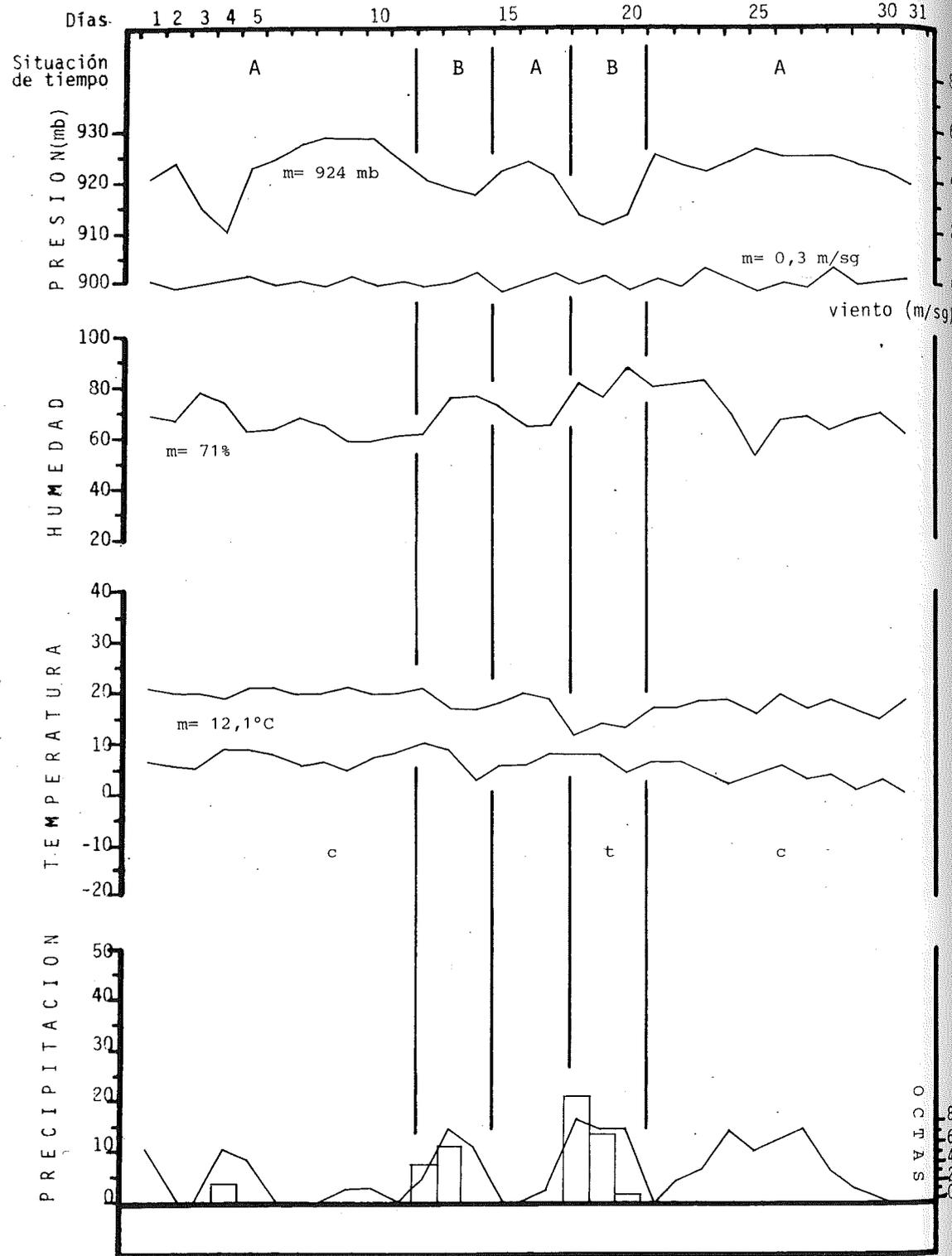
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, SEPTIEMBRE 1969



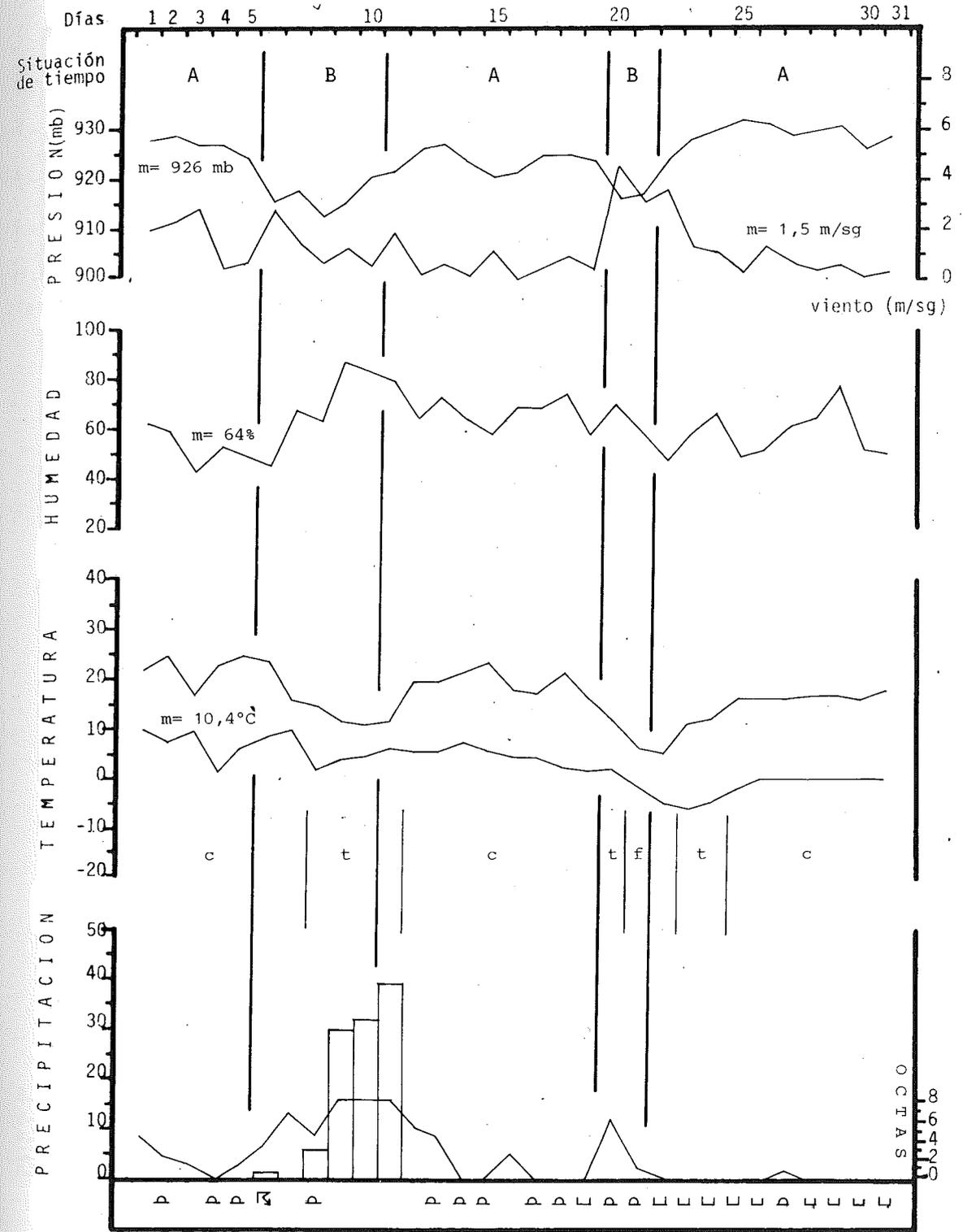
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, SEPTIEMBRE 1970



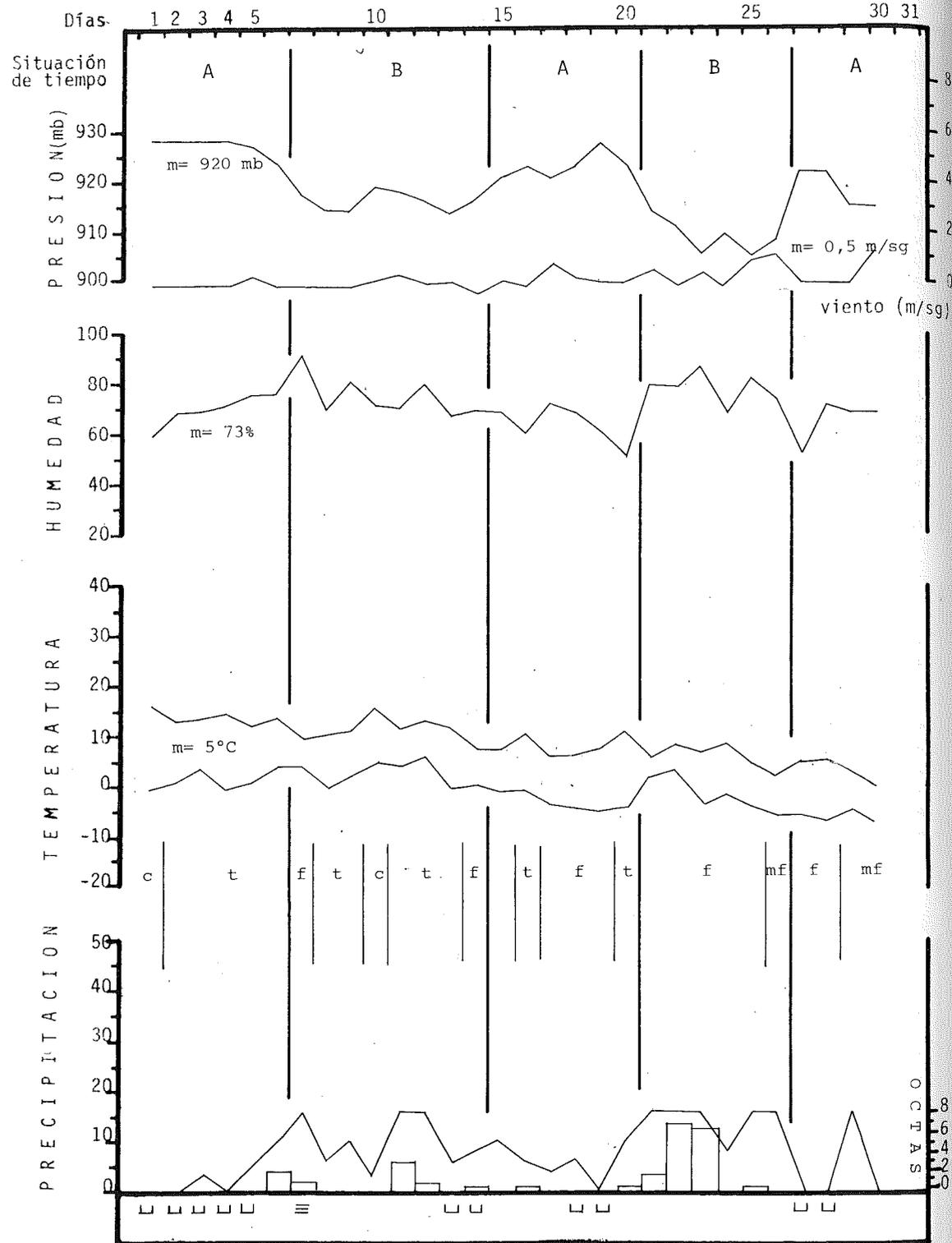
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, OCTUBRE DE 1969



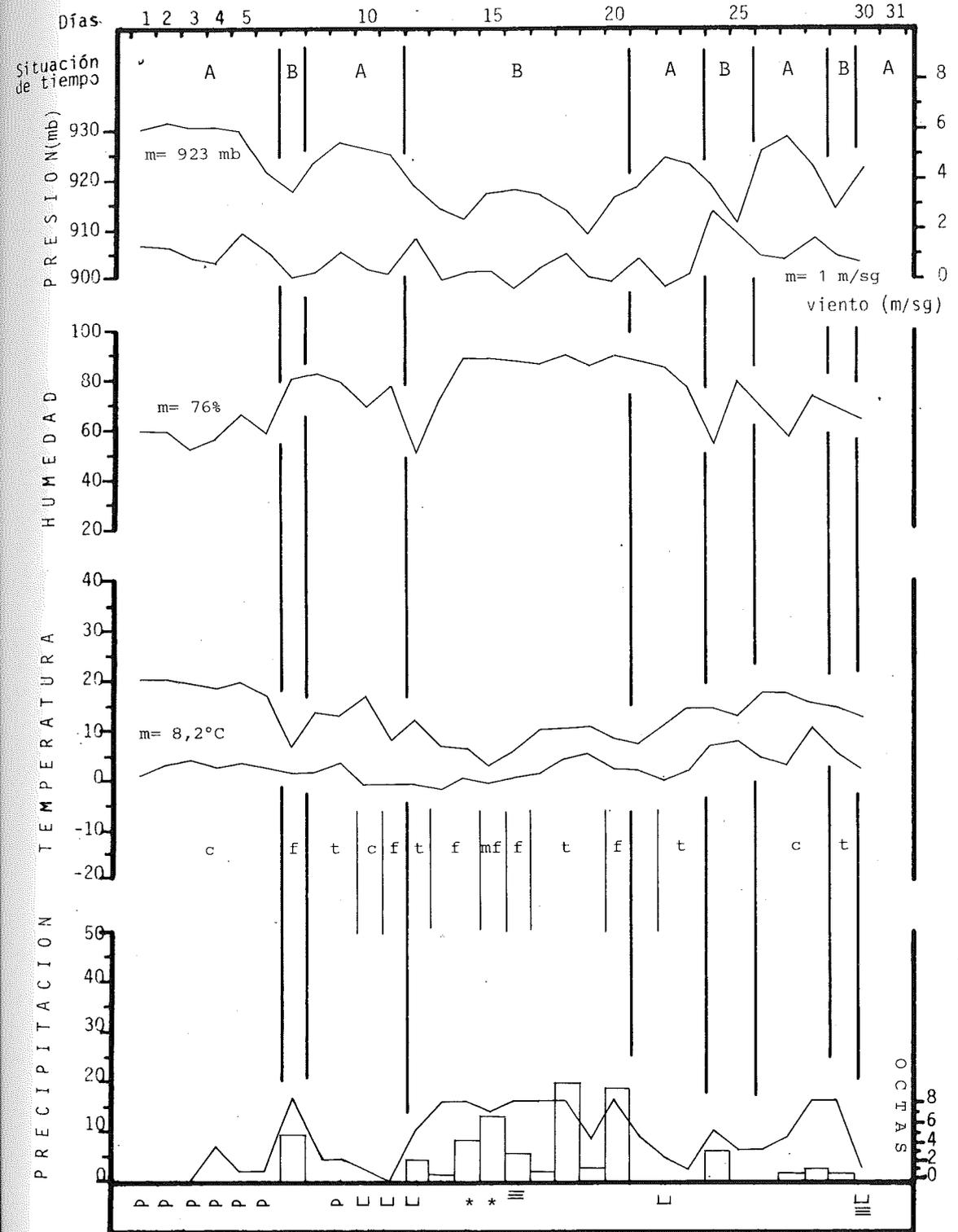
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, OCTUBRE DE 1970



DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, NOVIEMBRE 1969



DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, NOVIEMBRE 1970



Los tipos anticiclónicos siguen siendo en su mayoría cálidos cuando derivan de altas presiones oceánicas, y más fríos si su origen está en las altas europeas (como extensión de las Azores) cuyas masas de aire tienen un largo recorrido por el continente con tendencia a enfriarse. Estos flujos continentales del nordeste caracterizan períodos fríos sin precipitación.

A) *Anticiclónicos*. — También el otoño se muestra bastante influido por períodos anticlonales, generalmente cálidos, muchas veces como una supervivencia de las situaciones estivales. Los matices surgen de la distinta procedencia de los flujos.

Cuando se trata de anticiclones oceánicos suelen ser cálidos como consecuencia del aire subtropical que empujan, a la vez que menos duraderos. Suponen días nublados (si nos alcanza el flanco nordoriental del anticiclón) con vientos moderados y temperaturas uniformemente suaves. Nubosidad que surge de la llegada del aire oceánico al continente que está en vías de enfriamiento. Si estas altas presiones se centra sobre la Península el efecto de subsidencia da lugar a días soleados que dan la impresión de un prolongamiento del verano.

Cuando el origen de los tiempos anticiclónicos otoñales está en las altas presiones continentales el tiempo resultante suele ser algo más frío. La nubosidad es casi nula, pero si esta masa de aire proviene de una degeneración de un anticiclón marítimo suele determinar tenaces nieblas; especialmente en los puntos topográficamente bajos. Este tipo anticiclónico continental de otoño es menos cálido que en verano y menos frío que en invierno. Las máximas suelen ser más moderadas y las oscilaciones menores. Cerca del 50 % de los tiempos anticiclónicos corresponden a tipos cálidos sin precipitación debido al bloqueo del anticiclón oceánico y a situaciones continentales del nordeste al final de la estación.

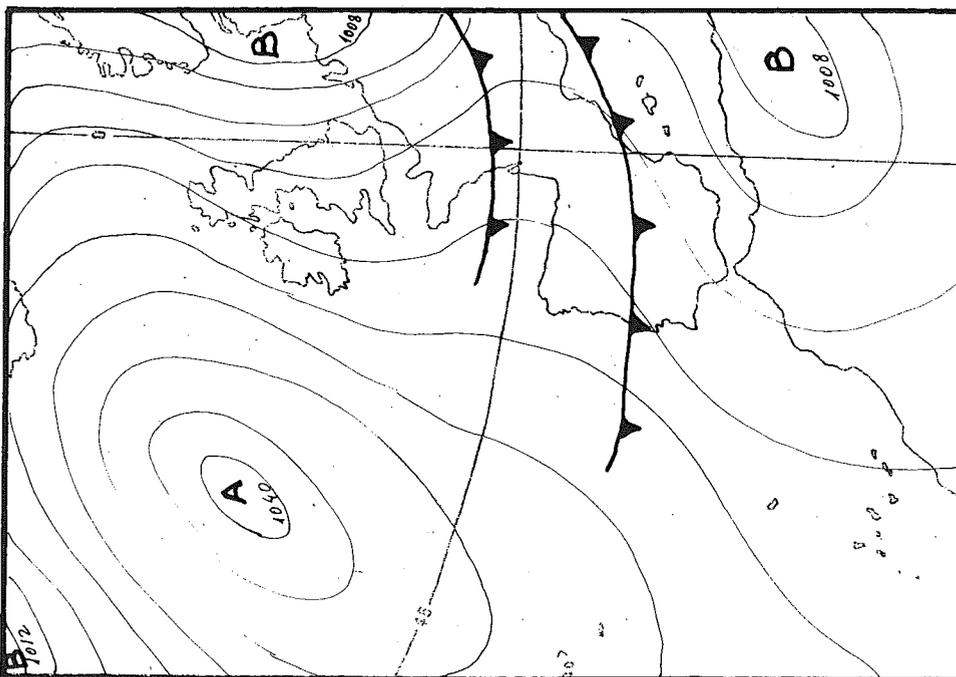
a) *Tipos de tiempo anticiclónicos muy fríos sin precipitaciones*: Estos tipos de tiempo, aunque poco frecuentes en la época otoñal, tienen la particularidad de ser bastante duraderos. El día 29 de noviembre de 1969 corresponde al estadio medio de una situación iniciada ya dos días antes. Las altas presiones van acercándose a Europa occidental a la vez que empujan a pequeñas áreas inestables de escasa importancia hacia Centroeuropa. Se establece una circulación en omega que el día 29 alcanza su plenitud por tener ya su eje sobre la costa occidental europea.

El flujo de aire circula atraído por la baja mediterránea y a su vez empujado por la alta nordatlántica y canalizado por la baja noreuropea. Unas y otras guían el aire polar hacia nuestras latitudes que, a modo de frentes fríos, barren nuestra península de norte a sur.

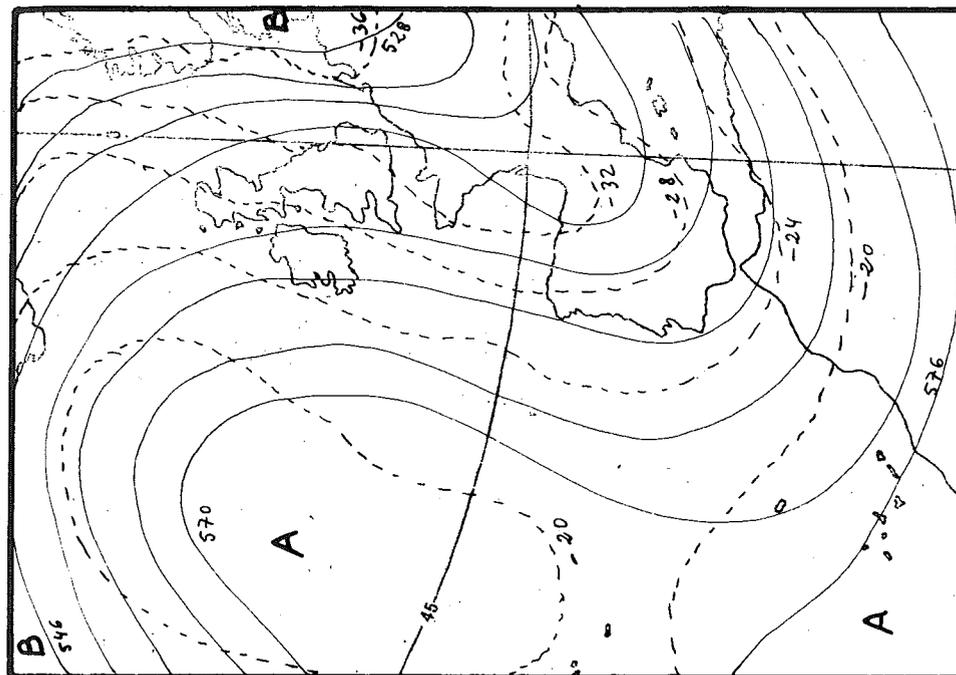
El descenso de las temperaturas es evidente, llegando a dar las mínimas estacionales. El aire frío invade toda nuestra comarca y, a excepción de las máximas que quedan por debajo de 0° en las cumbres pirenaicas (Candanchú-Formigal), todo el Alto Aragón queda homogeneizado por máximas de tan sólo 4°-5° C y mínimas por debajo de -3; siendo de -6 y -7 en las zonas elevadas y en las depresiones que facilitan su retención.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	-2	-6	
Formigal . . . . .	-6	-7	
Salvatierra . . . . .	4	-4	
Jaca . . . . .	3,9	-4	
Ena . . . . .	4	-3	
Caldearenas . . . . .	5	-7	
Luesia . . . . .	4	-4	
Aineto . . . . .	4	-5	

SITUACIÓN DÍA 29-11-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

El paso de estos frentes suponen un descenso de presión y un ligero aumento de la nubosidad pero sin provocar ninguna precipitación. Una vez más se pone de manifiesto el efecto-barrera a los flujos meridianos: la cornisa cantábrica y vertiente septentrional pirenaica registró precipitación pero la ladera meridional pirenaica quedó totalmente protegida de tales efectos. Aparte de los descensos de temperaturas, la caracterización de estos tipos de viento viene dado por fuertes escarchas matinales derivadas de humedades relativas superiores al 70 %.

Su frecuencia estacional es mínima debido a que implica una alta presión muy reforzada en las costas europeas, y a finales de otoño sólo esporádicamente se encuentra en tales latitudes. Cuando el mapa presenta una distribución isobárica de este tipo, el empuje del aire polar es muy efectivo. En total, sólo suponen el 0,5 % de los tipos de tiempo otoñales y el 1,4 % si sólo consideramos los caracterizados por altas presiones.

b) *Tipos de tiempo anticiclónicos fríos sin precipitaciones:* En los días anteriores al 18 de noviembre de 1969 una vaguada va desplazándose hacia el este a la vez que los vientos del flanco oriental de las altas presiones van adquiriendo más componente norte. El día 18 la rama irrumpe en la península Ibérica por su borde occidental hasta desplazar la circulación zonal por encima del paralelo 50º norte.

El flujo, aunque oceánico, tiene una dirección submeridiana y la invasión fría rebota en las altas presiones hacia el norte de Europa. El claro dominio de altas presiones que caracterizó el día 18 dio lugar a una estabilidad atmosférica bajo el dominio de la dorsal anticiclónica atlántica. Supuso una situación meteorológica no perturbada con vientos muy débiles, y fuerte irradiación nocturna. Esta situación tiene dos consecuencias prácticas importantes: es la causa principal de las nieblas de llanura-valle y de las heladas blancas (escarchas), a la vez que comporta una inversión de las temperaturas en el fondo de las depresiones y cubetas, época que alcanza un máximo anual (PUIGDEFABREGAS, 1970). La escasa nubosidad nocturna permite el enfriamiento del aire por irradiación, el cual desciende a lo largo de las líneas de mayor pendiente para acumularse en los fondos. La intensidad de heladas y la repartición de las nieblas están directamente relacionadas por la configuración topográfica.

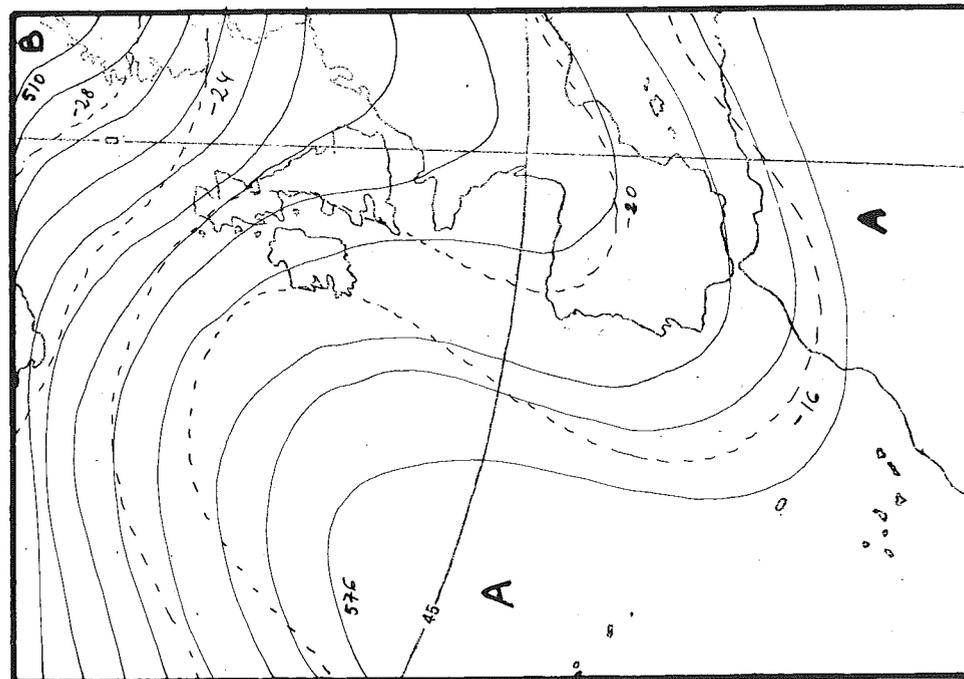
La importancia de estos fenómenos varía evidentemente según la estación, pero el mecanismo es muy constante bajo el denominador común de un gradiente barométrico muy pequeño, posterior a un enfriamiento general de la zona afectada.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	1	-5	
Formigal . . . . .	2	-6	
Salvatierra . . . . .	8	-1	
Jaca . . . . .	7,5	-3	
Ena . . . . .	10	-2	
Caldearenas . . . . .	7	-3	
Luesia . . . . .	5	-1	
Aineto . . . . .	7	-1	

Quedan patentes los efectos de inversión en el caso de la Depresión prepirenaica (Ena-Caldearenas) y en las estaciones no situadas directamente en el fondo de los valles con mínimas algo más altas (Aineto-Salvatierra).

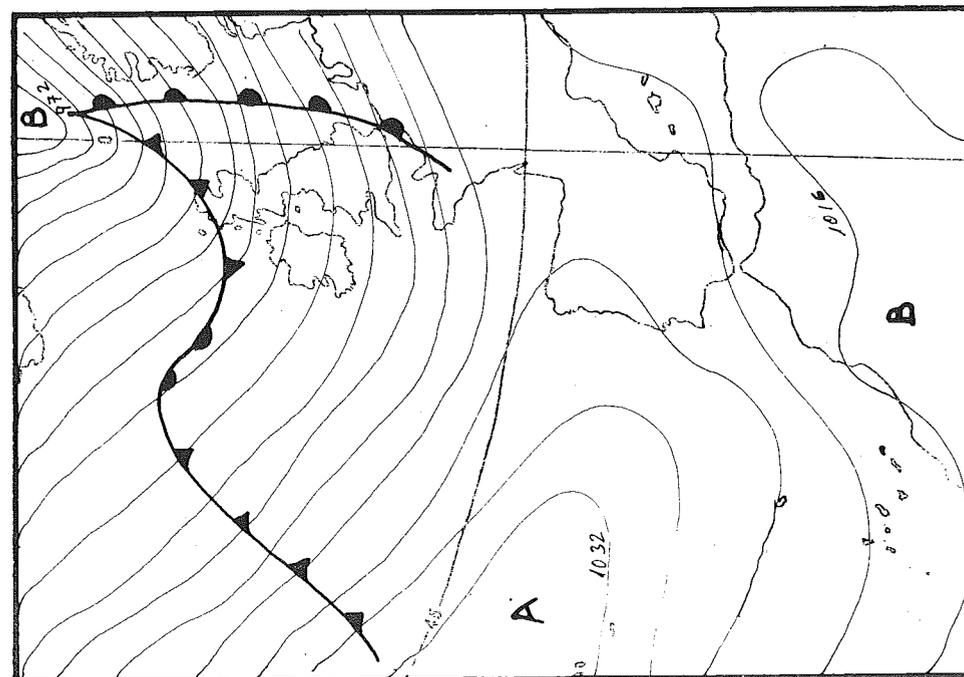
Estos tipos de tiempo difieren de los muy fríos, aparte de su mecanismo, por la entrada de las altas presiones que crean días más soleados y, por tanto, de máximas algo más elevadas. Suponen el 47 % de la variedad climática equinoccial y el 7 % de los tipos anticiclónicos.

Aunque puede presentar variaciones y matices del norte, nordeste y noroeste, es el anticiclón oceánico con dorsal sobre la Península o Europa occidental el má-



SITUACIÓN DÍA 18-11-1969

MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

ximo responsable de estos tipos de tiempo. Las distribuciones isobáricas que comportan flujos del noroeste ocupan el 33 % de los tipos de tiempo anticiclónicos muy fríos y sin precipitaciones.

c) *Tipos de tiempo anticiclónicos templados y con precipitaciones*: El proceso que dio origen a la situación del día 6 de noviembre de 1969 deriva de días anteriores en que la circulación zonal estaba situada por encima del paralelo 45° norte en todo el Atlántico y Europa occidental.

En superficie, los sistemas frontales bordean un anticiclón cuyo extremo occidental coincide sobre Azores y que, abarcando la península, se extiende sobre todo el Mediterráneo. Durante estos días la circulación fue descendiendo de altitud hasta alcanzar la península Ibérica, a la vez que se formaban depresiones al norte de Azores y en el noroeste peninsular.

Bajo estas condiciones se creó un flujo de aire subtropical, más cálido que la masa estancada sobre la península ya enfriada, el cual a modo de frente cálido la recorrió de suroeste a noreste. Ello dio origen a inestabilidad, principalmente en los sistemas montañosos al tener que salvar los obstáculos que la topografía imponía.

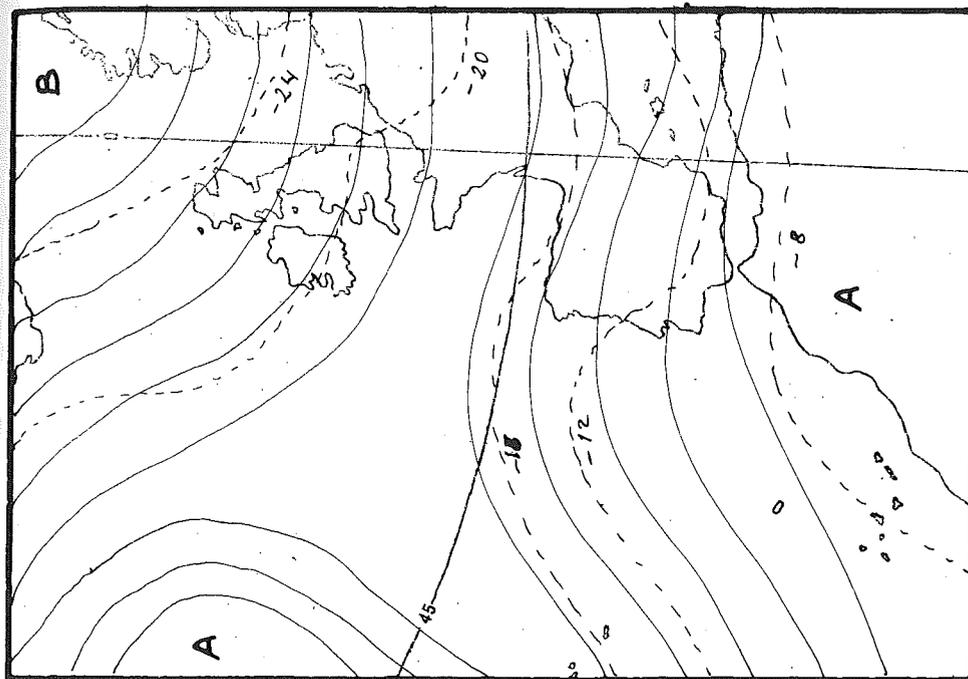
Estos flujos del suroeste caracterizan días templados que dan lugar a períodos apacibles cuando avanzado el otoño se dejan sentir ya los efectos invernales. Se notan similares efectos que con tipos del oeste en la época primaveral, pero con caídas de agua más considerables debido a que el aire del suroeste está recalentado y muy cargado de humedad a través de un largo recorrido por el océano.

	M	m	P
Candanchú.....	8	2	11
Formigal.....	11	4	6
Salvatierra.....	17	8	15
Jaca.....	14	5	4
Ena.....	13	3	3
Caldearenas.....	14	2	4,5
Luesia.....	15	5	4
Aineto.....	—	—	7,5

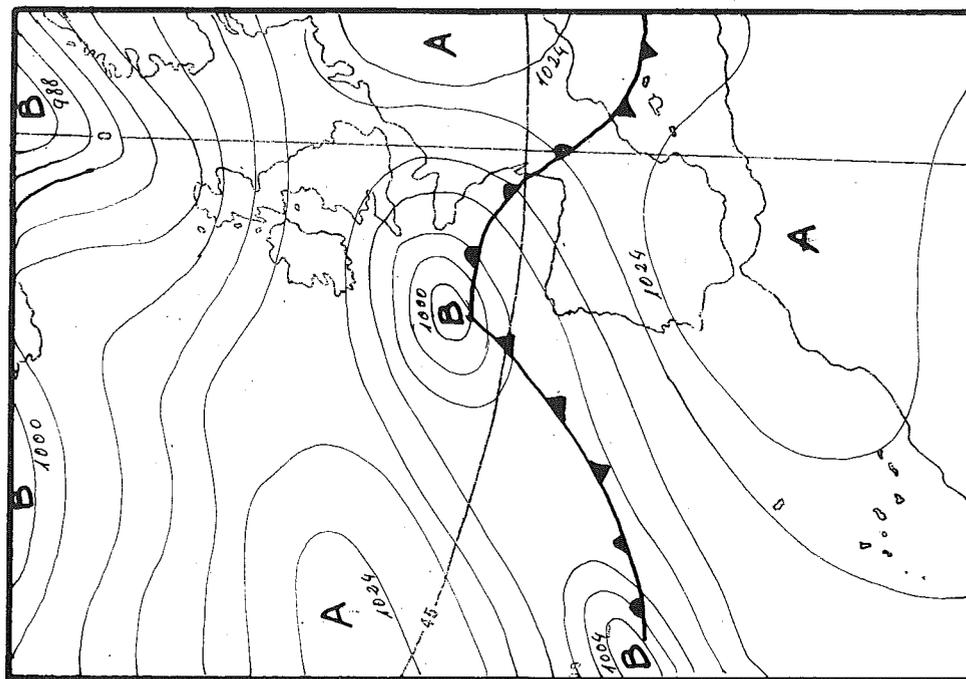
Térmicamente, dan días con temperaturas máximas relativamente elevadas y homogéneas (entre 13° y 17° C y algo menores en las partes más altas —Candanchú-Formigal—). A su vez dan lugar a una moderada oscilación y a un escaso descenso de la temperatura. El resultado es una total ausencia de heladas. En conjunto caracterizan los apacibles días que en noviembre dan la sensación de días veraniegos, en contraste con el matiz generalmente frío del mes.

Los puntos más irrigados corresponden a las zonas más elevadas, aunque estén en el extremo suroriental de nuestra zona. Tal es el caso de Aineto. En líneas generales se deja ver una disminución progresiva del total precipitado a medida que nos desplazamos hacia el este. Por esta razón los máximos se dan en los puntos más occidentales y a la vez más montañosos (caso de Salvatierra, Candanchú). No olvidemos que son frentes que suelen moverse del suroeste al noreste, razón por la cual comprendemos que Formigal a similar altitud que Candanchú, pero más al este, redujo casi a la mitad su precipitación.

En total, suponen el 4,4 % de los tiempos de otoño, centrados en un 90 % en el mes de noviembre. Suponen cerca del 7 % si los consideramos en relación con los totales anticiclónicos otoñales. En tipos como el descrito, la pantalla pirenaica es eficaz hasta el punto que en la vertiente septentrional da lugar a un día templado y sin precipitaciones.



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 6-11-1969

d) *Tipos de tiempo anticiclónicos templados sin precipitaciones:* El día 23 de noviembre de 1970 podemos considerarlo como ejemplo de la influencia de las altas presiones mediterráneas reforzadas por el aire sahariano en altitud. En días anteriores estaban reducidas al Atlántico sur con fuerte dorsal sobre el norte de Africa, permitiendo que la circulación zonal descendiera por debajo del paralelo 40° norte. Poco a poco van ganando en amplitud hasta abarcar por completo la Península Ibérica debido a que la dorsal norteafricana va desplegándose hacia el este. Dos núcleos de alta presión bloquean la circulación zonal desviándola hacia el noroeste europeo con precipitaciones en la fachada atlántica del continente y quizás en el noroeste peninsular.

Bajo estas condiciones la alta térmica mediterránea empuja aire templado del sur sobre nuestra zona a la que sumerge en una gran uniformidad térmica. Bajo estas condiciones se forman abundantes nieblas matinales en los puntos más bajos, de efímera duración diurna; favorecidas además por el débil gradiente barométrico existente sobre el territorio peninsular.

El Alto Aragón distingue claramente un flujo de este tipo a través de las máximas que se dan. El extremo oriental de nuestra comarca goza de máximas más elevadas indistintamente de los puntos más septentrionales (Formigal) o más meridionales (Aineto).

Por el contrario, las máximas más bajas se registran en el extremo occidental (Luesia, Salvatierra y Candanchú) o en los puntos protegidos por barreras montañosas perpendiculares al flujo (Ena y Caldearenas).

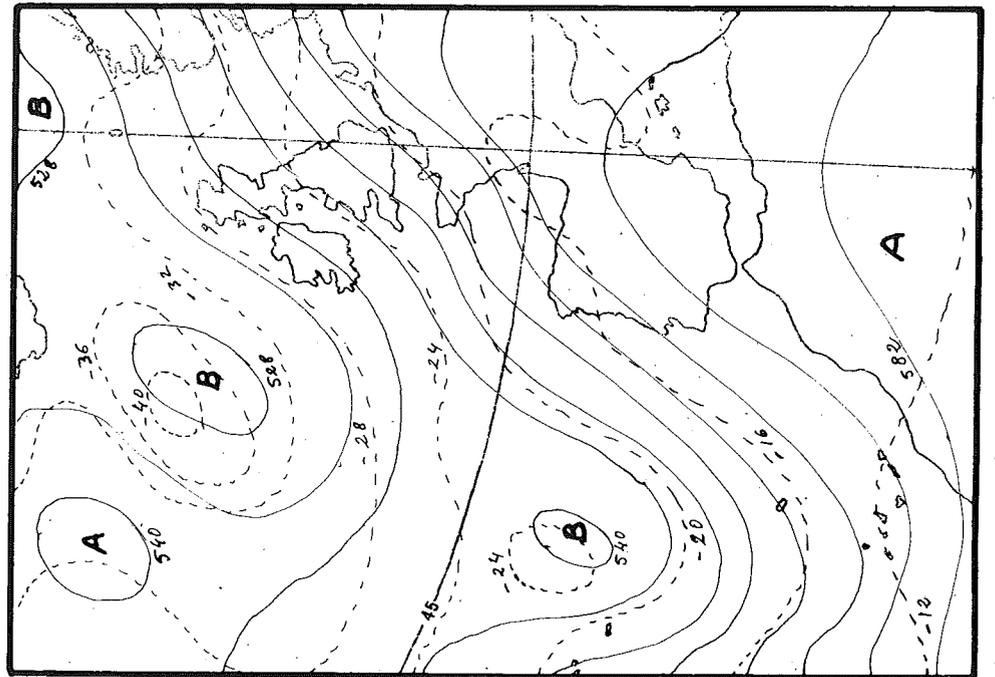
	M	m	P
Candanchú.....	11,4	-2,5	
Formigal.....	15	6	
Salvatierra.....	12	4	
Jaca.....	15,4	1,7	
Ena.....	12	0	
Caldearenas.....	12	-1	
Luesia.....	10	4	
Aineto.....	19	-2	

Por su parte, las mínimas nocturnas guardan también fuerte relación entre los puntos más orientales (más altas) o los más occidentales (más frescas); a la vez que se distinguen las zonas afectadas por inversiones de acumulación de aire frío (Ena-Caldearenas y Aineto).

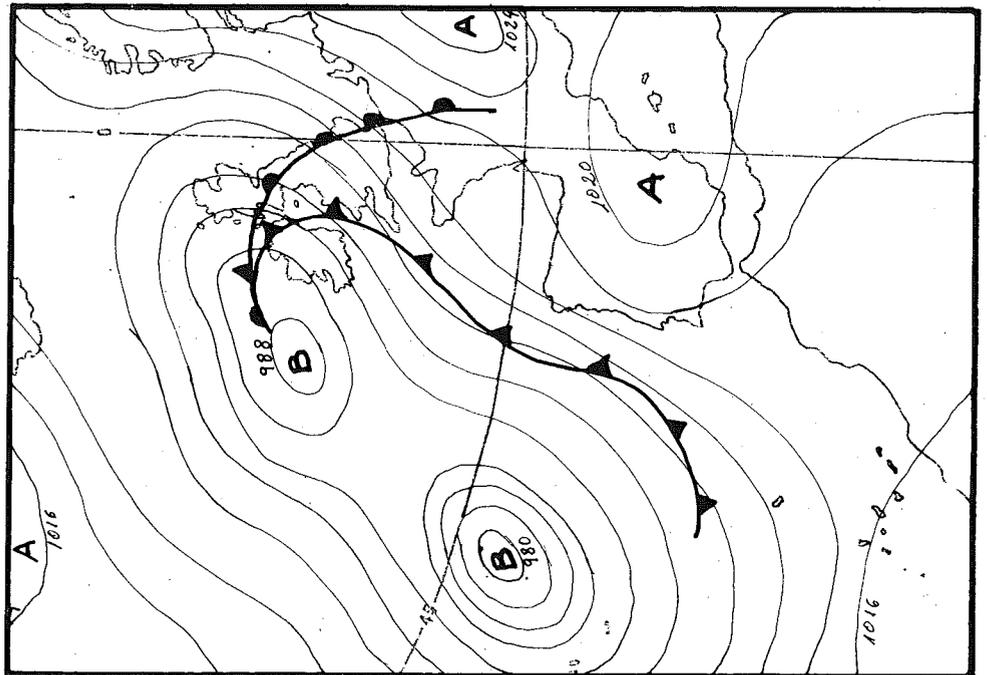
Aunque estos flujos no son muy frecuentes, ponen de relieve la influencia de las altas mediterráneas, suavizando las temperaturas otoñales y más cuando suceden a un periodo con circulación submeridiana del noroeste. La duración de estas altas presiones está en función de la poca estabilidad de la cuenca mediterránea durante el otoño. No suelen superar las 48 horas de duración. Los tipos anticiclónicos templados sin precipitación, suponen el 12,8 % de los tiempos perturbados otoñales.

e) *Tipos de tiempo anticiclónicos cálidos con precipitaciones:* La evolución descrita para el tipo de tiempo anterior puede evolucionar a un desplazamiento oriental de altas presiones mediterráneo saharianas y, así, facilitar un acercamiento a las depresiones suratlánticas originadas por embolsamiento de aire frío en altitud. La inestabilidad que generan facilita la llegada de aire subtropical a modo de flujo del suroeste.

El día 28 de noviembre de 1970 es un estadio medio de una situación sinóptica propicia para la formación de un foehn transpirenaico de sur a norte, violento y corto, caracterizado por una total disimetría entre las vertientes meridional y septentrional pirenaicas. En ésta la ausencia de precipitaciones es total, con notable



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 23-9-1970

incremento de las temperaturas. En octubre-noviembre es la época en que tales situaciones son más frecuentes (VIERS, 1973, p. 444).

En días posteriores la depresión suele desplazarse por el noroeste de Galicia hacia el Canal de la Mancha a través del frente Atlántico-Mediterráneo y del de Aquitania. Esta es la causa de que la situación de foëhn desaparezca para convertirse posteriormente en día lluvioso en la vertiente septentrional pirenaica debido a que la circulación pasa a ser más zonal a medida que la depresión se desplaza en esta dirección.

Su duración está en función de la permanencia de un sólido anticiclón cubriendo Europa suroccidental y su frecuencia (28 casos durante 1969-1970) en el Alto Aragón coincide aproximadamente con la observada por PEDELABORDE (1959, p. 32) para la cadena fronteriza en general (38 casos en los años 51, 52 y 53).

	M	m	P
Candanchú.....	9,6	7	20
Formigal.....	8	6	22,2
Salvatierra.....	12	6	10
Jaca.....	16	11	2,1
Ena.....	16	11	2,1
Caldearenas.....	17	9	1,8
Luesia.....	16	10	6
Aineto.....	17	8	3,2

Mientras en todo el valle del Ebro se registran escasas precipitaciones, en general inapreciables, las estribaciones pirenaicas (Alto Aragón) quedaron irrigadas en toda su extensión. Por supuesto, los puntos más occidentales, y por tanto más cercanos a la baja presión móvil, fueron los que registraron mayor cantidad (Luesia, Salvatierra). Por tratarse de un aire cálido cargado de humedad las zonas montañosas fueron las más lluviosas debido al ascenso orográfico que tenía que superar, facilitando una mayor y eficaz condensación. Por el contrario, los puntos menos afectados correspondieron a las depresiones y puntos de menos altitud (Depresión Media y Prepirenaica).

Las máximas fueron muy homogéneas, sin ser agobiantes, mientras que las mínimas se caracterizaron por ser muy altas dando origen a una débil oscilación.

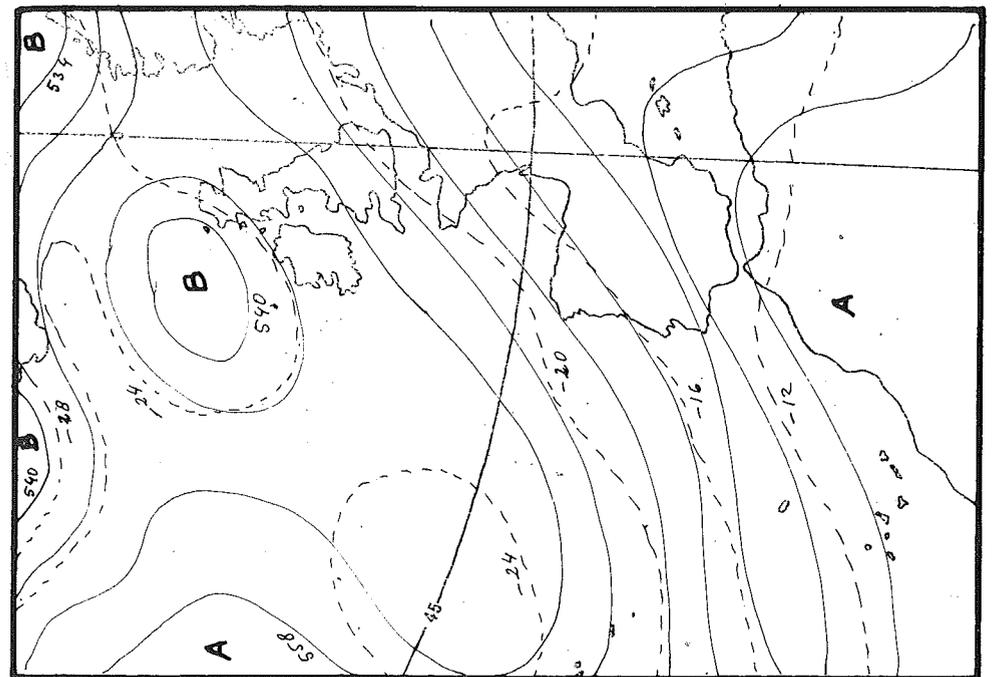
Respecto al total del otoño, los tipos de tiempo anticiclónicos cálidos con precipitaciones suponen el 5,3 %, y aunque pueden ser debidos también a variantes del oeste, este y surdeste, la mayoría de los casos (44 %) corresponden a flujos del oeste y el 30 % al suroeste.

f) *Tipos de tiempo anticiclónicos cálidos y sin precipitaciones:* Los tipos de tiempo anticiclónicos cálidos sin precipitaciones representan, en el Alto Aragón, el mayor porcentaje de los días otoñales. La mayoría de ellos se dan en los meses de septiembre-octubre.

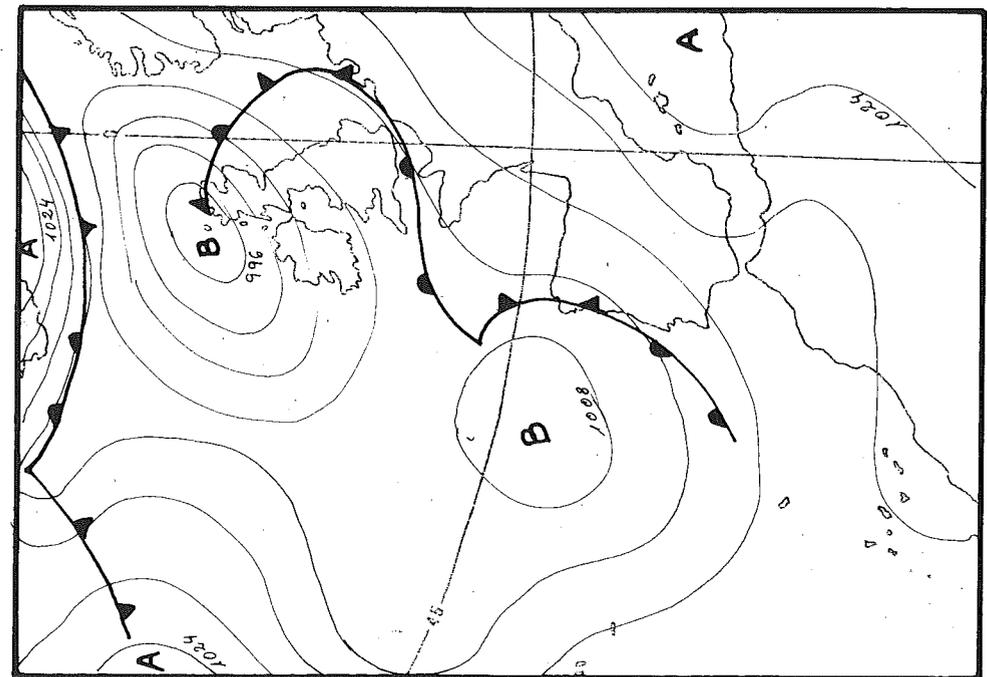
Durante estos meses, las altas presiones subtropicales derivadas de las masas oceánicas más cálidas todavía mantienen un vigor suficiente como para bloquear la circulación y desplazar las perturbaciones a latitudes más septentrionales que la peninsular. Bloqueo que se hace tanto más efectivo si las altas presiones se extienden sobre la Península Ibérica en un proceso de basculamiento hacia Europa occidental.

La situación del día 2 de octubre de 1969 puede describirse por el análisis de los mapas de superficie y altura. En superficie, la Península queda en el borde sur de un anticiclón que, centrado al norte de ella, afecta a Europa occidental. En altura, reforzando la situación anticiclónica, la circulación discurre por encima de los 50° norte, pero al sur del área de altas está centrada una depresión de carác-

SITUACIÓN DÍA 28-11-1970

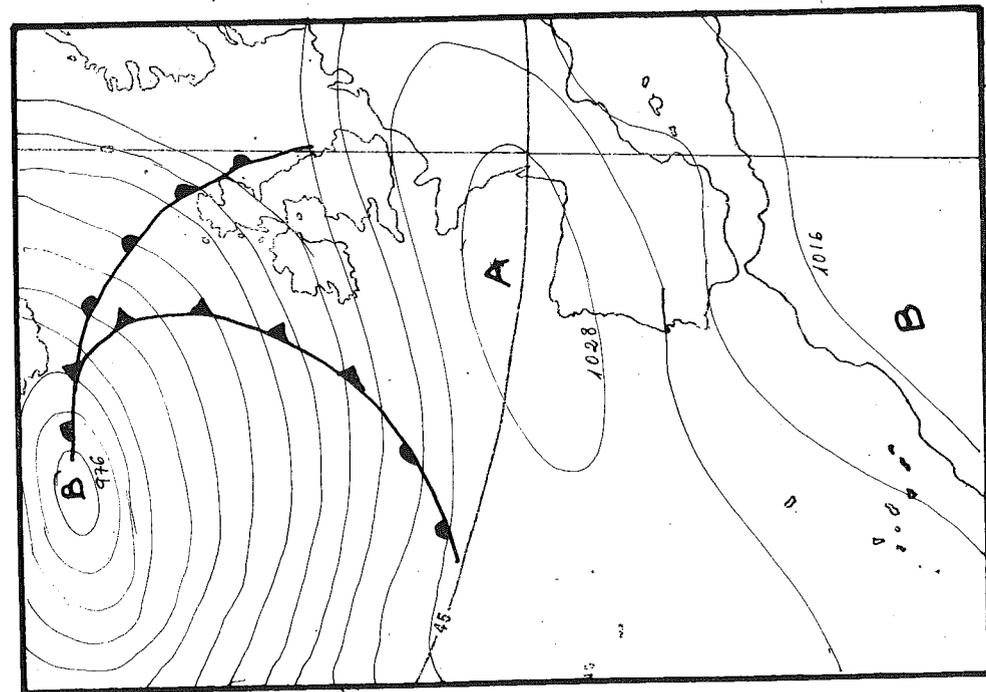


MAPA DE 500 MB - 12 H.

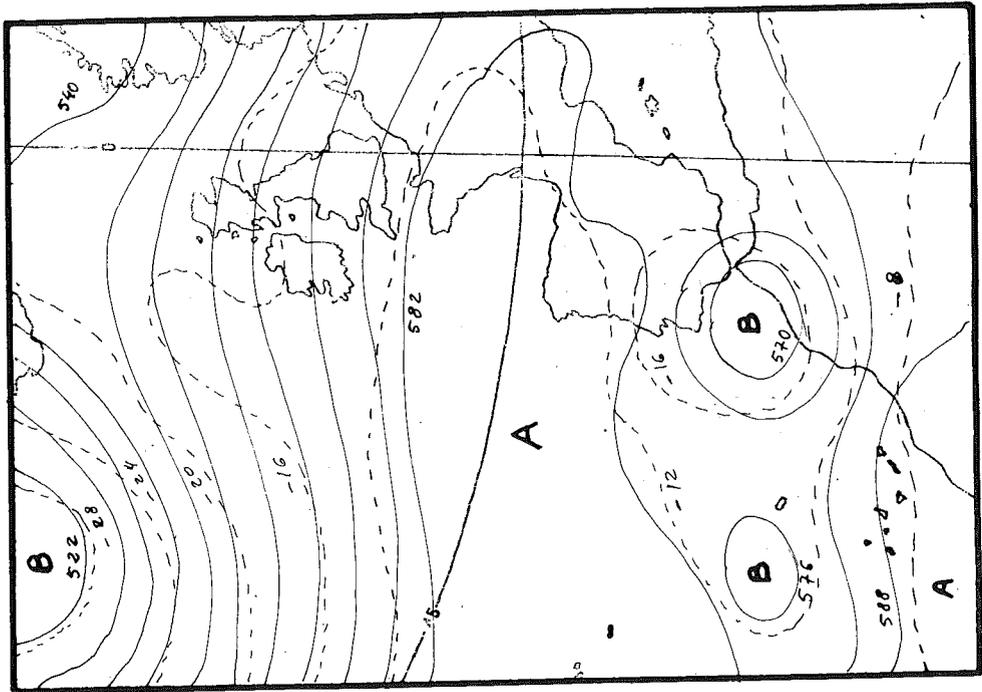


MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 2-10-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

ter frío que provoca inestabilidad al sur del paralelo 40° norte. En días sucesivos el anticiclón va basculando hasta centrarse plenamente sobre Europa occidental primero, y Europa meridional después, describiendo una especie de semicírculo. En unos y otros días el bloqueo de la circulación zonal es indudable, creando un efecto de contención sobre las bajas atlánticas.

Lo normal es una ausencia total de lluvias, y más en la vertiente meridional pirenaica, pues estas masas subtropicales han realizado un largo recorrido sobre el continente perdiendo casi totalmente su humedad, llegando a nuestra zona desde el nordeste después de atravesar la cordillera pirenaica. Las temperaturas se muestran elevadas, pues al ser masas relativamente secas se calientan adiabáticamente cuando descienden de las cumbres pirenaicas. Por esta razón toda la zona se homogeneiza térmicamente muy cerca de los 20 grados.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	12	7	
Formigal . . . . .	14	6	
Salvatierra . . . . .	20	12	
Jaca . . . . .	19	5	
Ena . . . . .	21	11	
Caldearenas . . . . .	22	7	
Luesia . . . . .	20	14	
Aineto . . . . .	21	12	

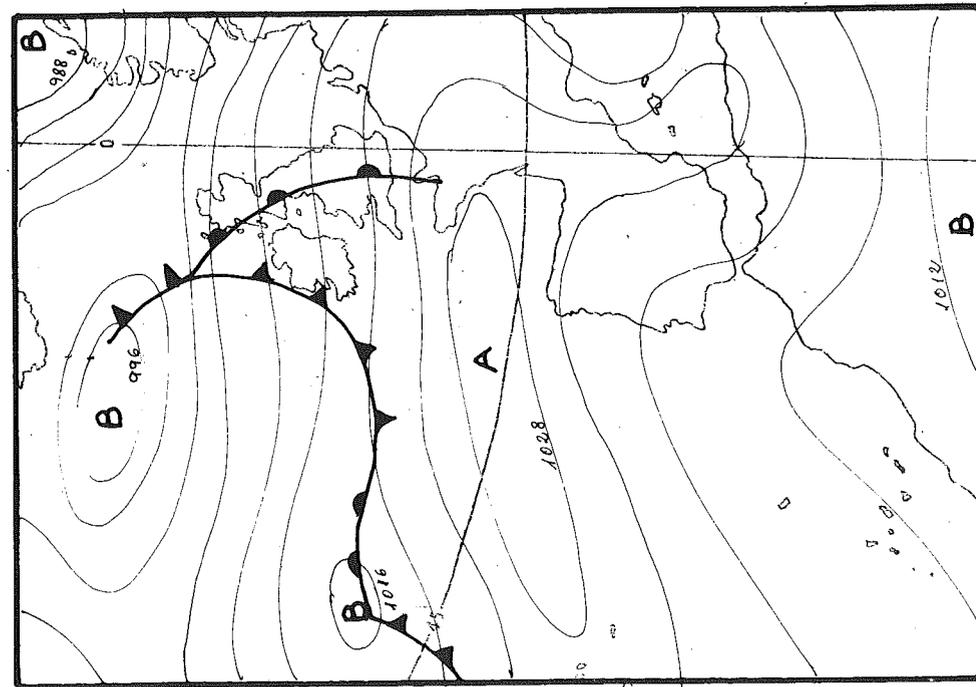
Por supuesto, los puntos que gozan de mayor temperatura son los más alejados meridionalmente, debido al mayor descenso altitudinal de la masa de aire para alcanzarlos. Proceso que se repite en las mínimas. Con flujos de este tipo, el Alto Aragón goza de días "buenos" característicos del comienzo otoñal.

En total representan el 31 % de los tiempos de otoño (que suponen el máximo estacional) y casi el 50 % de los que se caracterizan por presiones elevadas.

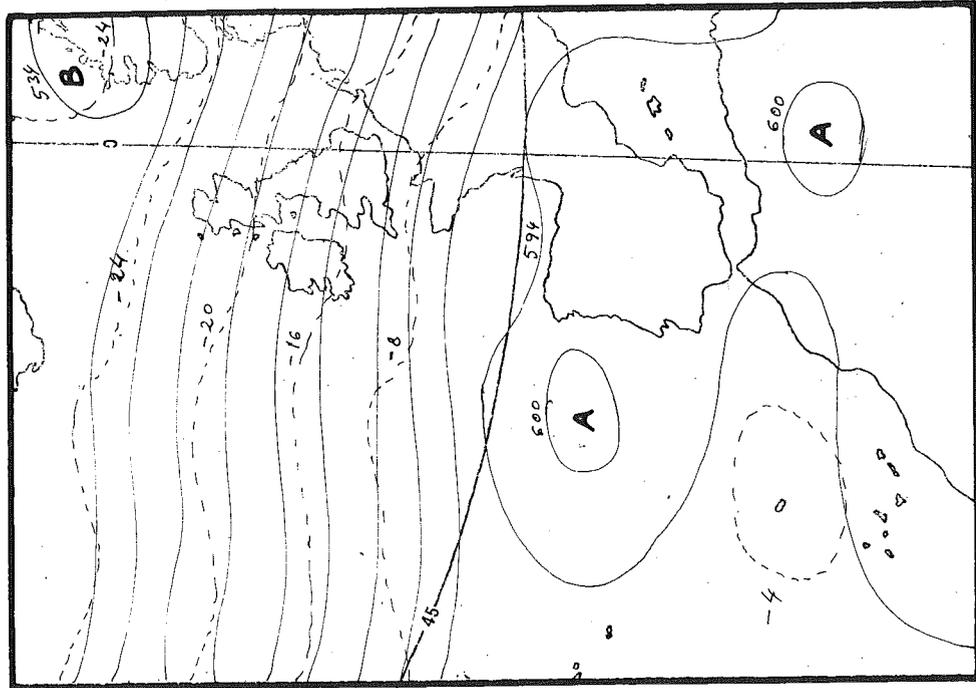
g) *Tipos de tiempo muy cálidos sin precipitaciones:* Si las altas presiones subtropicales extendidas a modo de dorsal sobre nuestra península (como en el tipo de tiempo anterior) se sitúan ligeramente más al norte, el efecto de subsidencia ya no afecta tan plenamente y la circulación alisia alcanza la parte septentrional de los sistemas montañosos (cantábrico y pirenaico) con posibilidad de precipitaciones orográficas. Por tratarse de aire subtropical que se ha enfriado ligeramente en su recorrido por el flanco norte del anticiclón dará lugar a condiciones térmicas templadas en las vertientes septentrionales citadas, pero a causa de su descenso altitudinal después de atravesar los relieves nuevamente incrementará su temperatura. En la vertiente septentrional pirenaica dio lugar a días templados y con precipitaciones (KERBE, p. 201), mientras que en el Alto Aragón el tiempo fue claro, cálido y sin precipitaciones.

El día 4 de septiembre de 1970, surge de un anticiclón atlántico situado ligeramente sobre Azores y extendiendo una dorsal sobre la Península. El día 3 va creciendo la dorsal posterior desplazándose el anticiclón atlántico sobre Iberia; acompañado en superficie, con un ligero aumento de presión. Los frentes bordean este centro alejando su trayectoria de la Península. Todo el proceso queda reforzado en altitud por una alta muy cálida sobre el oeste peninsular que da origen a una subsidencia del aire en el interior de ella. En superficie queda centrada al oeste del Cantábrico, por lo que el aire húmedo oceánico produce precipitaciones al norte de la barrera pirenaica bajo un proceso de masa de aire homogénea y húmeda en combinación con la topografía y empujada por la circulación alisia que bordea por el sur al anticiclón (MASACHS, p. 35).

SITUACIÓN DÍA 4-9-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

	M	m	P
Candanchú.....	17	7	
Formigal.....	22	14	
Salvatierra.....	29	12	
Jaca.....	27	8	
Ena.....	29	10	
Caldearenas.....	30	10	
Luesia.....	29	11	
Aineto.....	30	12	

El efecto pantalla que crean los Pirineos se pone de manifiesto en la diferencia de temperaturas de una y otra vertiente. Como ya hemos indicado en la septentrional no pasa de ser un día templado (y con precipitaciones), mientras que en el Alto Aragón se caracteriza por ser muy cálido con temperaturas entre 27 y 30 grados y sin precipitaciones.

La velocidad del viento suele ser moderada (2 m./sg.) por lo que las diferencias térmicas hay que buscarlas en aquellas zonas más abiertas con posibilidad de libre circulación del flujo (puntos de la Depresión Media). La nubosidad es escasa, formada únicamente por cirros que traspasan la barrera pirenaica representativos de la escasa humedad relativa (55 %).

En total representan el 7 % de los tiempos de otoño y el 10 % de los anticiclónicos, y se caracterizan fundamentalmente por ser flujos que nos llegan del cuarto cuadrante de origen fundamentalmente marítimo.

B) *Ciclónicos.* — Cuando el frente polar inicia su avance hacia latitudes más meridionales a lo largo del otoño, el aire polar más frío rechaza el aire cálido hacia el sur, cuyo enfriamiento origina las perturbaciones que afectan al territorio peninsular en esta época.

En cuanto a tiempos ciclónicos, el otoño se comporta como una época de transición entre el verano y el invierno. El número de días perturbados (33 %) es mayor que en verano (25 %), pero por debajo de los invernales.

Los caracteres térmicos oceánicos son muy similares a los estivales ya que el mar, por su mayor capacidad calorífica no se ha enfriado. Los tipos de tiempo templados de origen oceánico y con precipitaciones ocupan así, el primer lugar entre los tiempos perturbados. A medida que avanza la estación van siendo sustituidos por tiempos más fríos de dirección también zonal o submeridiana del noroeste, también con precipitaciones.

Destaca la relación entre estos tiempos ciclónicos y las perturbaciones pues, tanto de una u otras direcciones en más del 60 % de los casos ambas características van asociadas.

En conjunto, son los flujos del suroeste los que ocupan el primer lugar (correspondientes a las coladas frías creadas por el empuje del aire polar), seguidos de los del oeste (zonales) y noroeste (cuando el anticiclón atlántico se refuerza).

a) *Tipos de tiempo ciclónicos muy fríos con precipitaciones:* Cuando en otoño se crea un flujo del noroeste a causa de una fuerte presión en el Atlántico norte, se origina un tiempo muy frío derivado de las condiciones térmicas del aire polar que aporta.

La situación del día 15 de noviembre de 1970 surge por la trayectoria submeridiana que adopta el frente polar sobre Europa. La causa de esta trayectoria es el anticiclón atlántico cálido asomándose a la Península Ibérica y la baja instalada en centro-europa que canalizan el aire frío subpolar de la depresión de Islandia.

El que esta situación nos alcance más o menos directamente depende de la posición del anticiclón atlántico. Si éste se halla retirado de la posición del anticiclón atlántico. Si éste se halla retirado a posiciones propias del invierno estos fren-

tres fríos discurren por una vía más meridional. Cuando así sucede, es la actividad del aire frío polar la que llega a nosotros. Avance del aire polar frío que sigue el flanco oriental del anticiclón atlántico determinando una estructura frontal en oposición al flujo que crea la masa anticiclónica.

Son regímenes fríos que anuncian el invierno, pero, a su vez, son portadores de una fuerte humedad relativa como consecuencia de su recorrido por el océano. Sus manifestaciones lluviosas se dan en una y otra vertiente pirenaica, aunque mayores en la septentrional. Corresponden a grandes procesos ciclónicos cuyas características pueden detectarse hasta durante 8 días, siendo el otoño la época de mayor frecuencia, seguida de invierno y principios de primavera (JANSA, 1971, p. 176).

Se caracterizan por una constante baja presión, con humedades relativas de hasta el 90 %, independientemente de los aumentos por precipitación, y con temperaturas muy bajas (entre 5 y 10° de máxima) mientras dura el período perturbado. Las mínimas siguen la misma evolución de las máximas separadas por una oscilación de unos 5 grados.

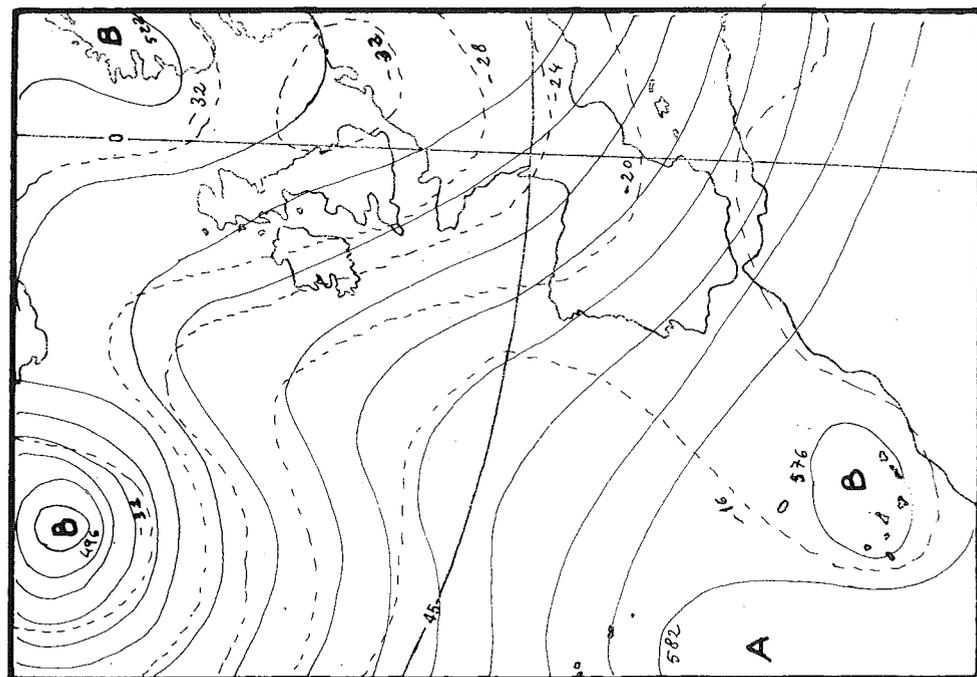
	M	m	P
Candanchú.....	2	-3,8	27*
Formigal.....	2	-3	25*
Salvaterra.....	10	-1	22
Jaca.....	3,5	0	13,2
Ena.....	5	0	7
Caldearenas.....	7	-2	2
Luesia.....	12	0	20
Aineto.....	4	0	5,6

Pluviométricamente destacan las fuertes precipitaciones en forma de nieve en toda la zona alta pirenaica, con gradual descenso a medida que disminuye la altitud. Se pone de manifiesto también la importancia de las Sierras de las Peñas (Oroel-San Juan de la Peña) interceptando las precipitaciones: los puntos situados al sur de ellas no sobrepasaron los 7 l/m<sup>2</sup>. Igualmente ocurre en el valle del Ebro según un gradiente noroeste-sureste: van elevándose las máximas, disminuyen las precipitaciones y tendiendo a vientos racheados de tipo cierzo.

b) *Tipos de tiempo ciclónicos muy fríos sin precipitaciones:* Es bien conocido que, cuando se produce un fuerte aumento de presión sobre el noroeste, una depresión aparece muy frecuentemente sobre el norte de Italia o sobre el golfo de Génova (QUENEY, p. 9), condiciones bajo las cuales se crea un flujo de dirección casi meridiana sobre el suroeste del continente europeo, que da lugar a unos tiempos sensiblemente idénticos por ser siempre fríos, cubiertos y húmedos. Aunque no den origen a precipitaciones en nuestra zona, se muestran más activos en la vertiente septentrional pirenaica dando lugar también a tiempos muy fríos y acompañados de precipitaciones (KERBE, p. 196).

Los caracteres son idénticos a los que se han señalado para otras estaciones. El centro de acción positivo está constituido por un anticiclón de isobaras meridianas sobre su cara oriental, generalmente instalada al suroeste de Islandia. El centro de acción negativo es una depresión que afecta a Europa relacionada con una vaguada fría en altura, cuya posición puede variar desde Escandinavia al Mediterráneo. Con cualquiera de ellas se crea un flujo de aire polar que invade Europa occidental,

SITUACIÓN DÍA 15-11-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

MAPA DE 500 MB - 12 H.

pero su mayor efectividad respecto a la Península sucede cuando la baja presión se instala en el Mediterráneo. Tal es el caso del día 26 de noviembre de 1969. La corriente circula de norte a sur, bajo el viento del anticiclón director y la captación que ella ejerce.

Estos tipos de tiempo debidos a descargas polares se deben al avance de las altas presiones subtropicales que bloquean la circulación zonal y la cambian a meridiana.

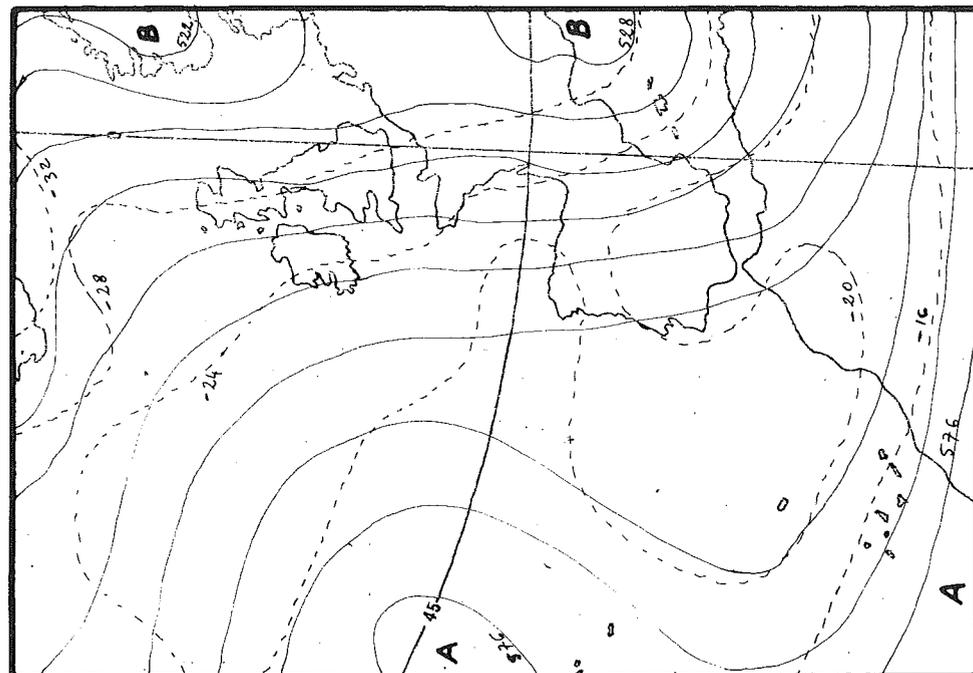
Sus manifestaciones están fuertemente influidas por el contraste térmico entre la masa de aire en origen (muy fría) y las existentes en nuestras latitudes (menos frías). Sus consecuencias normales serían abundantes precipitaciones, elevada humedad relativa y cielo nuboso. Pero difícilmente sucede en nuestra comarca, muy influida por su situación a sotavento de los Pirineos. Los síntomas esperados sólo rezan para las temperaturas, pues es normal una ausencia total de precipitaciones.

	M	m	P
Candanchú.....	4	-7	
Formigal.....	7	-8	
Salvatierra.....	4	-3	
Jaca.....	3	-5	
Ena.....	10	-2	
Caldearenas.....	9	-2	
Luesia.....	5	-3	
Aineto.....	10	-2	

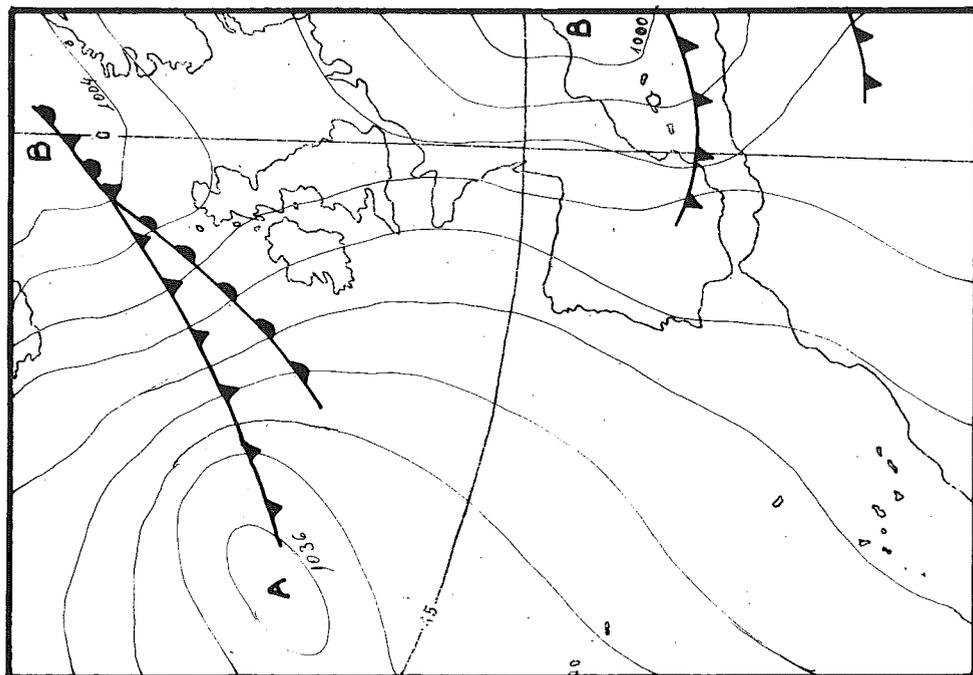
Las sierras que de norte a sur se interponen van desnaturalizando el flujo. Por esta razón y por efecto de la mayor altitud, las máximas se elevan ligeramente y las mínimas pierden su rigor. Estos tipos de tiempo "del norte" representan un 5,5 % del otoño, y casi puede generalizarse que el 95 % de las veces no aportan precipitaciones (2 casos sobre 35). El que den origen a tipos de tiempo más o menos frío depende estrechamente de lo avanzado de la estación. Por ello, podemos encontrarlos muy fríos, fríos o sólo templados. Los de carácter muy frío, ciclónicos y sin precipitación presentan el 0,5 % de los tipos de otoño.

c) *Tipos de tiempo ciclónicos fríos y con precipitaciones:* Si las altas presiones ejercen su influencia en el Atlántico, pero no existe una baja presión en el Mediterráneo occidental capaz de atraer masas de aire hacia ella (14-11-1970), la inflexión que puede tomar el frente polar (responsable de las depresiones nordeuropeas) cambia a una dirección menos meridiana al llegar a nuestras latitudes. El efecto ciclónico de la baja del sur de Inglaterra cambia la dirección del frente frío que impulsa, sucesivamente, hacia el noreste. Este cambio direccional facilita las precipitaciones en nuestra zona ya que la masa de aire marítima posee una fuerte humedad en razón de su largo recorrido sobre el océano y no se enfrenta de forma perpendicular a los Pirineos. Además, cuando el efecto de advección es patente (bajas citadas) sobre unas tierras ya enfriadas, se refuerza sensiblemente el efecto ciclónico. Este tipo de tiempo en otoño a diferencia de los de primavera, determina a menudo una atmósfera saturada (PEDELABORDE, 1957, p. 329), responsable —sobre todo al final de la estación—, de abundantes precipitaciones; puesto que la actividad de dirección meridiana, mucho más intensa por las coladas árticas determinadas por la ondulación del frente polar, origina un tiempo frío y bastante ventoso.

SITUACIÓN DÍA 26-11-1969



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

	M	m	P
Candanchú.....	-1	-2,5	11
Formigal.....	-2	-3	25
Salvatierra.....	6	1	13
Jaca.....	7	1	8
Ena.....	11	-2	5,5
Caldearenas.....	9	-1	6
Luesia.....	13	1	10
Aineto.....	5	1	7,7

Aparte de las estaciones situadas en los puntos más elevados del Alto Aragón (Candanchú, Formigal) en los que ni siquiera las máximas fueron positivas por la incidencia mayor del flujo, resaltan las depresiones (Ena, Caldearenas) con sus mínimas también por debajo de cero. Por supuesto las máximas más elevadas se localizan en los puntos meridionales de menor altitud al sur de la zona prepirenaica (Luesia). Igual proceso tiene lugar con las precipitaciones marcando un claro gradiente altitudinal.

En total suponen el 5 % de la variedad otoñal y corresponden más bien a acciones del anticiclón oceánico, tanto desde su posición habitual como algo más septentrional.

d) *Tipos de tiempo ciclónicos y sin precipitaciones:* A principios de otoño el anticiclón atlántico puede reforzarse por efecto de las todavía caldeadas aguas del océano y extenderse a modo de dorsal hasta latitudes muy septentrionales. Cuando este proceso persiste la circulación se ondula (mapa de 500 mb.) y el anticiclón centrado al oeste de Inglaterra va extendiéndose en dirección submeridiana para, finalmente, tener su eje mayor orientado de norte a sur. La península Ibérica queda entonces en la rama norte, con una invasión de aire polar generador de una fuerte inestabilidad que se manifiesta a través de importantes precipitaciones en las vertientes septentrionales de los sistemas montañosos.

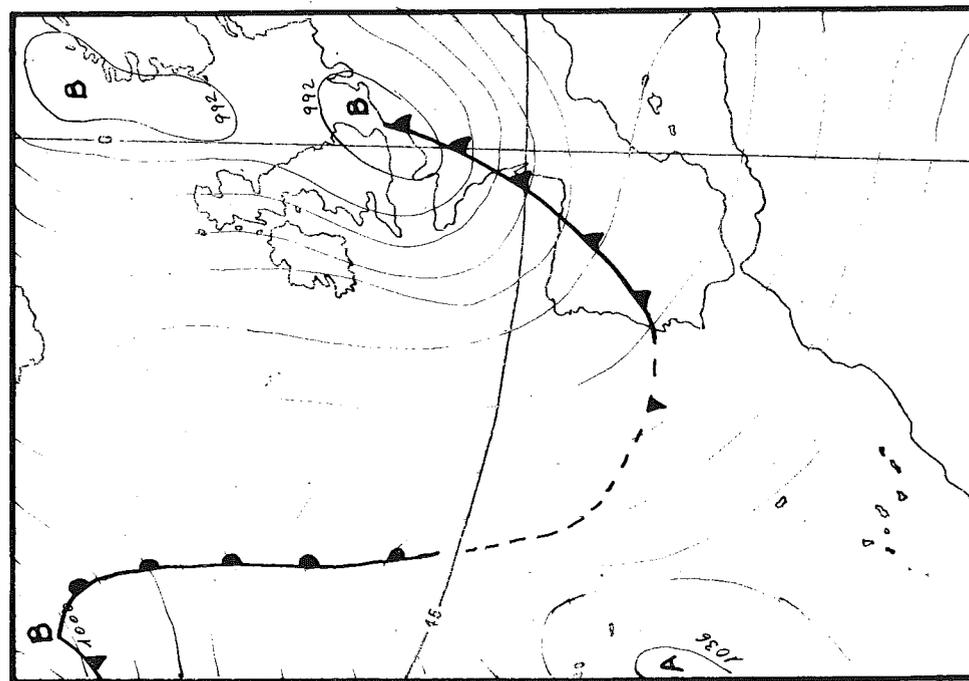
Las masas de aire polares que circulan por el flanco oriental del anticiclón son casi siempre muy inestables como consecuencia del contraste térmico entre ella y la masa marina subyacente (PEDELABORDE, 1957, p. 100). Esto explica las brutales precipitaciones que determinan estas trayectorias cuando, por algún accidente topográfico, son obligadas a elevarse.

La diferente manifestación en una y otras vertientes es evidente pues, mientras el Alto Aragón no registra precipitación (por efecto de contención del relieve), la vertiente pirenaica norte queda afectada por fuertes lluvias, tanto mayores, cuanto mayor altitud. Térmicamente crea también sus diferencias. Nuestra zona queda sumergida bajo este flujo frío de dirección meridiana dando origen a un tiempo frío y seco.

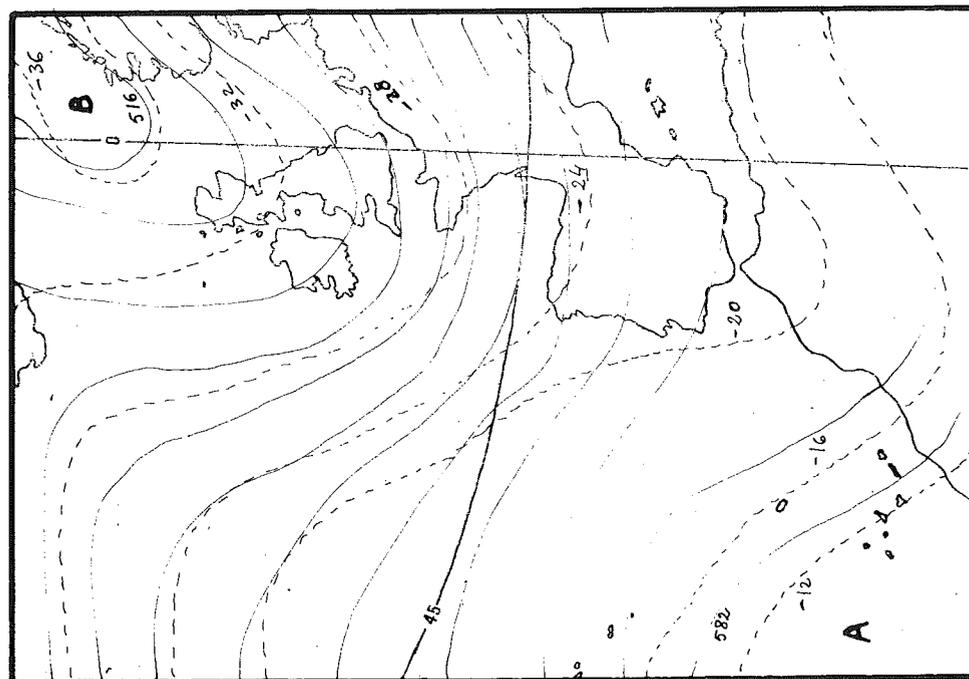
Por el contrario, en la vertiente septentrional es algo más benigno (y con precipitaciones) debido a la liberación del calor latente secuela de la condensación que allí se crea. Calor inserto en la masa de aire capaz de alterar (aunque de forma sólo ligera) el estado térmico. Ello puede explicar las diferencias térmicas de una y otras vertientes bajo estas condiciones sinópticas.

Estos tipos de tiempo están caracterizados por escasa nubosidad, además de un rápido y continuado descenso de la temperatura, tanto más si la situación persiste 2-3-4 días provocando un efecto acumulativo de frío. La humedad relativa no suele descender del 60 % y los vientos son racheados con velocidades entre 3 y 5 m/sg. tanto más fuertes cuanto mayor es el gradiente barométrico entre las altas presiones nórdatlánticas y las bajas europeas.

SITUACIÓN Día 14-11-1970

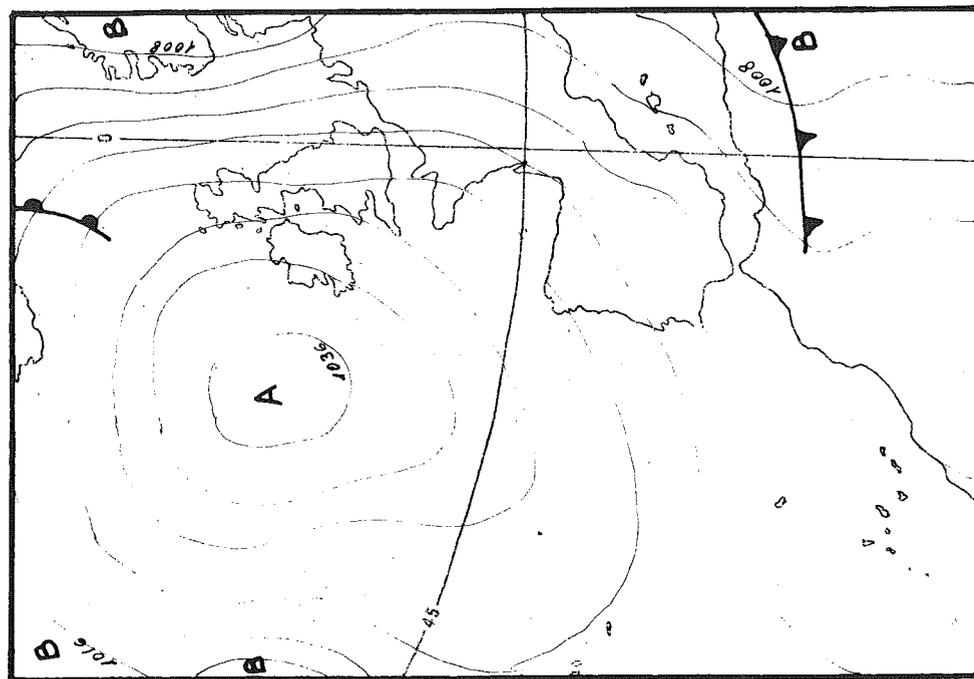


MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

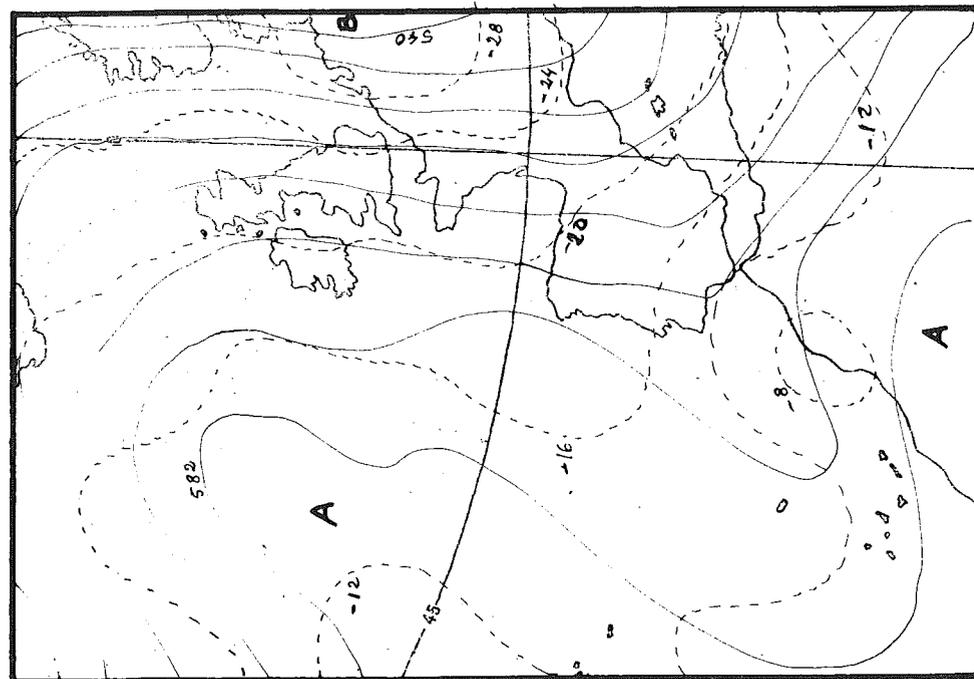


MAPA DE 500 MB - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 21-10-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	-3	-5	22
Formigal . . . . .	-1	-6	lp
Salvatierra . . . . .	6	3	
Jaca . . . . .	7	1	
Ena . . . . .	12	2	
Caldearenas . . . . .	15	1	
Luesia . . . . .	12	0	
Aineto . . . . .	10	-1	

Agravado por el efecto de altitud, térmicamente podemos distinguir tres grandes zonas dentro del Alto Aragón. Toda la zona pirenaica axil queda afectada por máximas y mínimas inferiores a cero grados, con precipitaciones en algunos puntos donde la topografía permite la penetración de los efectos de condensación de la vertiente septentrional. (Las diferencias entre Candanchú y Formigal, mucho menos asomado a la vertiente septentrional). A su vez, estas diferencias pluviométricas traen consigo diferencias térmicas creando una relación directa entre pluviometría y temperaturas.

La Depresión Media (Jaca, Salvatierra), goza de unas temperaturas más elevadas por efecto de este calentamiento adiabático del aire casi seco. Sus valores máximos y mínimos son muy homogéneos.

Este proceso es todavía más potente en la franja prepirenaica y puntos del somontano, con máximas mucho más elevadas (entre 10° y 15° C) como consecuencia de un mayor recorrido espacial de todo este gradiente.

En total suponen el 3,1 % de la variedad climática otoñal, o el 5 % si sólo incluimos los tiempos caracterizados por un descenso de presión. Más de la mitad de los casos corresponden a flujos del noroeste y un 25 % a las direcciones norte. En definitiva ambos porcentajes pueden considerarse parte de una mismo proceso, por lo que el 75-80 % de las veces este tipo de tiempo correspondería a la fase final de las borrascas que, empujadas por el anticiclón atlántico, se trasladan hacia Europa a una latitud superior a la peninsular.

e) *Tipos de tiempo ciclónicos templados y con precipitaciones:* Los tipos de tiempo otoñales caracterizados por unas temperaturas moderadas tienen siempre un origen oceánico. Flujos del oeste y suroeste ocupan el primer lugar en cuanto a importancia y frecuencia de tales estados de tiempo. Pero pueden derivar también de la inestabilidad creada en la cuenca mediterránea durante el equinoccio. El mar mantiene todavía una temperatura relativamente elevada respecto a nuestra península, más enfriada ya por su menor capacidad calorífica, por lo que la instalación de un área ciclónica perturbada implica el empuje de masas cargadas de humedad hacia zonas térmicamente contrastadas que provocan importantes precipitaciones, no sólo en el este peninsular sino también en el Alto Aragón occidental.

Corresponden a las precipitaciones otoñales bajo el influjo de la depresión de Baleares que, con vientos procedentes del SE, provocan en los escarpados Pirineos fuertes lluvias de ascenso con una gran intensidad de precipitaciones (SCHITT, p. 771).

La estructura de estas situaciones admiten muchas variedades pero principalmente se agrupan en dos estados sinópticos. Pueden derivar, bien de la formación por causas diversas de una baja térmica en el Mediterráneo occidental o el norte de África, bien de una alta extendida hacia Europa meridional que empuja contra la Península una corriente de aire cálido y húmedo del Mediterráneo. En este caso las precipitaciones surgidas no derivan de un frente sino que corresponden a efectos bien de tipo orográfico ante una montaña, bien de tipo sinóptico ante un reforzamiento de gota fría sobre el territorio peninsular (LOPEZ-GOMEZ, 1968).

Dichas perturbaciones mediterráneas no implican necesariamente una influencia clara y directa sobre nuestra región objeto de este estudio, pues los obstáculos topográficos y sinópticos pueden ser variados. No obstante, cuando las condiciones isobáricas o la intensidad del fenómeno se presentan favorablemente sus efectos aparecen de forma muy sensible. Por sí solas las cadenas prelitorales catalanas amortiguan estos efectos, pero las fuertes perturbaciones lluviosas que se forman durante el cambio de estación sobre la Cuenca Mediterránea son susceptibles además, de penetrar en la cubeta del Ebro (PERRIN, p. 17).

A pesar de estas condiciones descritas, capaces de amortiguar los efectos de las perturbaciones de origen mediterráneo hacia nuestra zona, durante las estaciones intermedias (otoño y primavera) es cuando más fácilmente se producen. Durante esta época el jet-stream es menos rápido, con mayor posibilidad de acercár gotas frías a la latitud peninsular, debido a su mayor ondulamiento. En estas condiciones cualquier flujo de levante actúa a modo de masa cálida ante la gota fría. De la ciclogénesis desarrollada dependerá que las perturbaciones alcancen las riberas mediterráneas o simplemente su sector catalán.

Las masas de aire son siempre húmedas y térmicamente cálidas o templadas según sea a principios o final de otoño. Dan origen a días benignos, apacibles, con máximas que oscilan entre los 10° y 12° C, aunque con matices debidos a la altitud. Las mínimas tampoco son extremadas y la oscilación diurna es débil. Los datos termoplumiométricos del día 10 de octubre de 1970 fueron los siguientes:

	M	m	P
Candanchú . . . . .	5	-0,2	21
Formigal . . . . .	7	5	36,6
Salvatierra . . . . .	12	5	8
Jaca . . . . .	11,4	5	15
Ena . . . . .	10	4	24
Caldearenas . . . . .	13	5	27
Luesia . . . . .	—	—	11
Aineto . . . . .	12	7	45,5

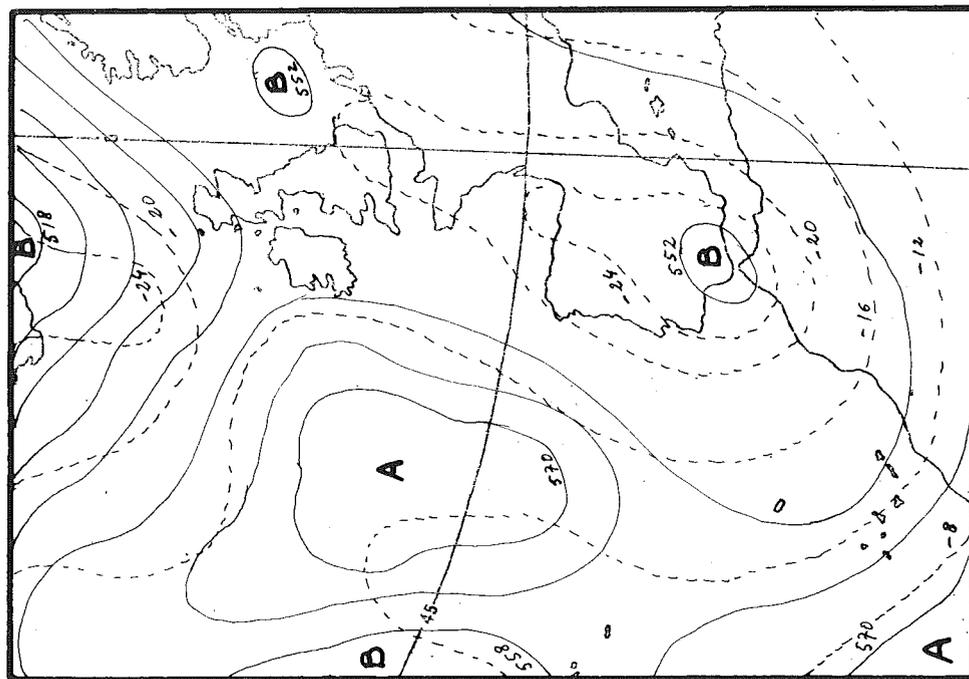
Los efectos de un flujo de este tipo que va siendo interceptado por las barreras montañosas, se pueden observar claramente en el Alto Aragón.

Las máximas precipitaciones se registran en el extremo suroriental de la comarca (Aineto). En las primeras estribaciones montañosas (Sierras Exteriores-Guara) descargan con mayor eficacia pues, dado su mayor contenido higrométrico la masa de aire condensa más fácilmente, incluso al tropezar con elevaciones topográficas menores. A medida que el flujo avanza hacia el noroeste va perdiendo vigor, con precipitaciones inferiores en toda la Cuenca Prepirenaica (Ena-Caldearenas). Mayor y eficaz pantalla crean las Sierras de las Peñas para toda la Depresión Media (Jaca-Salvatierra), siendo otra vez importante la precipitación en las partes altas de la cordillera; mucho mayor en la parte oriental (Formigal) que en la occidental (Candanchú). Los puntos menos irrigados son los de menor altitud y más occidentales.

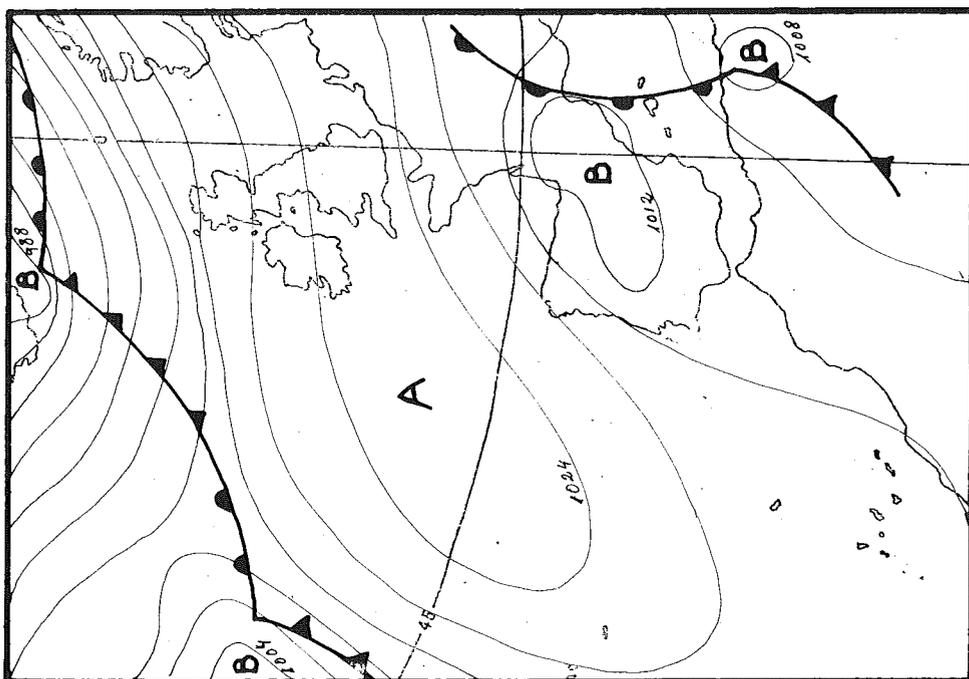
Los totales de Aineto y comparados con los de Luesia, los de Jaca con los de Salvatierra y los de Formigal con los de Candanchú evidencian claramente el fenómeno de contención que cada alineación montañosa va creando.

Estos tipos de tiempo templados con precipitaciones suponen el 8 % de los tiempos otoñales y casi el 25 % si sólo consideramos los de carácter ciclónico. Sinópticamente, el mayor porcentaje corresponde a borrascas atlánticas más o menos de dirección zonal, pero también están representados los de origen mediterráneo. Su frecuencia es así menor pero sus peculiaridades matizan muchos aspectos del Alto Aragón.

SITUACIÓN DÍA 10+10-1970



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

f) *Tipos de tiempo ciclónicos templados sin precipitaciones:* Las bajas presiones que a mediados de otoño circulan por el atlántico se traducen, generalmente, en días templados en razón de su largo recorrido por el océano, de su zonalidad y del aire subtropical incorporado. Si la velocidad de la masa de aire fría desplazada es pequeña, térmicamente va homogeneizándose después de un recorrido de 5 o 6 días (PEDELABORDE, 1957, p. 121) por latitudes oceánicas más meridionales, donde el sector cálido mantiene su amplitud.

El día 9 de noviembre de 1969 se caracterizó por ser templado sin precipitaciones, debido a que nuestra comarca quedó incluida dentro del sector cálido de la depresión centrada al este de Inglaterra. Días anteriores una onda correspondiente al borde de la circulación principal inicia su penetración en nuestra península, asociada en superficie a un sistema frontal cálido, dando lugar a precipitaciones a barlovento de los sistemas montañosos mejor expuestos. Después del paso de esta onda nuestra zona quedó incluida dentro del sector cálido (alimentado por aire subtropical) de la borrasca centrada al este de Inglaterra.

	M	m	P
Candanchú.....	6	1	
Formigal.....	10	2	
Salvatierra.....	17	6	
Jaca.....	12	3	
Ena.....	13	4	
Caldearenas.....	14	0	
Luesia.....	16	4	
Aineto.....	14	2	

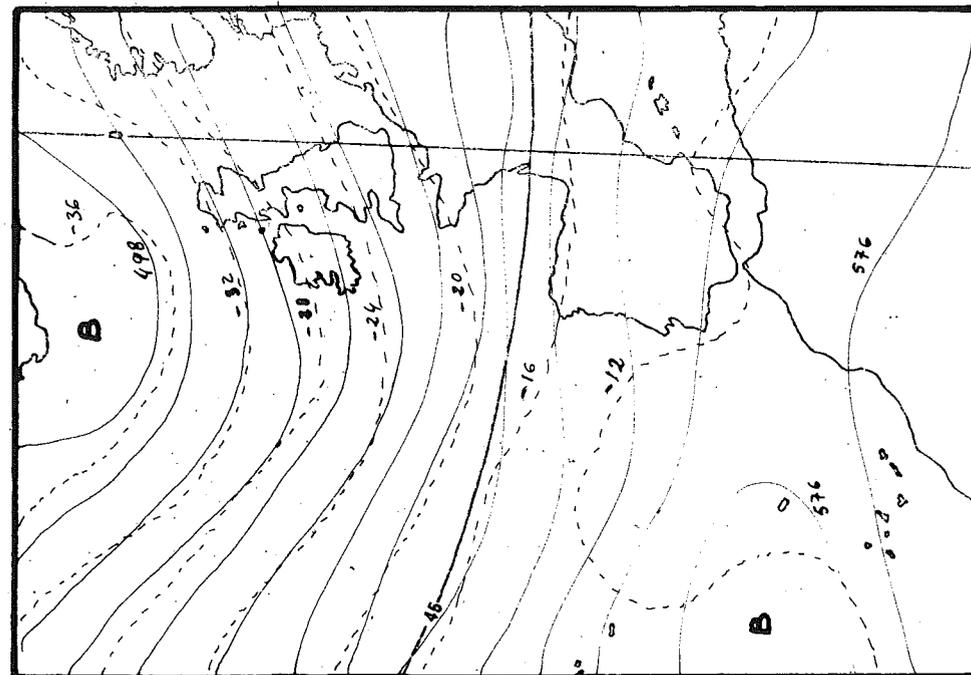
Estos tipos de tiempo se caracterizan por una elevada humedad relativa (superior al 80 %) puesta de manifiesto en un cielo casi cubierto, pero carente de precipitación.

En total, suponen el 5 % de los tipos de tiempo otoñales y el 10 % de los caracterizados por bajas presiones. En cuanto a su génesis existe una gran variedad pues el otoño ofrece una amplia gama de matices térmicos entre la tierra y el mar capaces de variar sensiblemente un determinado flujo. Así, una distinta situación sinóptica puede dar origen a similar tipo de tiempo según el transcurso de la estación.

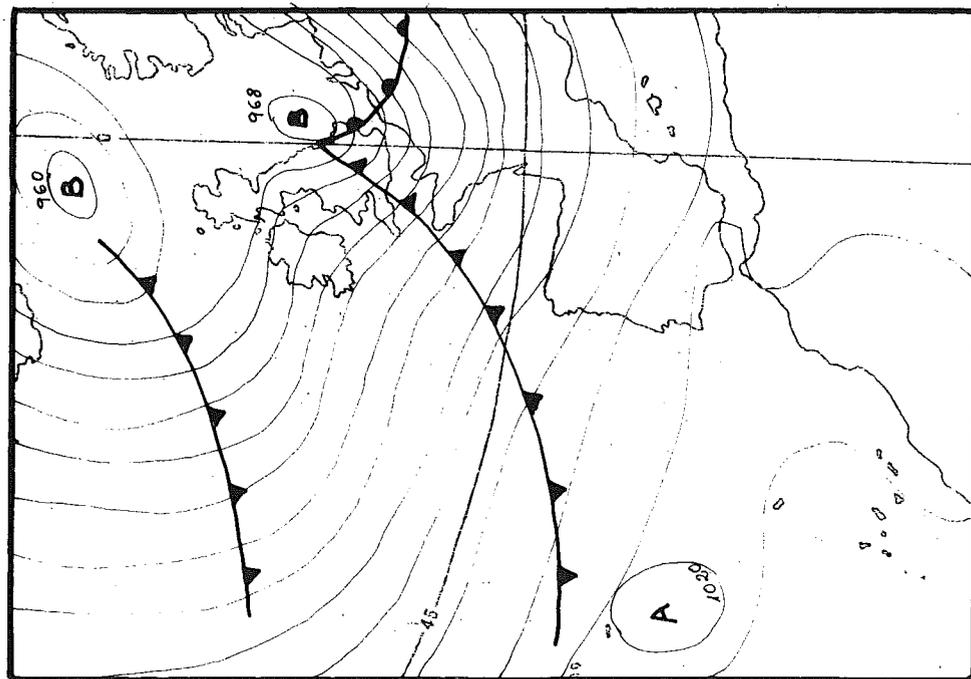
g) *Tipos de tiempo ciclónicos cálidos y con precipitaciones:* Los temporales de lluvia asociados a los vientos ponientes del Atlántico suelen presentarse en otoño, invierno y primavera, pero es durante la primera estación cuando alcanzan el máximo anual debido a las especiales condiciones térmicas del océano y la Península Ibérica:

Los mínimos de presión (que en otoño alcanzan un máximo secundario, después de abril) actúan a modo de potentes vaguadas succionando aire cálido subtropical que ponen en contacto con las masas de aire nordatlánticas más frías. Si alcanzan latitudes meridionales la circulación adquiere una dirección casi zonal, facilitando la precipitación en nuestra área.

La situación del día 13 de octubre de 1969 surge de una vaguada atlántica que se instala en el noreste de Azores. La Península quedaba en el borde de esta depresión y afectada débilmente sólo en algunas regiones noroccidentales. Posteriormente, y debido a una fuerte ondulación de la circulación, se refuerza la citada depresión y la circulación principal adquiere una dirección casi zonal como resultado del desplazamiento de dicha vaguada hacia el oeste de Inglaterra. Con el inicio de la formación de una dorsal anticiclónica que va desplazando la circulación, cesa el empeoramiento en la Península.



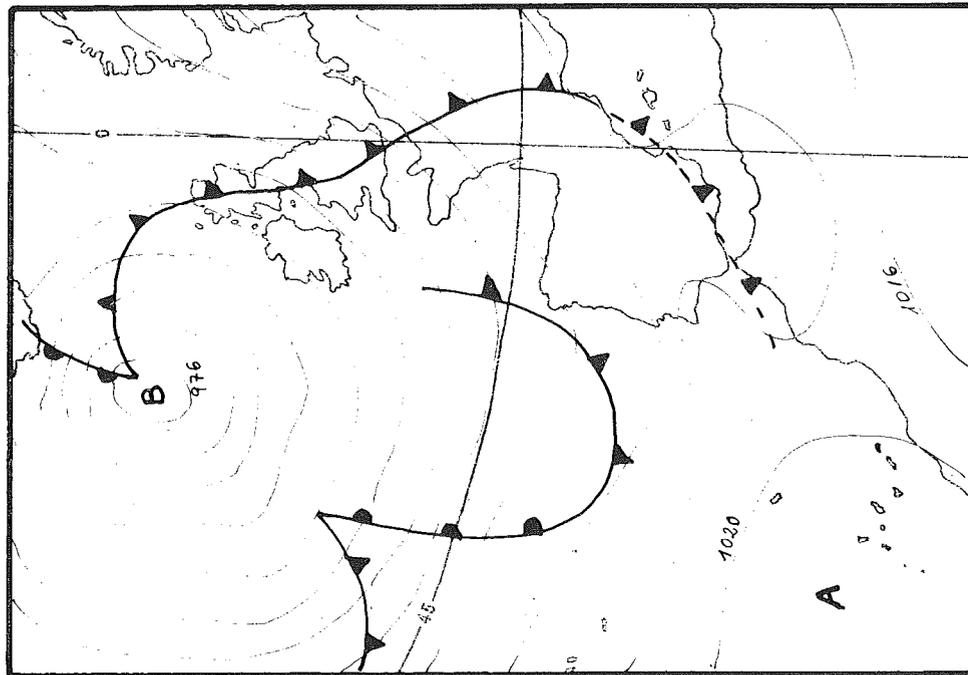
MAPA DE 500 MB - 12 H.



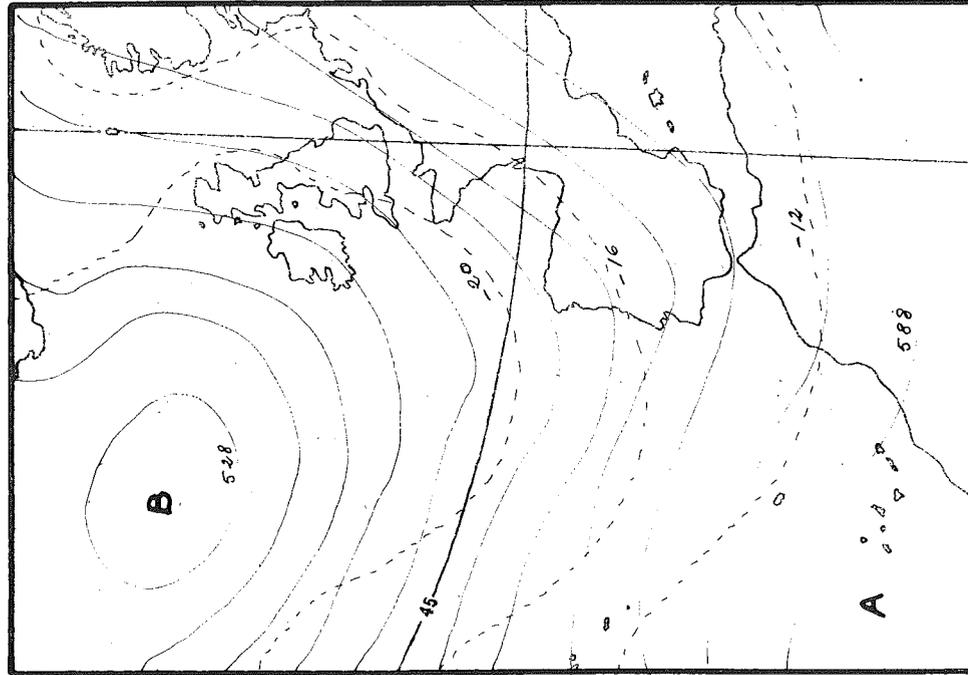
MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 9-11-1969

SITUACIÓN DÍA 13-10-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

Las precipitaciones son abundantes en el Alto Aragón, pero con una eficaz influencia de la topografía de un extremo a otro de la región. Sin embargo el conjunto supuso una precipitación mucho mayor que en la vertiente septentrional pirenaica, pues no deja de ser un flujo con tendencia submeridiana del suroeste en el momento de cruzar la Cordillera. Los valores allí registrados no pasaron de  $7 \text{ l/m}^2$ , oscilando mayormente entre 3 y  $6 \text{ l/m}^2$  (KERBE, p. 191).

	M	m	P
Candanchú . . . . .	8	1	71
Formigal . . . . .	10	5	16
Salvatierra . . . . .	17	9	12
Jaca . . . . .	17	9	10
Ena . . . . .	20	11	6
Caldearenas . . . . .	14	1	7
Luesia . . . . .	17	9	4
Aineto . . . . .	—	—	11

Una vez más se pone de manifiesto la disminución progresiva de precipitaciones hacia el este, llamando poderosamente la atención el alto valle del Gállego con un efecto pantalla realmente efectivo (diferencias entre Candanchú y Formigal, de similar altitud aunque este último mucho más al este).

Igualmente, la Depresión Media, abierta a occidente, va marcando una disminución pluviométrica (Salvatierra-Jaca) hacia oriente. En la Depresión prepirenaica y al sur de las Sierras de las Peñas la disminución es realmente significativa, pues, a excepción de localidades ya del Somontano (Luesia), es la zona menos irrigada con flujos de este tipo. Las condiciones de Aineto debemos explicarlas por su topografía al piede las Sierras Exteriores, provocando un estancamiento del flujo que le da nueva vitalidad.

En total suponen el 5 % de los tiempos de otoño, siendo los flujos de dirección oeste y suroeste los que acaparan más del 60 % de estos tipos de tiempo cálidos y con precipitaciones.

Estos tipos de tiempo, estadísticamente, presentan la peculiaridad de repartirse por igual en tipos con y sin precipitaciones, según la vía seguida por la baja presión.

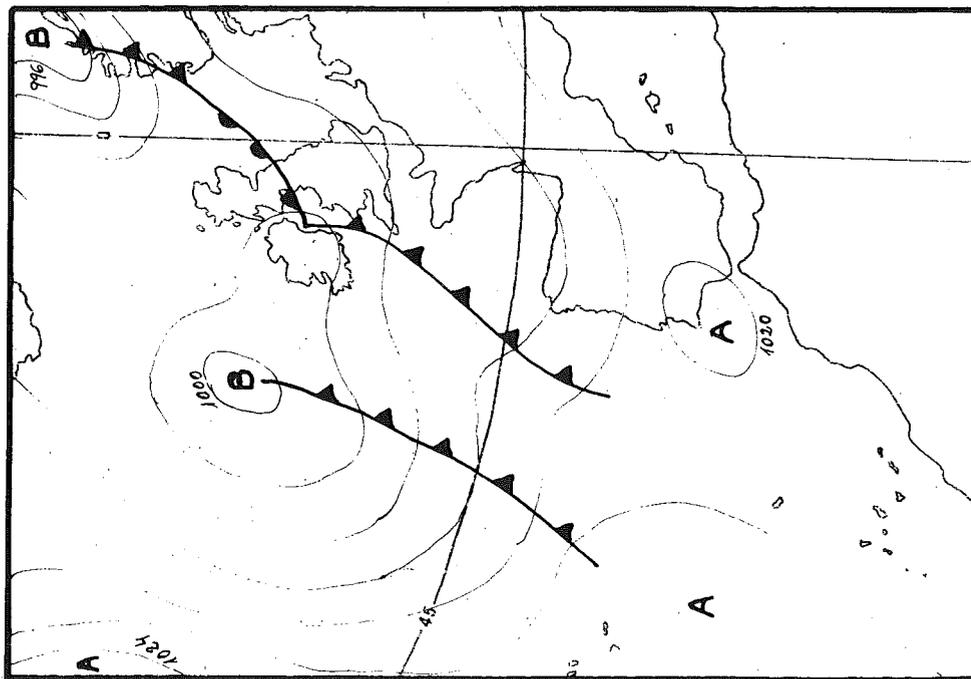
h) *Tipos de tiempo ciclónicos cálidos y sin precipitaciones:* El comienzo de la época otoñal participa muy claramente de las condiciones barométricas que caracterizaron la anterior veraniega. Por ello es fácil observar una sucesión de días perturbados seguido de otros en calma que dan lugar a importantes contrastes termoplumiométricos. Días con temperaturas superiores a  $35^\circ \text{ C}$  pueden suceder a días con precipitaciones superiores a  $40 \text{ l/m}^2$ .

Durante los días que se establecen estas calmas derivadas de escasos o nulos gradientes barométricos, las temperaturas se mantienen elevadas dando origen a días cálidos con progresivo aumento de las máximas y más cuando, a estos días suceden flujos del Atlántico meridional.

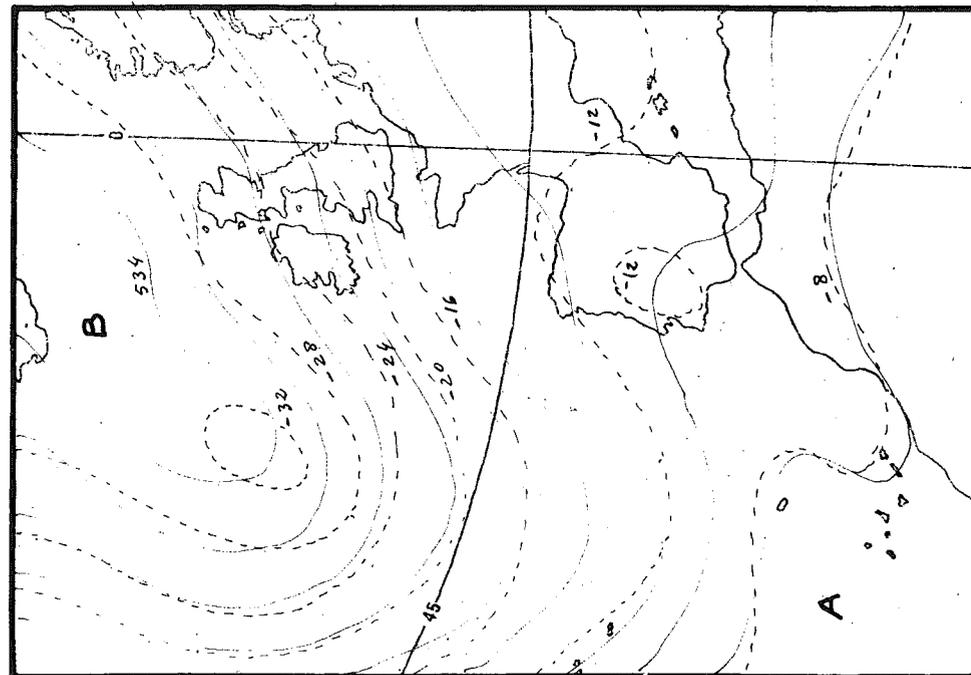
Los vientos son inapreciables y las humedades relativas se quedan por debajo del 50 %. Corresponden a días calurosos de casi nula nubosidad, típicos de finales de verano.

El día 10 de septiembre de 1969 quedó enmarcado por dos fuertes períodos lluviosos y frescos (las máximas de uno y otro no pasaron de  $20^\circ \text{ C}$ ). Eran el resultado de una serie de perturbaciones atlánticas que se sucedían, dirigidas por un centro de baja presión instalado al oeste de Inglaterra. Finalmente una dorsal de Azores fue ganando posición hacia el territorio peninsular. El citado día, las condiciones termométricas fueron las siguientes:

SITUACIÓN DÍA 10-9-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

	M	m	P
Candanchú.....	16	9	
Formigal.....	15	8	
Salvatierra.....	23	12	2
Jaca.....	25	15	
Ena.....	22	11	
Caldearenas.....	25	16	
Luesia.....	22	12	
Aineto.....	24	13	

Cabe destacar la precipitación de Salvatierra, propia de situaciones tormentosas bajo días cálidos que dan origen a inestabilidad vertical.

En total suponen el 3,6 % de los tiempos de otoño, centrándose principalmente en influencias oceánicas o en pantanos barométricos muy estables térmicamente. Su corta duración es debido al empuje de los frentes atlánticos iniciadores de periodos perturbados.

i) *Tipos de tiempo ciclónicos muy cálidos sin precipitaciones:* Las corrientes del océano que circulan por nuestras latitudes a principios de otoño pueden ver frenado su paso hacia la Península debido a que las altas subtropicales pueden comportarse como una auténtica barrera en su avance. La cola de estos anticiclones puede circular sobre dominios de presión distintos, por lo que las zonas por donde pasan el final de estos frentes quedan fuera de alcance de la actividad ciclónica, y raras veces tienen capacidad para generar precipitación.

El día 9 de septiembre de 1970 se formó una depresión en todos los niveles al norte de Irlanda. En superficie un frente frío se aproxima precedido de otro cálido, situado este último al norte del paralelo 46°. La mayor amplitud del frente frío hará que notemos sus efectos en forma de un escaso aumento de nubosidad, pero sin que precipite sobre nuestra zona.

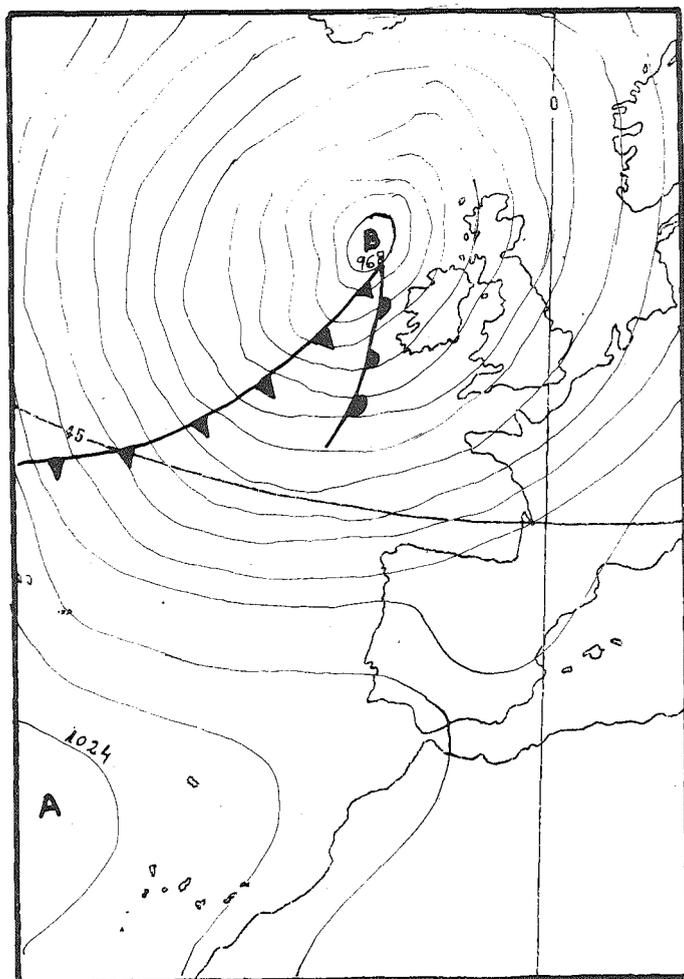
Por nuestra posición quedamos alejados del núcleo depresionario afectándonos únicamente el extremo meridional de estos frentes, ya carentes de vigor por la influencia de las altas presiones. De lo cual podemos concluir que el paso de un ciclón de estas características permite la persistencia de tiempo con características anticiclónicas sobre los Pirineos.

	M	m	P
Candanchú.....	17	3,5	
Formigal.....	19	5	
Salvatierra.....	29	10	
Jaca.....	26	14	
Ena.....	27	11	
Caldearenas.....	28	11	
Luesia.....	—	—	
Aineto.....	27	16	

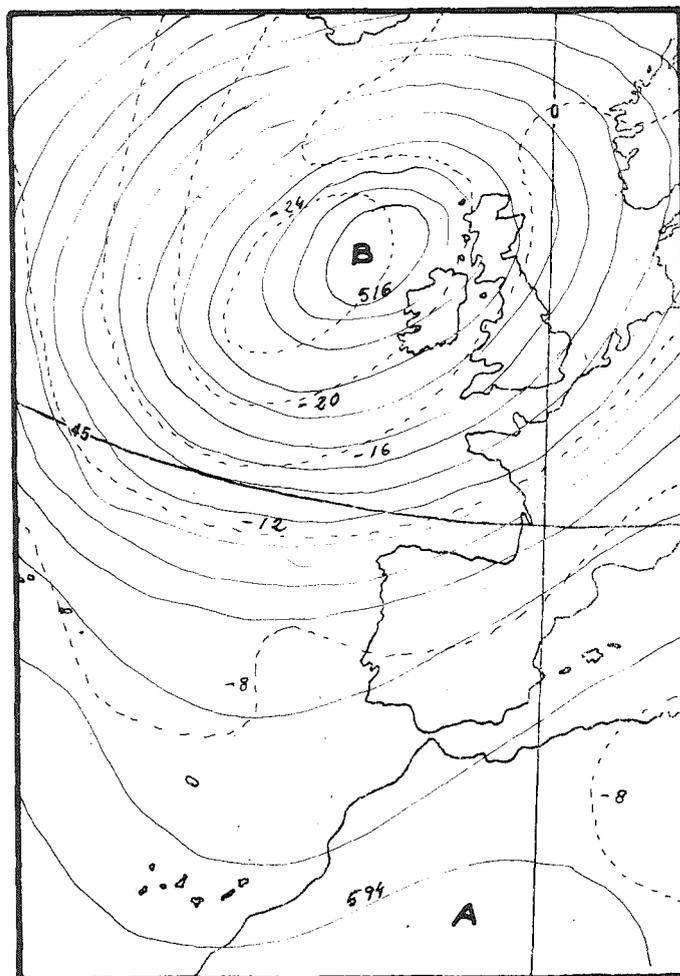
La uniformidad térmica es clara, con valores entre 26° y 27° C. Superiores a estos son algunos puntos particularmente favorables por su especial topografía: fondos de depresión (Caldearenas), puntos cerrados por fuertes murallones montañosos (Salvatierra), etc. Los valores, tanto máximos como mínimos de Candanchú y Formigal se deben al normal descenso con la altitud.

Las características de estos días suele corresponder a una escasa nubosidad. Despejado todo el día y cubierto al paso de la cola del frente frío, que puede durar hasta media jornada. El viento se mantiene alrededor de los 3 y 4 m/sg. y la hume-

SITUACIÓN DÍA 9-9-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

CUADRO 3. TIPOS DE TIEMPO EN OTOÑO (AÑOS 1968/1974) Y SU DISTRIBUCIÓN SEGÚN SITUACIONES

		Total	%	N	%	NE	%	E	%	SE	%	S	%	SW	%	W	%	NW	%	
ANTICICLONICOS	con precipitac.	Muy F																		
		Fríos	4	0,6	1	25,0													3	75,0
		Temp'l	28	4,4	1	3,6	7	25,0	2	7,2	1	3,6			5	17,8	5	17,8	7	25,0
		Cálid	34	5,3			3	8,8	2	5,9	2	5,9			10	29,4	15	44,1	2	5,9
		Muy C	4	0,6													2	50,0	2	50,0
	sin precipitac.	Muy F	3	0,5	1	33,3	1	33,3											1	33,4
		Fríos	30	4,7	8	26,7	7	23,3	2	6,7							5	16,6	8	26,7
		Temp'l	82	12,8	3	3,6	16	19,5	6	7,3	4	4,9			8	9,8	19	23,2	26	31,7
		Cálid	197	31,0	6	3,1	37	18,8	18	19,3	10	10,1	2	1,1	18	9,1	17	23,8	29	14,7
		Muy C	45	7,2			9	20,0	8	17,8	10	22,2			5	11,1	10	22,2	3	6,7
CICLONICOS	con precipitac.	Muy F	2	0,3															2	100,0
		Fríos	35	5,5	3	8,6	2	5,7	2	5,7	4	11,4			3	8,6	11	31,4	10	28,6
		Temp'l	52	8,1	4	7,7	5	9,6	2	3,8	1	1,9	2	3,8	9	17,4	18	34,6	11	21,2
		Cálid	33	5,2			1	3,0	3	9,1	5	15,1			9	27,3	11	33,3	4	12,2
		Muy C	3	0,5											1	33,3	2	66,4		
	sin precipitac.	Muy F	3	0,5	1	33,3													2	66,7
		Fríos	20	3,1	5	25,0	1	5,0							1	5,0	2	10,0	11	55,0
		Temp'l	32	5,0	2	6,3	4	12,5	5	15,6	1	3,1			3	9,4	9	28,1	8	25,0
		Cálid	23	3,6					3	13,0	4	17,4			3	13,1	8	34,8	5	21,7
		Muy C	7	1,1							1	14,2			2	28,5	2	28,5	2	28,5
Total anticicl		427	67,0	20	4,7	80	18,7	58	13,6	37	8,6	2	0,5	46	10,8	103	24,2	81	18,9	
Total ciclónic		210	33,0	15	7,1	13	6,2	15	7,2	16	7,6	2	0,9	31	14,8	63	30,0	55	26,2	
TOTAL		637		35	5,5	93	14,6	73	11,5	53	8,3	4	0,6	77	12,1	166	26,1	136	21,3	

dad relativa es muy baja (tan sólo del orden del 40 %). Térmicamente, tanto las máximas como las mínimas, son elevadas y las precipitaciones nulas.

En total, suponen el 1 % de los tiempos de otoño, muy cálidos y centrados especialmente al inicio de la estación. El 90 % corresponde a flujos oceánicos repartidos entre zonales y sus variantes del noroeste y suroeste.

C) *Resumen general de los tipos de tiempo en otoño.* — Junto con la primavera, es la estación que presenta mayor variedad de tipos de tiempo. Desde su inicio con caracteres todavía propios del verano, hasta su final en que las condiciones invernales se hacen ya patentes se suceden una serie de flujos de muy variado origen y fuertemente influidos por las condiciones térmicas oceánicas y continentales.

El total de tiempos perturbados (33 %), es superado por la primavera y el invierno, frente a un 67 % de tiempos anticiclónicos. Debido a este predominio son también los tipos anticiclónicos los que agrupan la mayor variabilidad relativa climática. Cuando su característica son las altas presiones deben su origen a anticiclones en su fase de avance sobre Europa. Tales procesos suponen un máximo primario anual. También constituyen un máximo el número de veces en que nos afectan flujos mediterráneos aunque, en muchos casos, supongan ausencia de precipitaciones. Del total de tipos de tiempo anticiclónicos sólo el 11 % aportan precipitación.

Los caracterizados por bajas presiones los forman generalmente perturbaciones oceánicas del suroeste, oeste y noroeste, destacando las coladas meridianas descolgadas del frente polar en sus intentos de descenso meridional y que llegan a nuestro Alto Aragón como flujo del suroeste. En más del 50 % de las veces aportan precipitación. Cuando dominan las masas del Atlántico tienden a templados con precipitaciones, y a más fríos cuando la circulación es más zonal o submeridiana, del noroeste.

Los flujos zonales (26 %) mantienen un máximo secundario sólo superado por el invierno en que la circulación deviene más meridional. Estacionalmente, le siguen en importancia los flujos del noroeste (anticiclón atlántico) y nordeste (anticiclón europeo, más seco y frío).

## 8. TIPOS DE TIEMPO EN INVIERNO

Durante esta época el máximo de Azores se ha retirado hacia el sur debido al empuje de las masas frías polares, por lo que la circulación es más meridional, a la vez que zonal. Dado que el cinturón subpolar de bajas presiones desciende en latitud y el contraste térmico entre continente y océano se acentúa, la corriente en chorro gana en energía y bien ella o un ramal alcanza nuestras latitudes. Tal mecanismo es responsable de la mayoría de los tiempos perturbados durante los cuales familias de borrascas cruzan nuestra península, especialmente por su mitad norte, generalizando las precipitaciones.

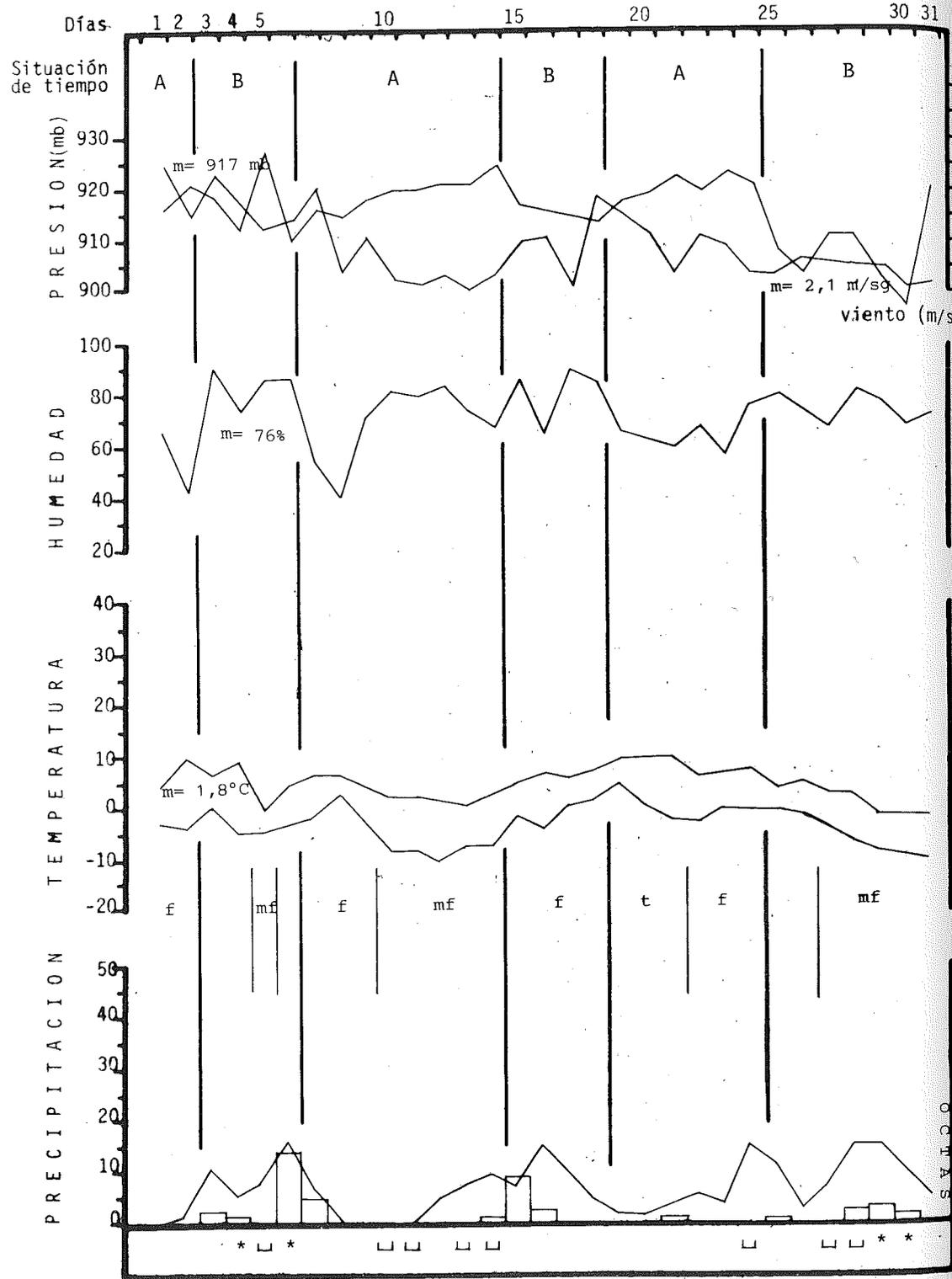
A pesar de ser una época de frecuentes descensos de presión son también numerosos los días caracterizados por altas presiones. Los anticiclones térmicos creados sobre Europa central pueden extenderse hasta la Península. En este caso el aire continental nos llega como viento del nordeste ocasionando olas de frío, bien por la propia temperatura del aire, bien por la irradiación a que da lugar el cielo despejado. Corresponde a la época de mayor empuje del aire ártico, cuya elevada presión entronca con la de Europa Central y ésta a su vez con la alta peninsular. Tal mecanismo aparece muy relacionado con los descensos pluviométricos que durante el mes de febrero tiene lugar en nuestra zona.

Las fases anticiclónicas pueden tener también su origen en los anticiclones oceánicos. El régimen de vientos del oeste-noroeste (según la posición) da lugar a temperaturas suaves, escasas precipitaciones y con posibilidades de nieblas matinales. Si dichas altas basculan hacia el este, los vientos toman una componente norte, empujando aire subpolar muy frío, con el consiguiente descenso de la temperatura. En este caso las precipitaciones pueden ser de nieve si previamente el aire oceánico ha invadido el Alto Aragón.

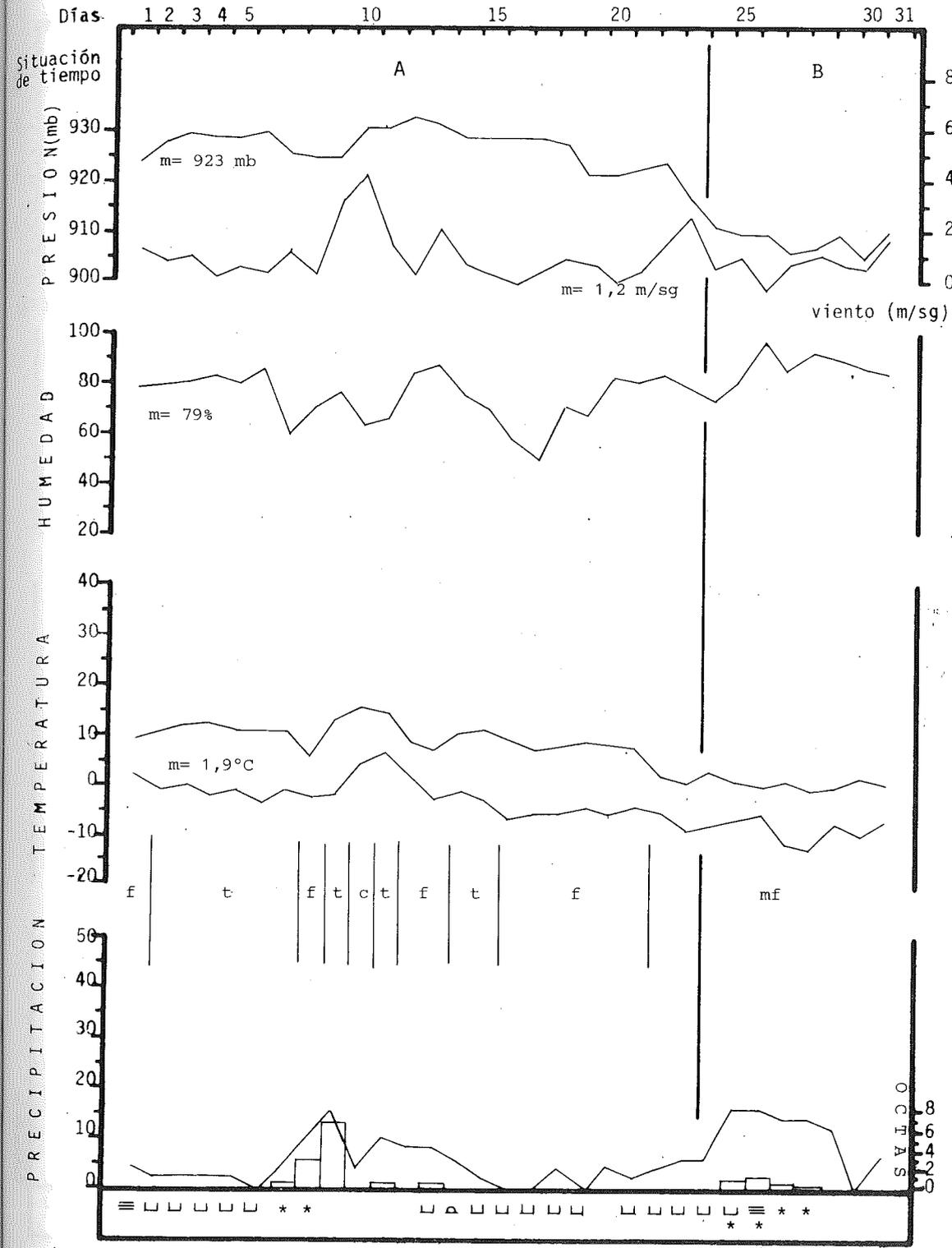
Durante esta estación los tiempos perturbados se diferencian escasamente de los anticiclónicos (41 y 58 % respectivamente) si bien sólo el 36 % aportan precipitaciones frente a un 64 % de tiempos secos.

La característica general de la estación es el dominio de los tiempos fríos, y dentro de estos los que aportan precipitaciones (23 %) casi igualan a los de carácter también frío sin precipitación (33 %). En unos y otros son los flujos de dirección submeridiana los de mayor ocurrencia: los del oeste y noroeste empujados y dirigidos por el frente

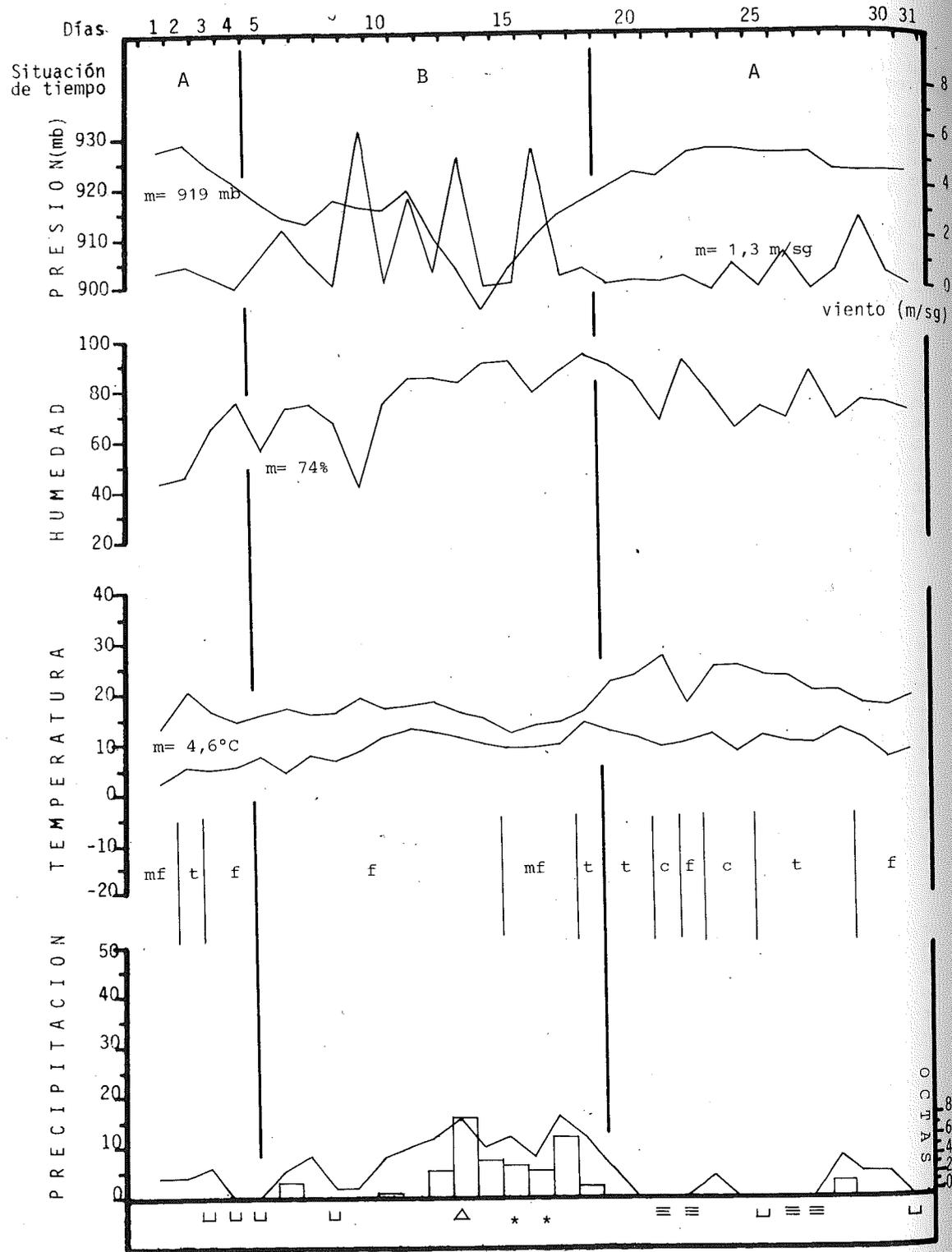
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, DICIEMBRE 1969



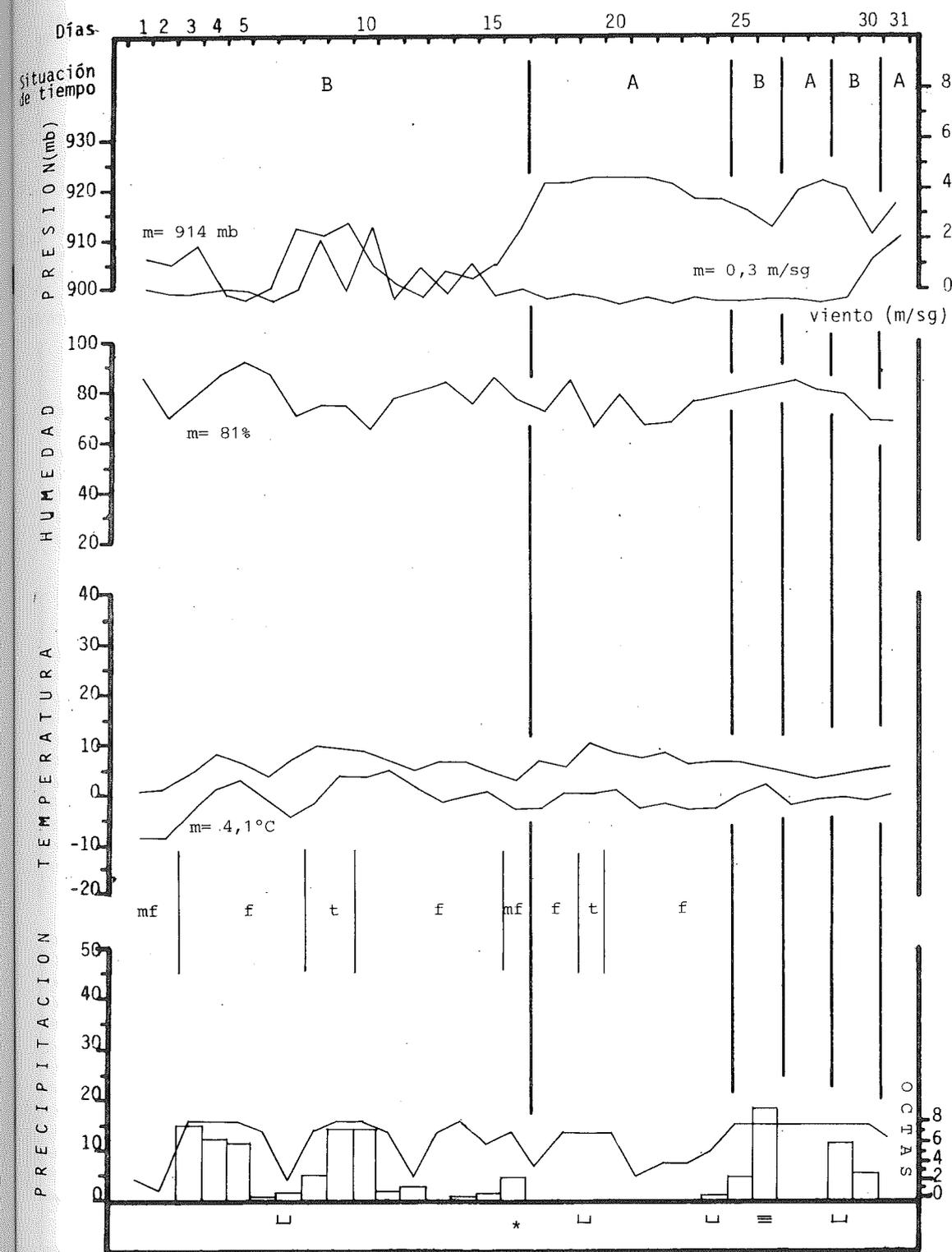
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, DICIEMBRE 1970



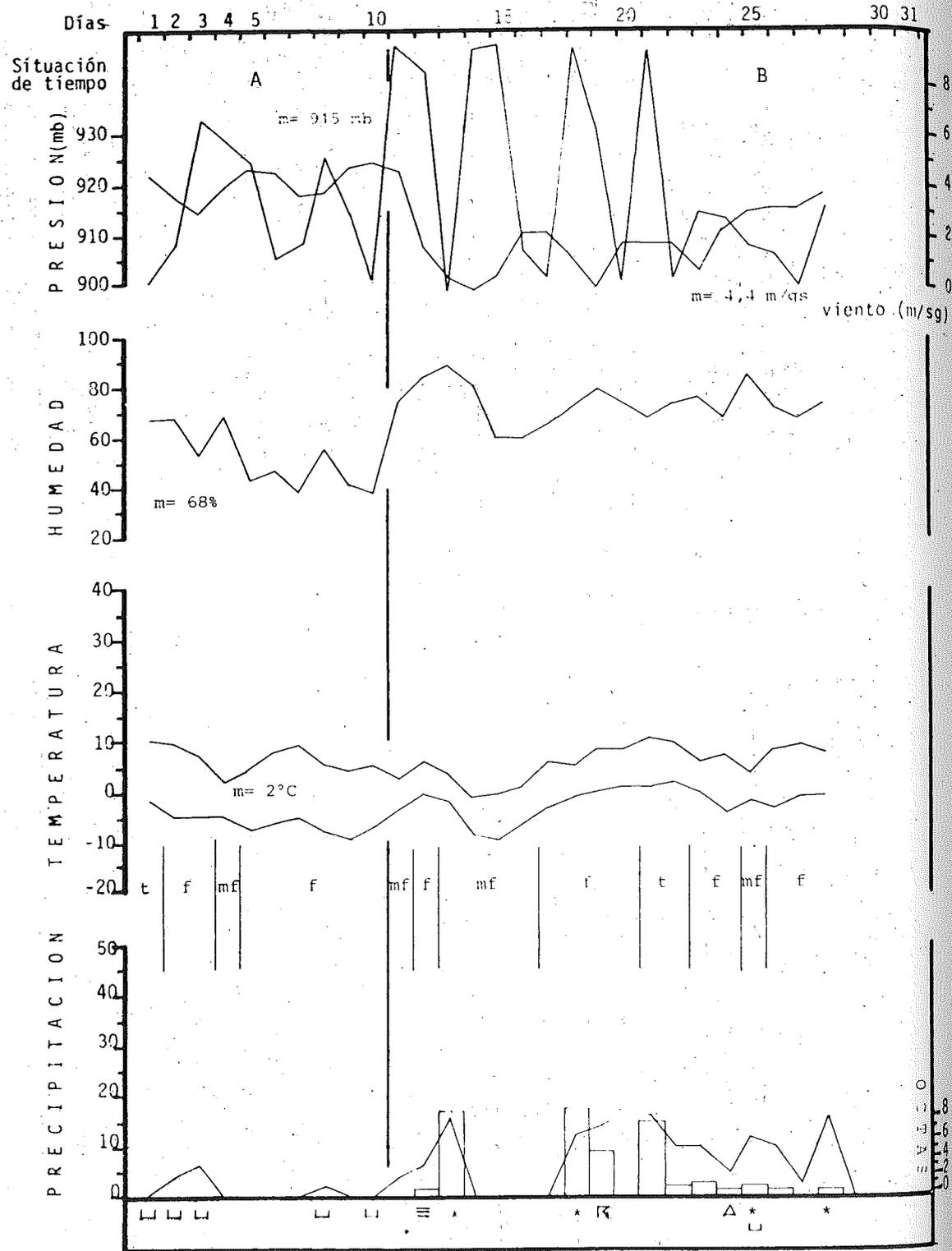
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, ENERO DE 1969



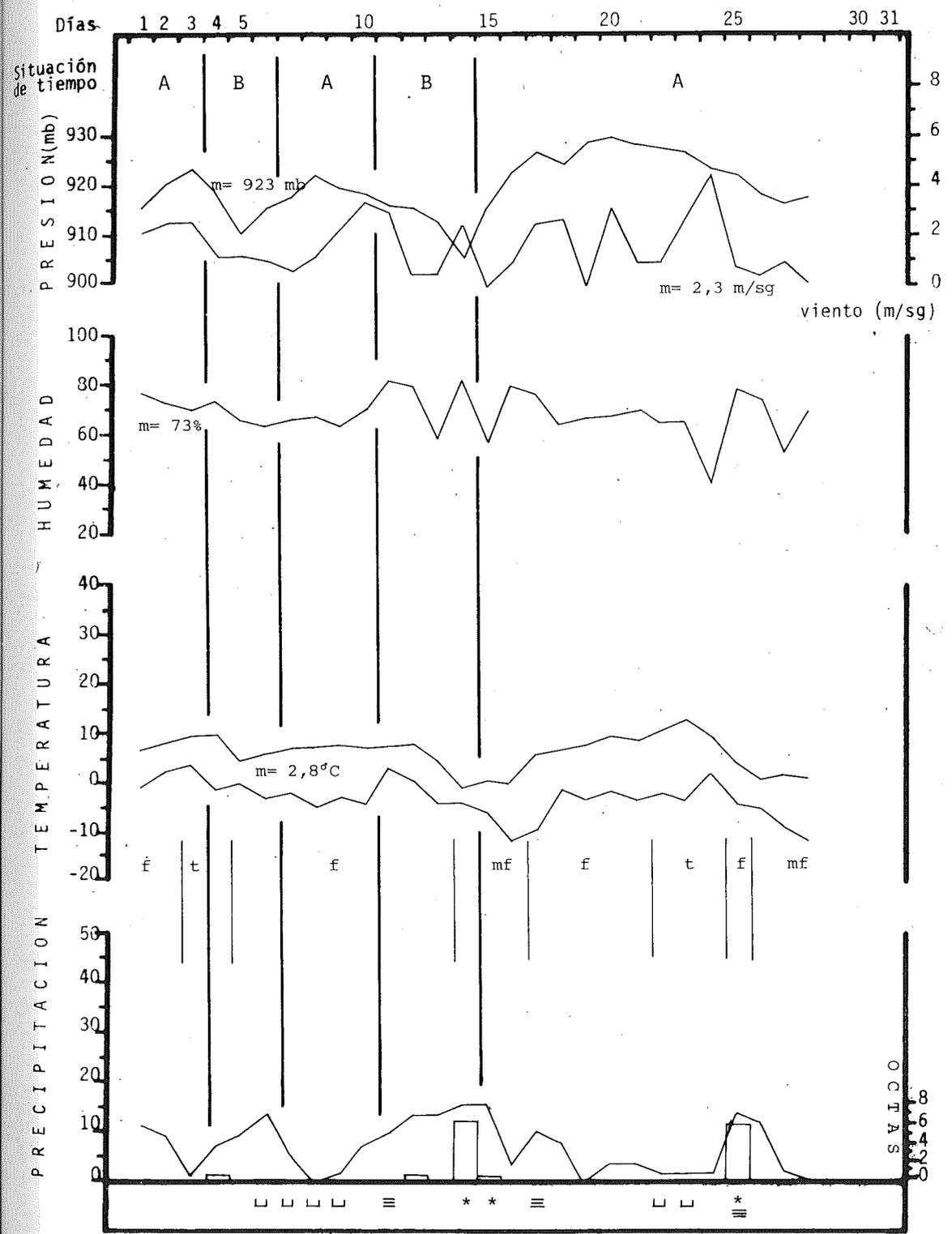
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, ENERO DE 1970



DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, FEBRERO DE 1969



DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, FEBRERO DE 1970



polar y los del suroeste originados por coladas frías que provocan inestabilidad en el Atlántico suroriental. Cuando a estos últimos sucede una circulación meridiana rápida (desplazamiento hacia las costas de Europa del anticiclón nordatlántico) las precipitaciones tienden a ser de nieve en las zonas altas.

La ligera supremacía de los tipos de tiempo anticiclónicos es debida esencialmente a los de carácter frío. Incluyen tanto los del nordeste como los del noreste provocados por el anticiclón continental y marítimo respectivamente.

A) *Anticiclónicos*. — Tal como se ha descrito en el apartado anterior dominan los de carácter frío, siendo los máximos responsables las masas de aire derivadas de flujos del noroeste y nordeste. Unos y otros apenas aportan precipitación, bien por la eficaz pantalla pirenaica en el primero de los casos, bien por su origen en el anticiclón continental europeo para los del segundo.

Le siguen los flujos zonales más templados y raramente se crean tipos cálidos. Cuando sucede se debe a masas subtropicales empujadas hacia nuestras latitudes. Aunque por su menor importancia destacan también los tipos de tiempo muy fríos. Estos son menos abundantes cuando dominan los tiempos ciclónicos y su origen está en los flujos del noroeste provocados por el anticiclón atlántico, alargando su eje en dirección norte sur.

Sólo el 9 % de los tiempos anticiclónicos provocan precipitaciones y térmicamente no pasan de tipos de tiempo templados si exceptuamos un 2 % que alcanzan a ser cálidos.

a) *Tipos de tiempo anticiclónicos muy fríos y con precipitaciones*: Las invasiones de aire subpolar marítimo, frecuente a finales de enero y principios de febrero, pueden dar lugar a situaciones tan frías como las invasiones de aire polar continental, cuando días antes pudo haber invasión de este tipo de aire o períodos fríos causados por irradiación.

La situación sinóptica en todos estos casos muestra una corriente general del cuarto cuadrante que circula en torno del anticiclón atlántico, canalizado por una zona de bajas presiones que abarca el sur de Francia y el Mediterráneo, además de la situada sobre Escandinavia.

Cuando estas condiciones de superficie se ven favorecidas por otras similares en zonas altas, el proceso se desarrolla creando unos tipos de tiempo fácilmente esperados de su distribución isobárica. El día 15 de febrero de 1970, tanto el anticiclón atlántico como la baja presión noreuropea se ven reforzados en altitud por sendas áreas menos frías y mucho más frías, respectivamente.

Estas perturbaciones del noroeste, en invierno son engendradas por el frente polar cuando adopta un trazado submeridiano sobre Europa occidental. Se trata bien de un frente polar normal, bien de un frente polar derivado. El dispositivo isobárico que mejor se presta a este tipo de circulación submeridiana es el dispositivo "en cruz". El anticiclón sirve de lecho a la corriente, junto con la baja presión sureuropea o mediterránea que atrae la corriente hacia el sureste (PEDELABORDE, 1957, p. 179).

Dichos tipos del noroeste implican generalmente masas de aire húmedas del W enfriadas en su recorrido a lo largo de altas latitudes, siguiendo la inflexión de la corriente alrededor del anticiclón atlántico director. Tales masas de aire son frías pero raramente lo son tanto, ni tan dinámicas, como las que circulan en tipos claramente meridianos.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	-7	-14	8*
Formigal . . . . .	-6	-11	3*
Salvaterra . . . . .	0	-5	14*
Jaca . . . . .	-2	-4,5	13*
Ena . . . . .	3	-6	6*
Caldearenas . . . . .	0	-4	1*
Luesia . . . . .	4	-4	10
Aineto . . . . .	-	-	-

La uniformidad térmica fría domina todo el Alto Aragón, consecuencia de la masa de aire frío que cubre todo el territorio. Las manifestaciones pluviométricas son todas en forma de nieve, excepto aquellas partes situadas al sur de las Sierras Exteriores ya más en pleno valle del Ebro.

Como era de esperar, cuanto más al oeste mayor fue la precipitación (Pamplona 35 mm.), a la vez sucesivamente disminuyó hacia el este y hacia el sur (Zaragoza 4 mm.).

Sus manifestaciones más normales son una elevada nubosidad (8 octas), junto con una alta humedad relativa (90 %), vientos superiores a 3 m/sg., que en algunos puntos del valle del Ebro llegan a ser rechazados, y unas temperaturas muy frías junto a una débil oscilación diurna.

En total suponen el 0,9 % de los tiempos invernales y el 10 % si sólo consideramos los tiempos anticiclónicos con precipitaciones. Aunque su origen puede estar en una masa fría de recorrido oceánico más meridional, el 70 % de las veces corresponden a flujos submeridianos del cuarto cuadrante.

b) *Tipos de tiempo anticiclónicos muy fríos y sin precipitaciones*: Las invasiones de aire polar continental, con vientos dominantes del nordeste, constituyen una de las causas fundamentales de los períodos anormalmente fríos en la Península Ibérica (FONT-TULLOR, p. 42). La presencia de un anticiclón noreuropeo y de una baja mediterránea constituyen el esquema sinóptico básico para que se establezca esta situación. En ocasiones este anticiclón europeo se une al de Azores por un collado sobre nuestra península, reforzando así sensiblemente su presencia.

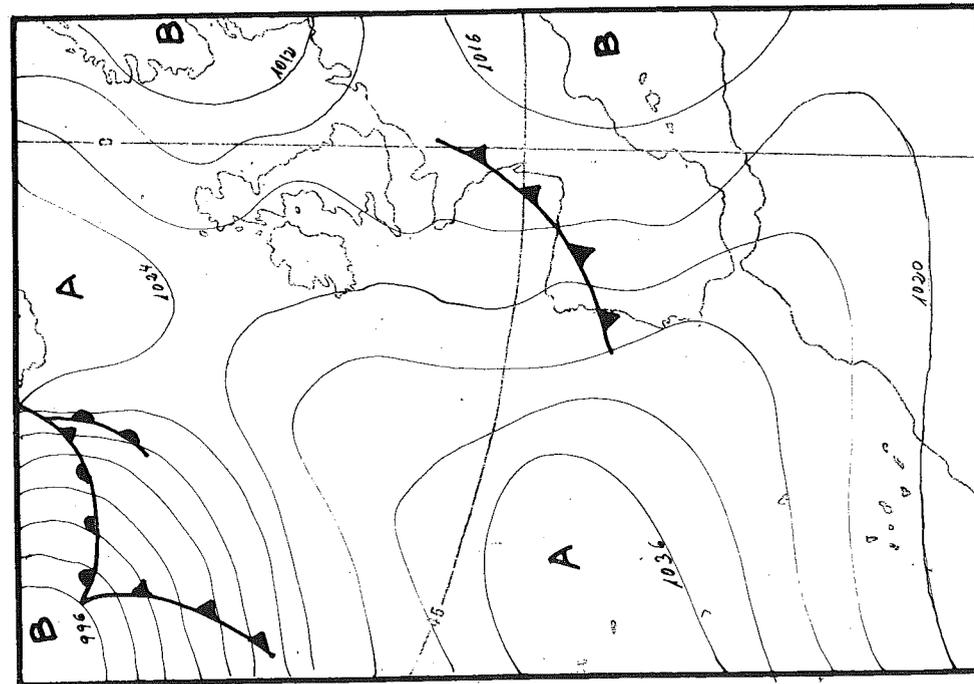
Durante el invierno, todo el norte europeo, Rusia y Europa Central, son verdaderos laboratorios de masas de aire frío que se comportan como auténticas regiones-manantiales. Allí se instalan anticiclones térmico responsables de los fríos que hacen descender fuertemente la temperatura en nuestra región. Dependiendo directamente de nuestra posición respecto al eje anticiclónico dan días con tiempo soleado y con progresiva disminución térmica derivada de la estabilidad del anticiclón.

El día 10 de diciembre de 1969 aparecen en superficie dos centros anticiclónicos, uno en el Atlántico central al norte del paralelo 35° y otro centrado en Europa oriental que se une al anterior a través de Europa occidental con un pasillo de altas presiones.

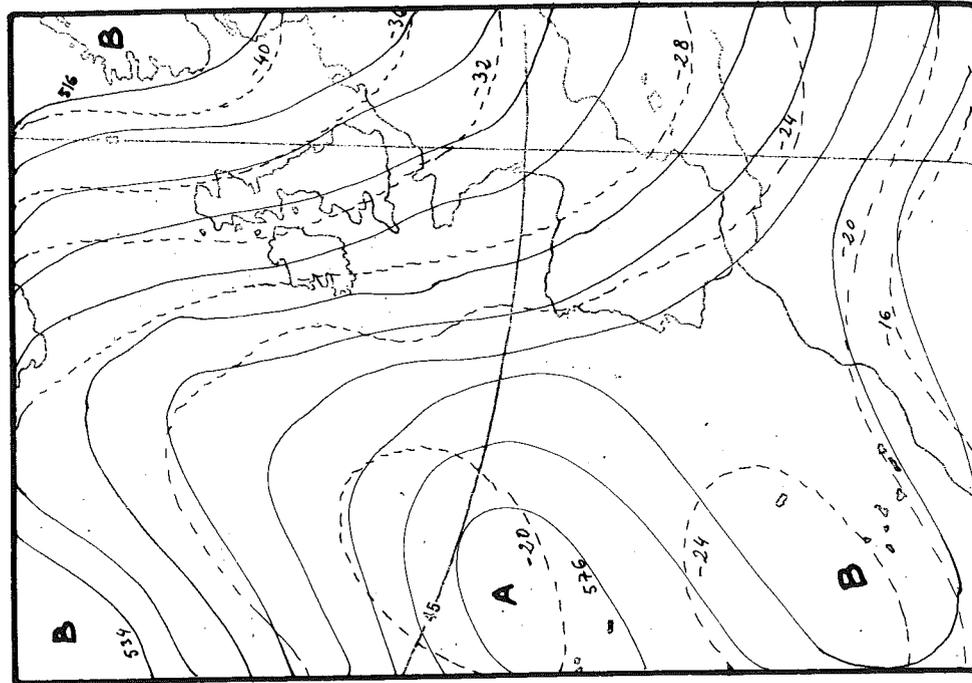
Establecido este régimen del noroeste, entran en juego las bajas presiones mediterráneas, pero su papel es solamente pasivo: su aspiración acentúa el empuje que emana del anticiclón septentrional, quien expande el aire frío sobre nuestra región. Con esta situación el aire es seco y frío en todo el territorio altoaragonés.

SITUACIÓN DÍA

15-2-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	-4	-11	
Formigal . . . . .	-3	-11	
Salvatierra . . . . .	4	-2	
Jaca . . . . .	3,6	-7	
Ena . . . . .	3	-10	
Caldearenas . . . . .	5	-11	
Luesia . . . . .	6	-3	
Aineto . . . . .	5	-2	

La nubosidad es nula, pues los movimientos de subsidencia alejan la humedad atmosférica de su punto de rocío. Las temperaturas son siempre muy bajas pues hay un proceso de enfriamiento del aire en las capas superficiales debido al balance de los procesos radiativos del suelo y de la atmósfera. Las precipitaciones son inexistentes, debido a que el aire frío posee una débil capacidad higrométrica por su origen continental.

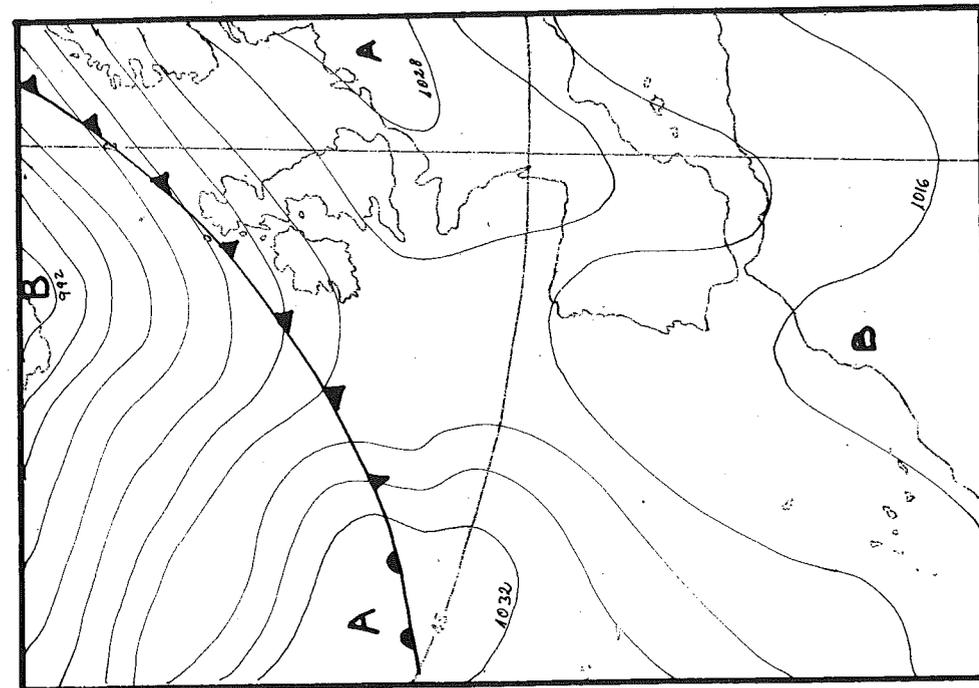
En total suponen el 4 % de los tiempos de invierno, de los cuales cerca del 40 % se deben a anticiclones continentales. La caracterización de tiempo muy frío puede venir también dada por anticiclones oceánicos de dirección submeridiana, pero su mayor grado de humedad caracteriza una mayor nubosidad o incluso nieblas matinales.

c) *Tipos de tiempo anticiclónicos fríos y con precipitaciones:* Cuando una corriente del noroeste circulando sobre el Atlántico toma una dirección sureste, las perturbaciones se alimentan de masas de aire frías de la Cuenca Arctica. En consecuencia el tipo de tiempo puede ser también frío, pero en menor cuantía que cuando deriva del anticiclón continental. Su origen oceánico es causa de cierta mayor benignidad, pero a su mayor capacidad higrométrica debe que sea portador de precipitaciones.

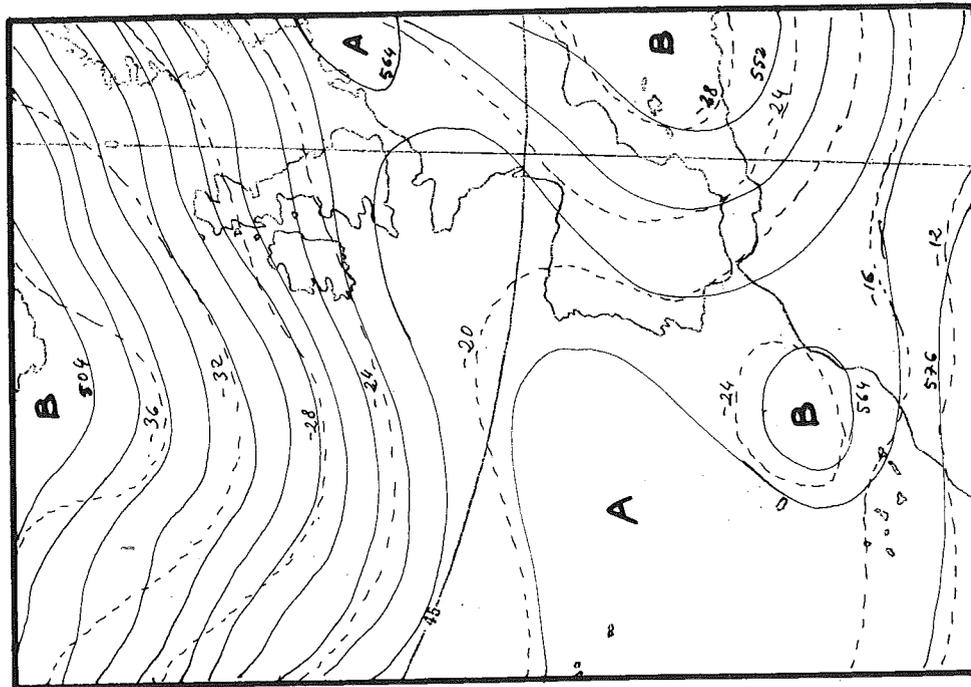
Entre la dorsal de altas presiones y la baja del norte de Inglaterra circulan masas subtropicales y subpolares. La inestabilidad que generan, sólo roza la parte más septentrional de la Península, gracias a que sobre ella también se extienden las altas presiones. El frente frío posterior eleva las masas de aire húmedas provocando precipitaciones en forma de nieve en los relieves montañosos. Así ocurrió el día 17 de febrero de 1970.

El conjunto de la cadena pirenaica queda, a lo sumo, afectada por las colas de estas perturbaciones y, por supuesto, mucho menos la vertiente meridional en la cual se sitúa nuestra comarca. Mientras los máximos pluviométricos altoaragoneses no rebasaron los 3 mm. en la vertiente septentrional oscilaron entre 6 y 16 mm. (KERBE, 1974, p. 93).

Aunque en su origen sean perturbaciones vigorosas, van perdiendo su energía por su largo recorrido bajo condiciones anticiclónicas, pero reviven su eficacia en razón de la importancia de la orografía que se interponga. Razón por la cual la vertiente septentrional es mucho más irrigada que la meridional por su situación a barlovento. Los puntos más occidentales de más fácil acceso de estas masas de aire reciben mayor precipitación (Pamplona 3 mm.) pero hacia el este el abrigo orográfico es mucho más patente (Salvatierra 2 mm., Jaca 0,8 mm.).



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	2	-10	2*
Formigal . . . . .	3	-3	2,6*
Salvatierra . . . . .	7	-1	2
Jaca . . . . .	6,8	-8	0,8
Ena . . . . .	5	1	1
Caldearenas . . . . .	4	-10	1
Luesia . . . . .	5	-1	2,7
Aineto . . . . .	5	-6	2

En conjunto, las zonas más irrigadas son las altas cumbres fronterizas y los puntos más occidentales (Candanchú-Formigal y Salvatierra-Luesia). El resto del Alto Aragón queda muy protegido con excepción de algunos puntos que, por su mayor altitud, crean nuevamente condensación (Aineto).

Térmicamente destacan las depresiones o zonas bajas donde se acumula y estanca el aire frío (Jaca, Caldearenas, Aineto). En estos puntos llegar a crearse inversiones que originan los mínimos absolutos de la comarca, con valores equiparables a las mínimas de las zonas más altas.

En total, suponen el 5 % de los tiempos invernales, de los cuales cerca del 50 % corresponden a flujos del noroeste. Suponen también el 57 % de los tiempos anticiclónicos capaces de aportar precipitaciones, pero tan sólo el 10 % del total de los tiempos anticiclónicos.

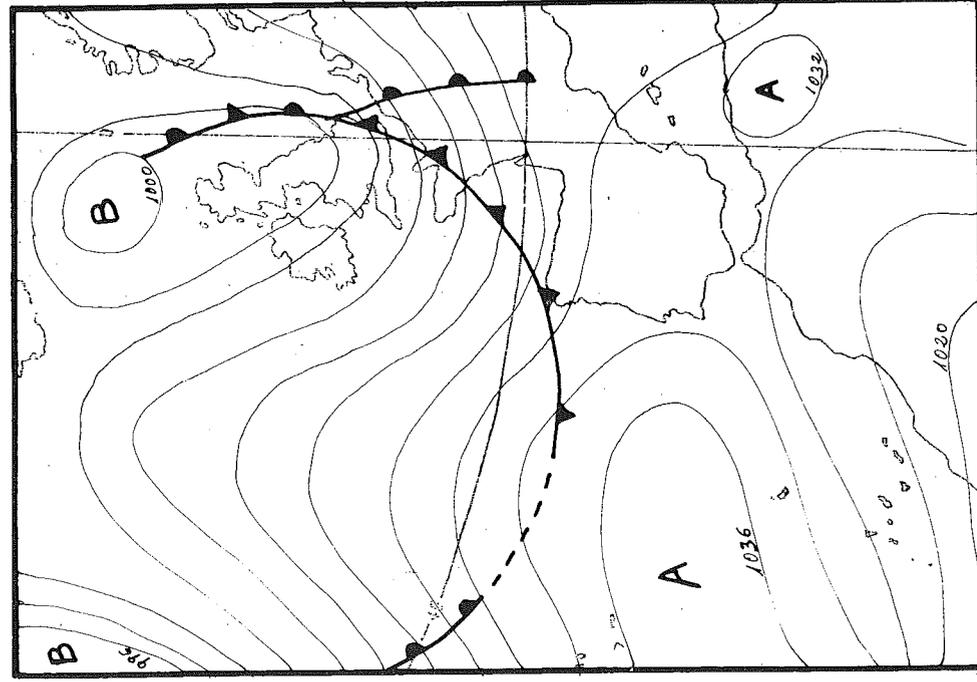
d) *Tipos de tiempo anticiclónicos fríos sin precipitaciones:* El mínimo pluviométrico que muchos años presenta el mes de febrero viene dado por la frecuencia de altas presiones que desde el Atlántico sur se extienden sobre nuestra península y desplazan la circulación zonal a latitudes más septentrionales.

El día 21 de febrero de 1970 registró la máxima presión invernal de los años 1969-1970 bajo una situación de este tipo. Situaciones que no sólo presentan una relativa frecuencia, sino también una respetable persistencia, con períodos de hasta 5 o más días durante los cuales la fuerte irradiación del suelo da lugar a mínimas acentuadas, favorecida por unas condiciones de vientos en calma y cielo despejado, si bien las máximas diurnas son algo más benignas debido a la insolación.

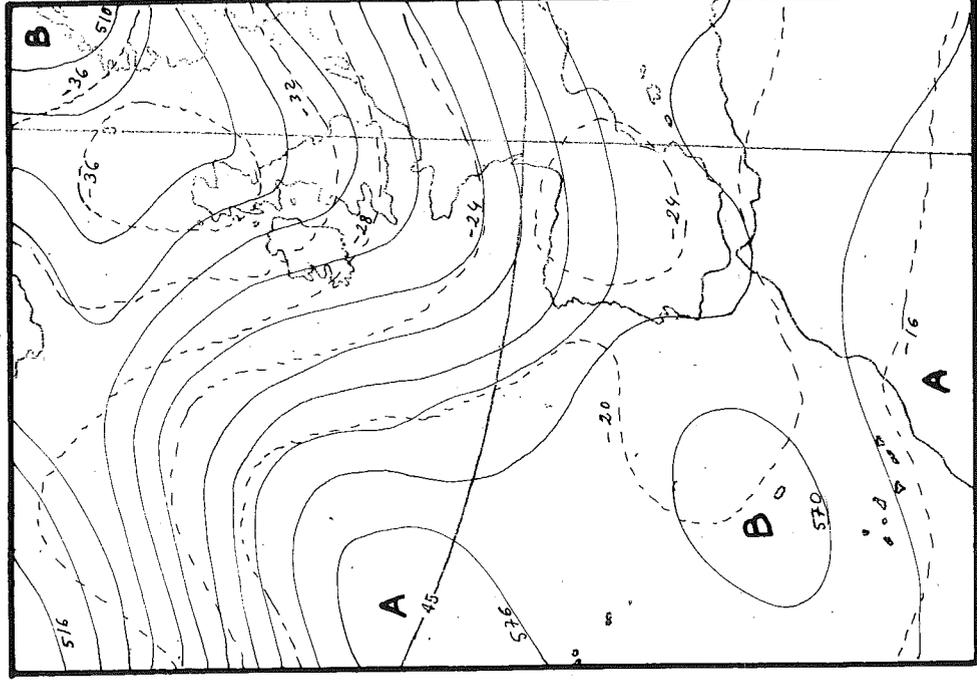
Durante esta época invernal la situación que puede dar lugar a tiempos fríos sin precipitaciones, aparte de la descrita —anticiclón centrado al oeste de la Península Ibérica—, puede derivar también de un anticiclón europeo extendido sobre la misma península y cuyo centro se sitúa a veces sobre ella, o fruto de un collado barométrico reflejo de una amplia zona de mínimo gradiente. En el primer caso los días fríos derivan de aire frío continental, en el segundo —más similar en su génesis al del 21 de febrero—, derivan de la fuerte irradiación.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	3	-6	
Formigal . . . . .	6	-3	
Salvatierra . . . . .	9	6	
Jaca . . . . .	10	-2	
Ena . . . . .	11	-5	
Caldearenas . . . . .	13	-7	
Luesia . . . . .	9	3	
Aineto . . . . .	12	1	

SITUACIÓN DÍA 17-2-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

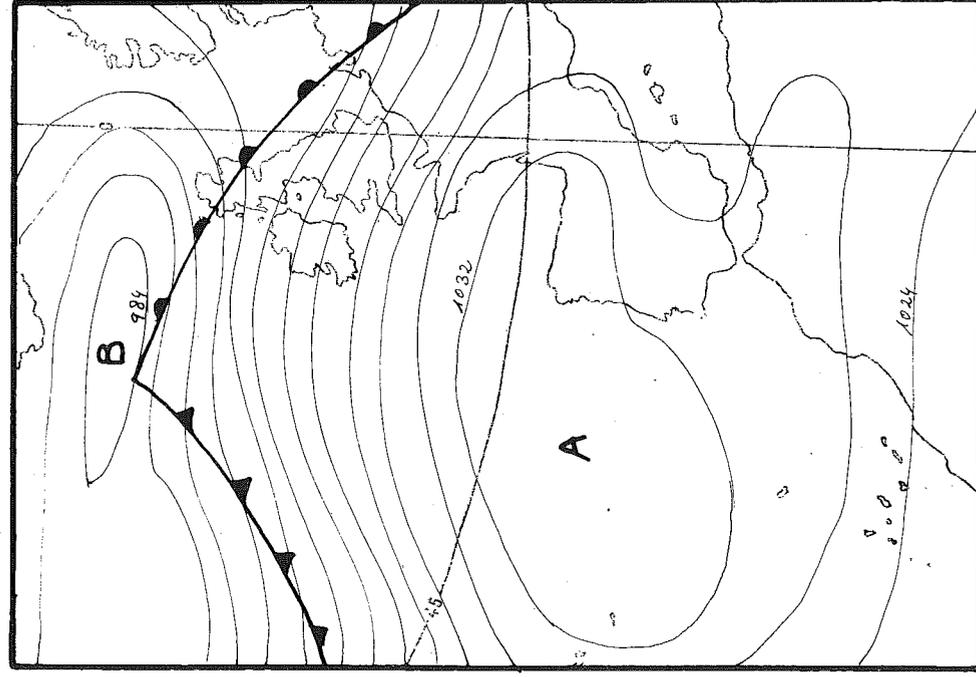


MAPA DE 500 MB - 12 H.

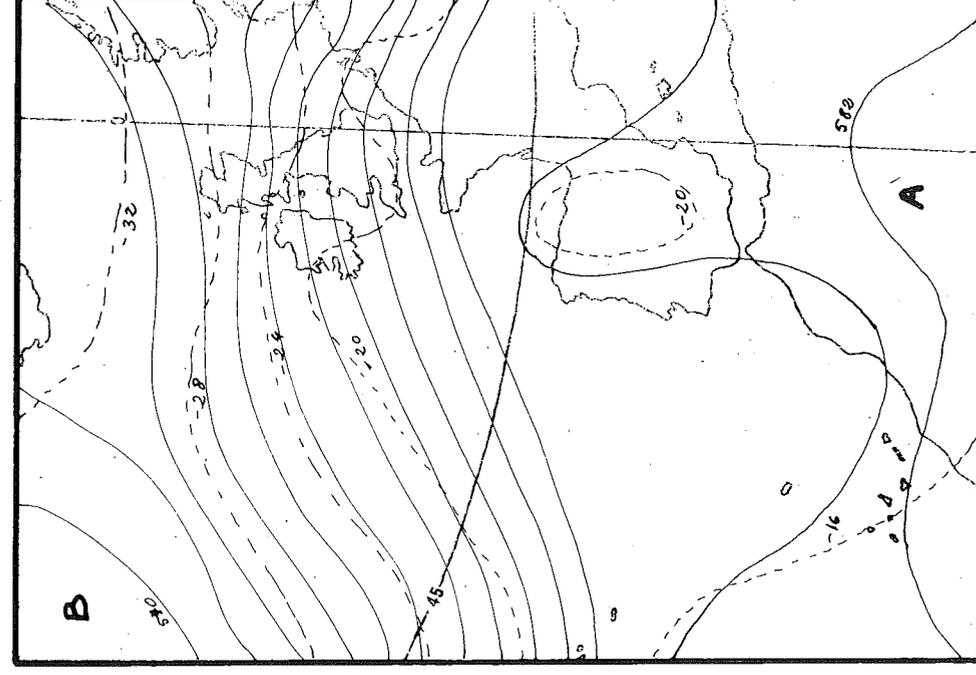
SITUACIÓN

DÍA

21-2-1970

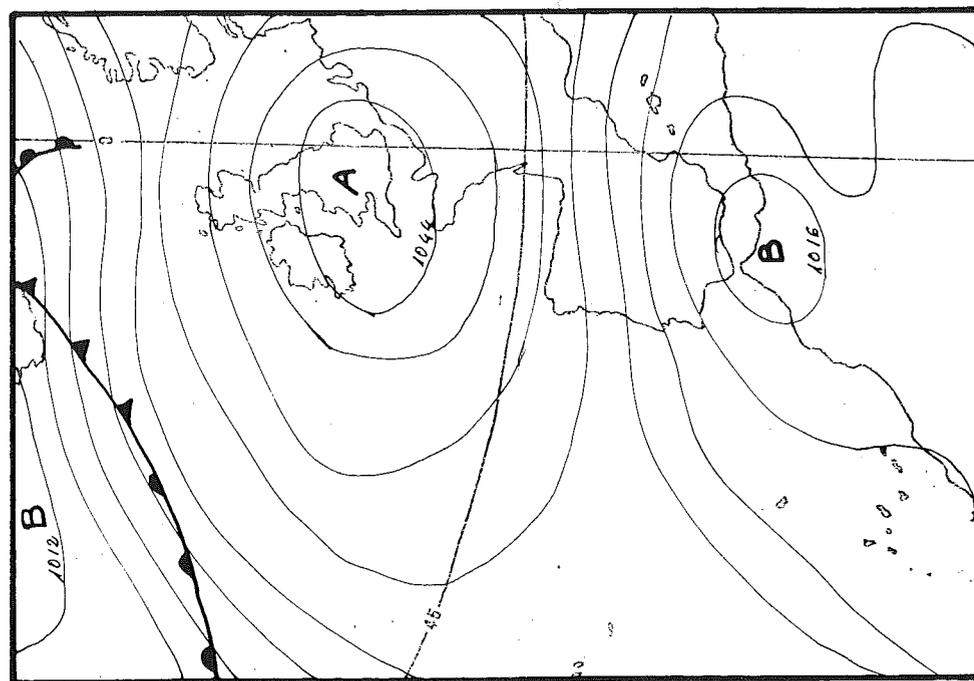


MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

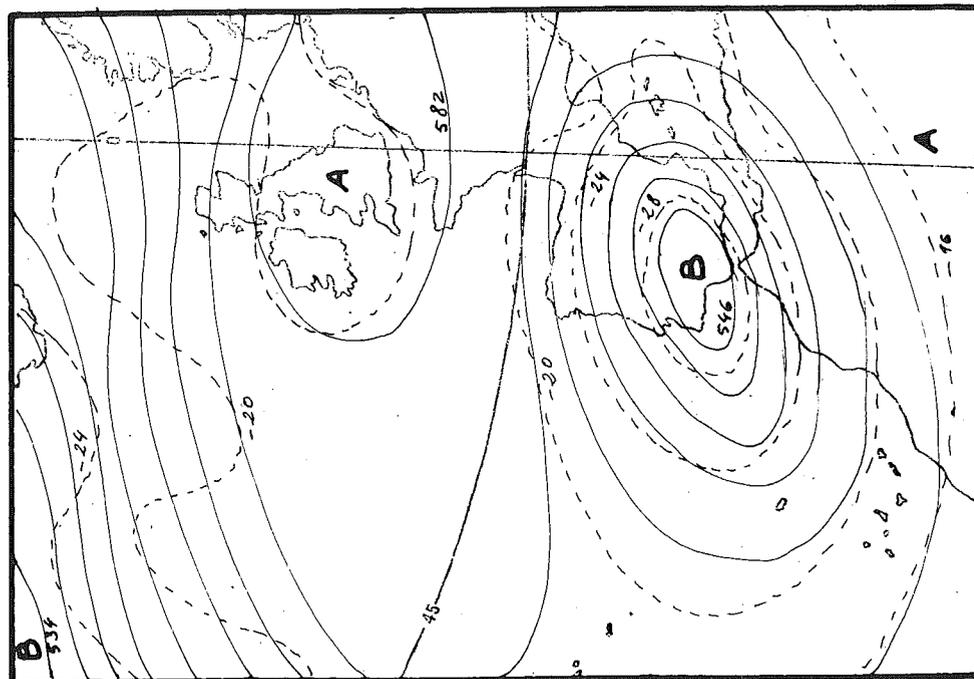


MAPA DE 500 MB - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 9-12-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

Las condiciones son realmente propicias para crearse fuertes inversiones térmicas. Un reflejo de ellas lo tenemos en las estaciones de Ena y Caldearenas, al igual que en la Depresión Media altoaragonesa (Jaca) si bien la inversión es menos acentuada al ser topográficamente más abierta a occidente.

Estos tipos de tiempo fríos sin precipitación tienen lugar el 26 % de los días invernales y suponen el 50 % de los que están caracterizados por altas presiones.

e) *Tipos de tiempo anticiclónico templado con precipitaciones:* La llegada de una colada fría en el seno del aire cálido determina inestabilidad en las capas bajas, mayor cuando esta masa fría queda aislada de la circulación general a modo de gota fría en las capas altas y su temperatura es tan fría ( $-28^{\circ}\text{C}$ ).

El mecanismo que crea esta descarga polar hacia zonas más cálidas tiene lugar en el Atlántico sur y da lugar a una baja térmica que va desplazándose poco a poco hacia el Mar Mediterráneo, en cuyas aguas relativamente más cálidas determinan un fuerte gradiente vertical.

En otros casos dicha inestabilidad también puede tener su origen en el aire frío continental que alcanza esa cuenca empujado por las altas presiones allí instaladas, sin que intervengan fenómenos de capas altas. El hecho parece evidente en invierno porque las orillas son netamente más frías (BIEL, 1944, p. 130).

La borrasca subatlántica, en su desplazamiento a través del estrecho de Gibraltar hacia la cuenca del Mediterráneo occidental va circulando por el llamado frente sahariano cuyo campo frontogénico que alimenta tal situación pone en contacto la masa de aire frío con el aire subtropical o de origen sahariense. El contraste suele ser fuerte y puede ser asiento de gran actividad.

La baja allí asentada, junto con la alta instalada en Europa occidental, empujan el aire mediterráneo (de fuerte capacidad higrométrica) hacia el interior de nuestra península que permanece fría y que se ve obligado a elevarse, actuando a modo de frente cálido. Los días son templados y las precipitaciones abundantes en todo el área de Levante y muy generalizadas en el valle del Ebro.

La disminución pluviométrica es evidente a medida que el aire penetra en la Península desde levante.

Barcelona . . . . .	56 mm.
Zaragoza . . . . .	27 mm.
Logroño . . . . .	20 mm.
Pamplona . . . . .	12 mm.
Vitoria . . . . .	8 mm.

Pero al llegar a los escarpados Pirineos adquiere nuevo vigor impuesto por las altitudes que se ve obligado a alcanzar (9 de diciembre de 1970).

	M	m	P
Candanchú . . . . .	6	-5	12*
Formigal . . . . .	7	-4	22*
Salvaterra . . . . .	11	-1	15
Jaca . . . . .	13	-1	13
Ena . . . . .	5	-3	19
Caldearenas . . . . .	6	-1	21
Luesia . . . . .	10	-4	12
Aineto . . . . .	11	-4	29

Quando un flujo así tiene que atravesar por efecto del relieve más de 2.000 metros de aire frío, el agua de condensación llega al suelo en forma de nieve (IVERS, p. 178).

Al contrario de lo que puede suceder con flujo del noroeste, las zonas más irrigadas son las primeras estribaciones montañosas (Sierras Exteriores) antes de alcanzar propiamente los Pirineos (Aineto 29 mm.). Después de atravesar las depresiones, las masas de aire vuelven a adquirir nueva energía pero ya en menor cuantía, pues cada vez están más carentes de humedad (Formigal 22 mm.).

Los extremos occidentales (Candanchú y Luesia) son los menos afectados por las precipitaciones. El primero por su posición más occidental, además de la eficaz barrera de las Sierras Interiores, y el segundo además por su menor altitud.

Por efecto de condensación la nubosidad es abundante, con humedades relativas superiores al 80 y 90 % y con vientos (por efecto del anticiclón) algo más racheados (del orden de 3-4 m./sg.). En días posteriores se aprecia una elevación de las máximas, secuela de haberse sustituido el aire frío polar de días anteriores por el de origen mediterráneo más cálido. Elevación que puede ser de 7-8 grados.

En total suponen el 2,5 % de los tiempos de invierno y el 4 % de los tiempos anticiclónicos.

f) *Tipos de tiempo anticiclónicos templados y sin precipitaciones:* Mientras que una posición de anticiclón centrado da origen a un nulo gradiente barométrico que somete el suelo peninsular a un fuerte calentamiento e irradiación nocturna, cuando éste se sitúa más a occidente, dejando nuestra zona en su borde oriental, las condiciones térmicas cambian sensiblemente.

En primer lugar nos llega un aire oceánico —zonal más templado— y en segundo lugar el Alto Aragón queda alejado de la subsidencia del centro anticiclónico. Los días a que da lugar no pasan de templados, sin llegar a cálidos como en un tipo de suroeste. Ello se debe a que el anticiclón atlántico, en invierno, está constituido por las expulsiones de fin de familia de los ciclones zonales. No representa casi nunca durante el invierno (PEDELABORDE, 1957, p. 179).

Constituye una situación muy frecuente (más del 50 % de los tipos anticiclónicos templados) que puede permanecer 4 o 5 días.

Día 22 de febrero de 1970:

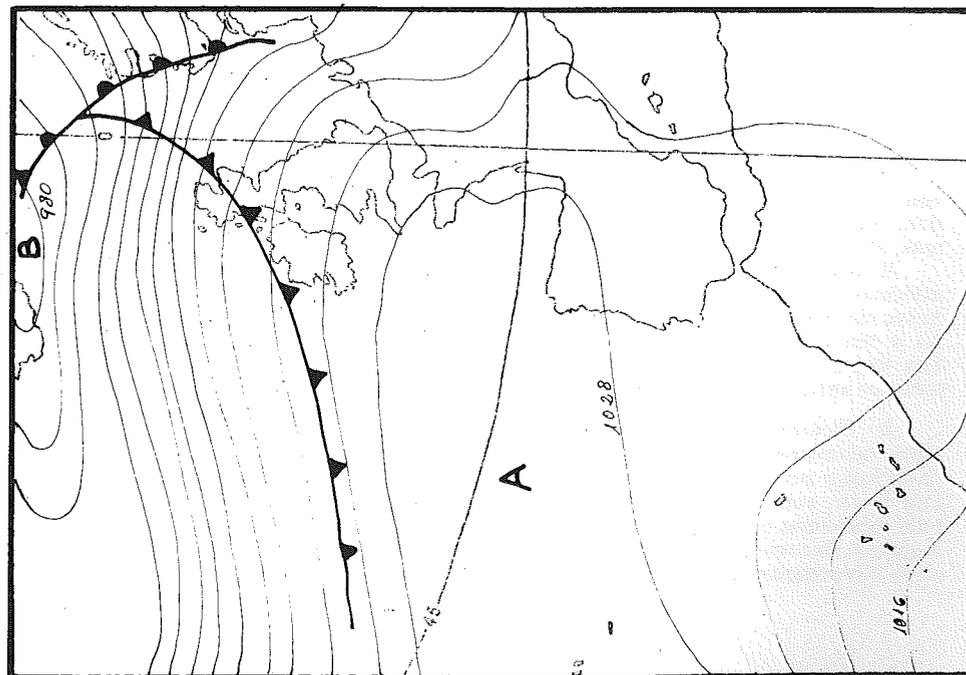
	M	m	P
Candanchú . . . . .	7	-5	
Formigal . . . . .	9	-2	
Salvatierra . . . . .	10	3	
Jaca . . . . .	12,5	-1	
Ena . . . . .	12	6	
Caldearenas . . . . .	12	-5	
Luesia . . . . .	9	3	
Aineto . . . . .	15	-1	

Como siempre, los puntos más protegidos de estos flujos del noroeste (Formigal) son mucho más cálidos que los más expuestos (Candanchú). A la vez que las depresiones (Caldearenas, Aineto) y las salidas de los valles transversales pirenaicos a la Depresión media (Jaca) son los más afectados por acumulación o llegada de aire enfriado.

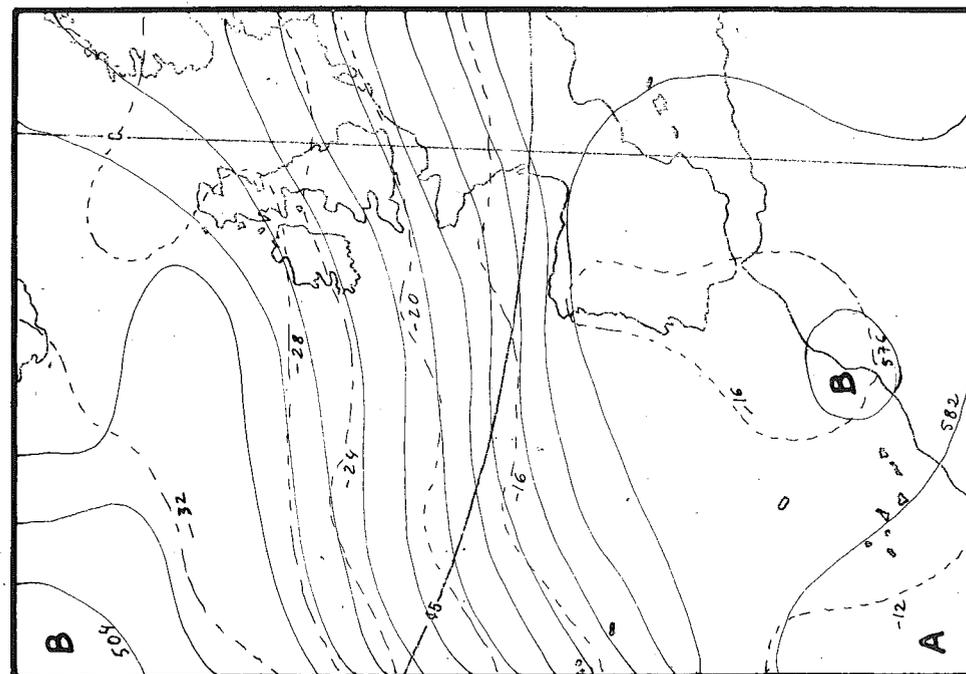
Los vientos son poco importantes y la humedad relativa es moderada (70 %). La nubosidad es escasa (2-3 octas) como consecuencia de que las cumbres pirenaicas frenan la que se produce en la vertiente norte, mucho mejor expuesta. El descenso termométrico nocturno fruto de la irradiación da lugar a fuertes escarchas.

En total, suponen el 17 % de los tiempos de invierno, centrados fundamentalmente en acciones del anticiclón atlántico. Su posición más o menos septentrional o meridional compensa para que origine un tipo similar de tiempo en función

SITUACIÓN DÍA 22-2-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

de la temperatura, según sea el principio o final de la estación. Dentro de los tiempos anticiclónicos sin precipitaciones, dicho tipo templado supone el 50 % de ellos.

g) *Tipos de tiempo anticiclónicos cálidos y sin precipitaciones:* La situación del 21 de enero de 1969 deriva de un período en que domina el régimen anticiclónico. En altura, una dorsal va ganando extensión hasta alcanzar Europa occidental.

En superficie, el anticiclón está muy retirado hacia el sur, permitiendo una circulación más meridional, pero sin que pueda avanzar hacia el este por el bloqueo que ejercen las altas térmicas instaladas en Europa occidental y Mediterráneo. Las bajas así, circulan, desde una posición meridional, por el flanco occidental del anticiclón, con una dirección suroeste-nordeste. Dicho flujo implica un aporte de aire cálido y húmedo subtropical que atraviesa nuestra península de sur a norte.

Estos vientos, por su elevada capacidad higrométrica aportan abundante humedad (especialmente en el suroeste español) aunque esté lejos de su punto de saturación dada su elevada temperatura. En algunos puntos del sur de la península dan origen a precipitaciones cuando se reduce su temperatura al elevarse el aire por efectos topográficos.

Las máximas del día (a escala nacional) corresponden al norte peninsular (23° C en Pontevedra y 22° en Santander y Bilbao). Su largo recorrido sobre la Península los calentó y desecó por efecto foëhn sucesivo al atravesar cada una de las cordilleras.

Las temperaturas experimentan un notable ascenso y la nubosidad es nula, dando lugar a días despejados claros y con posibilidad de nieblas matinales por irradicación, pero de rápida desaparición diurna por efecto del calentamiento solar.

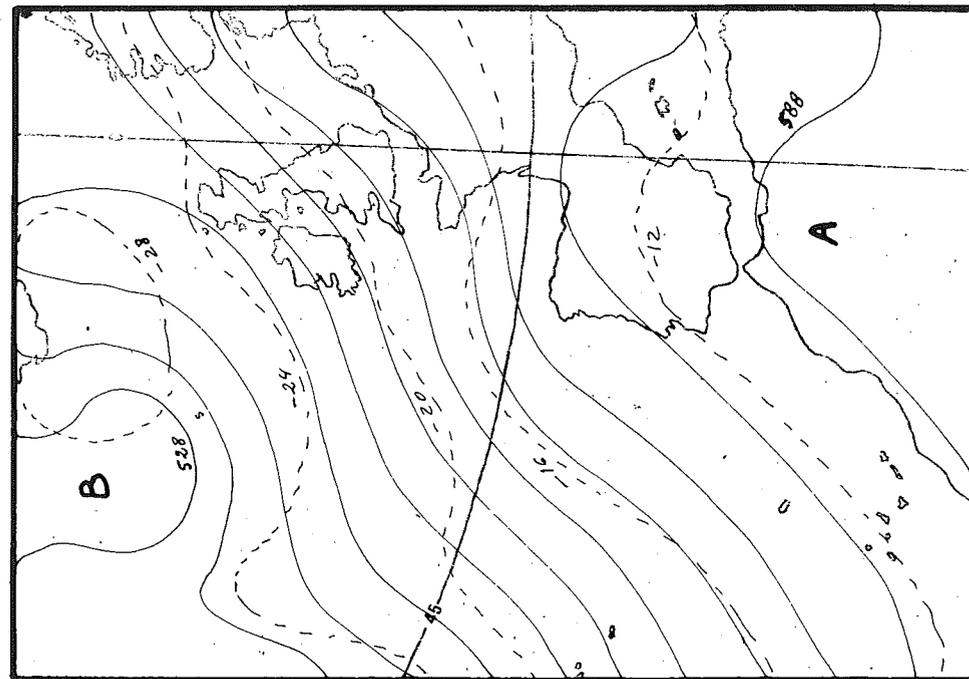
	M	m	P
Candanchú . . . . .	10	-5	
Formigal . . . . .	10	-4	
Salvatierra . . . . .	17	1	
Jaca . . . . .	18	0	
Ena . . . . .	18	-1	
Caldearenas . . . . .	19	-1	
Luesia . . . . .	18	4	
Aineto . . . . .	17	0	

Bajo estos flujos las condiciones térmicas altoaragonesas son muy uniformes, con mínimas diferencias entre unos puntos y otros. La cadena axil, aunque más fría, registra unos valores muy similares tanto en las máximas como en las mínimas, aunque más frías debido a la altitud.

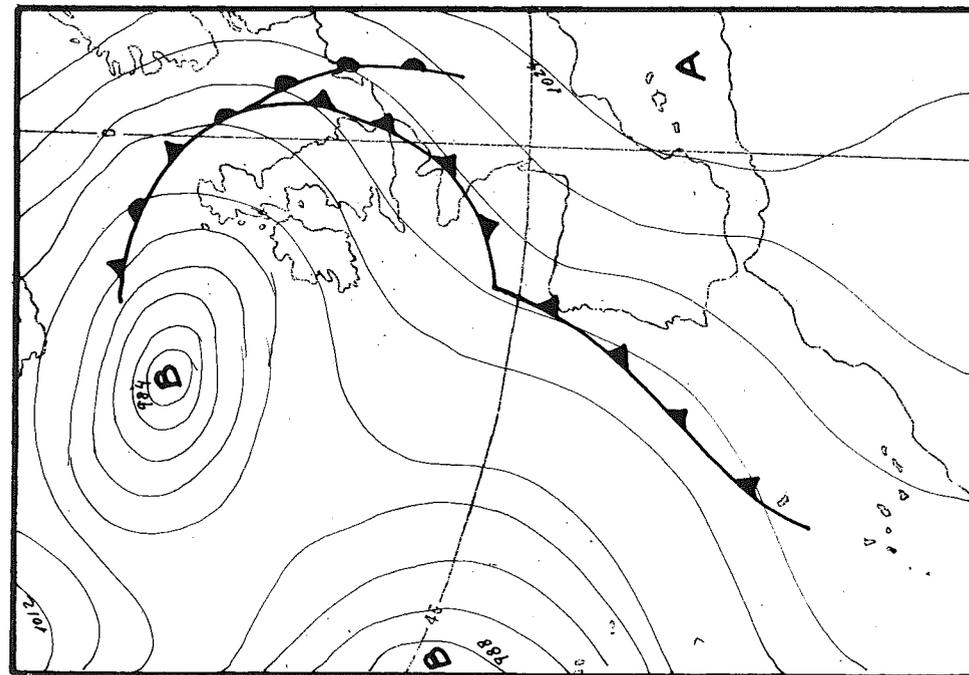
El resto del territorio se mantiene entre los 17° y 19° C de máxima pero con mínimas que pueden llegar a -1° C. De cualquier forma, y en pleno enero, el riesgo de helada es mínimo. En total, suponen sólo el 2 % de los tiempos de invierno y tan sólo el 4 % cuando vienen dados por altas presiones sin precipitaciones. Los flujos de componente sur (sureste, sur y suroeste) suponen el 70 % de estos tiempos anticiclónicos cálidos sin precipitaciones.

B) *Ciclónicos.* — Invierno es una de las estaciones en que más se igualan los tipos ciclónicos con los anticiclónicos. Los primeros constituyen el máximo secundario anual por estaciones. Es la época en que las altas presiones atlánticas se hallan más al sur, con lo cual la zona de enfrentamiento de masas de aire (frente polar) no halla obstáculo para alcanzar nuestra península; si bien se puede constatar que también son frecuentes las incursiones de altas presiones hacia latitudes más septentrionales bloqueando la circulación zonal.

SITUACIÓN DÍA 21-1-1969



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

Muchas de estas perturbaciones derivan de irrupciones frías, cuyo aire procede, bien del noroeste, bien del norte (aire frío marítimo del atlántico septentrional).

De los tiempos ciclónicos el 65 % dan origen a precipitaciones. El 35 % restante corresponde a situaciones de transición en que, a pesar de dominar la baja presión, ya tiene tendencia a elevarse, o son situaciones en que se pone de manifiesto la efectividad de los Pirineos como barrera climática, especialmente para flujos perpendiculares a la cadena.

De los tipos ciclónicos con precipitaciones destacan los de carácter frío que suponen el 65 % y son esencialmente debidos a depresiones oceánicas. Le siguen los muy fríos de origen atlántico septentrional (23 %).

Los depresionarios sin precipitaciones se reparten entre fríos (50 %) y muy fríos y templados (25 % cada uno). Los primeros debidos a circulaciones más zonales, y los segundos a casi todas las posibles gamas de flujos del primero y cuarto cuadrante.

a) *Tipos de tiempo ciclónicos muy fríos y con precipitaciones:* La caracterización de tipo de tiempo muy frío y con precipitaciones del día 29 de diciembre de 1969 deriva de la irrupción fría en altitud que a modo de vaguada alcanza hasta el paralelo 45° norte, con temperatura de -36 grados (mapa 500 mb.). Esta colada será el detonador que provocará la inestabilidad en esta zona, haciendo avanzar un amplio frente que desde el noroeste barre toda la península. La presencia en altitud de un talweg principal muy claro provoca abundantes precipitaciones, muchas veces en forma de nieve. En el centro del talweg la convergencia es máxima y la ascensión vigorosa dan lugar a estas fuertes áreas perturbadas (PEDELABORDE, 1957, p. 122).

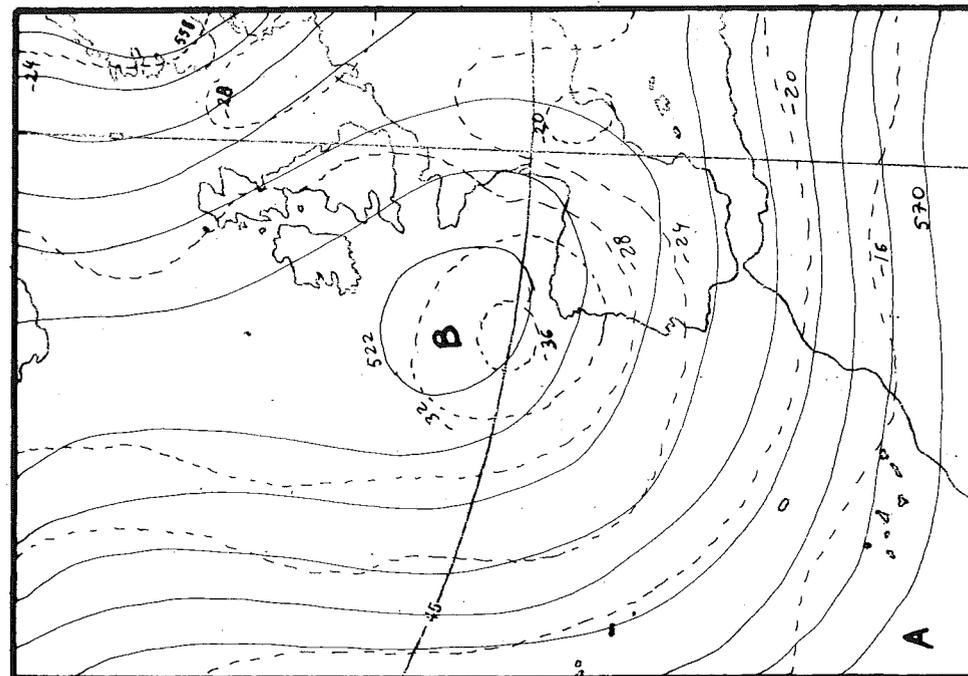
Este ahondamiento existe, incluso, a mayores altitudes (300 mb.) mostrando una baja fría y con la corriente en chorro desplazándose por la cara occidental de ella. El chorro polar, al continuar su desplazamiento hacia el sur, se aproxima más al chorro subtropical. La proximidad de ambos parece ser responsable del desencadenamiento de esta fuerte inestabilidad (RODRIGUEZ, 1962, p. 23).

Dinámicamente entra en juego la depresión de Islandia reforzada por un efecto térmico, cuyo flujo es el que contribuye a la formación de la baja instalada sobre el paralelo 50° del día 29 de diciembre de 1969, al desviar las masas de aire frío de origen septentrional que normalmente seguirían una trayectoria oeste-este.

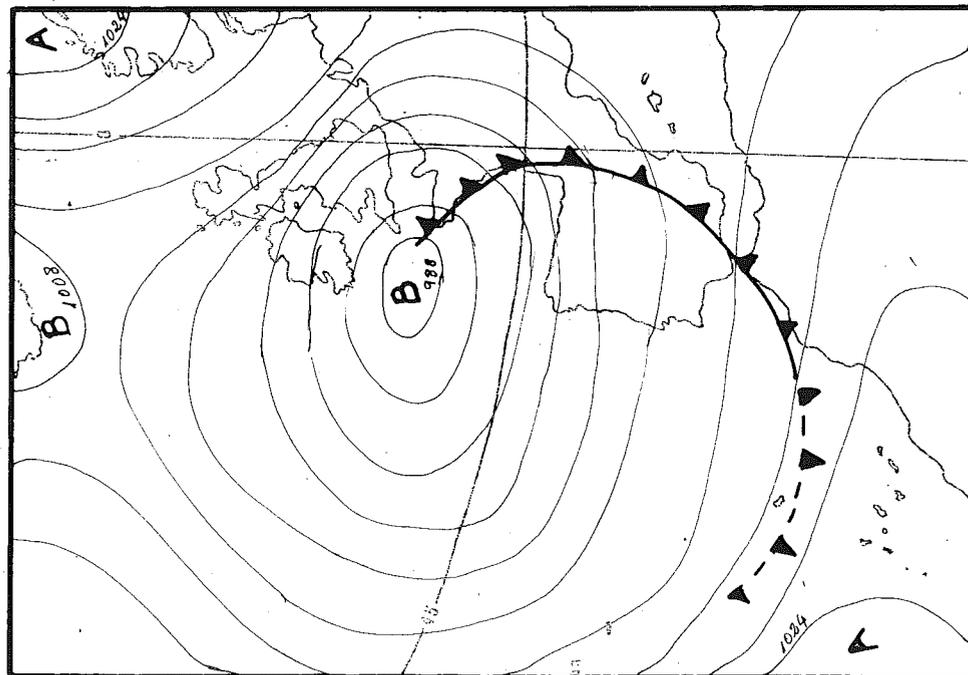
La situación se refuerza cuando se estrangula la vaguada y el aire frío aislado de su manantial, evoluciona a gota fría.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	-3	-9	30*
Formigal . . . . .	-1	-10	10*
Salvatierra . . . . .	4	-1	6*
Jaca . . . . .	0	-7	4*
Ena . . . . .	2	-2	4*
Caldearenas . . . . .	3	0	1,5*
Luesia . . . . .	6	0	6
Aineto . . . . .	-	-	2

Como en tantas ocasiones el abrigo topográfico se pone de manifiesto de oeste a este, hacia donde disminuye la precipitación (Candanchú-Formigal, Salvatierra-Jaca y Luesia-Caldearenas). Igualmente disminuyen de norte a sur por efecto del relieve. En los extremos suroeste y sureste ya no son en forma de nieve. El factor altitud parece decisivo.



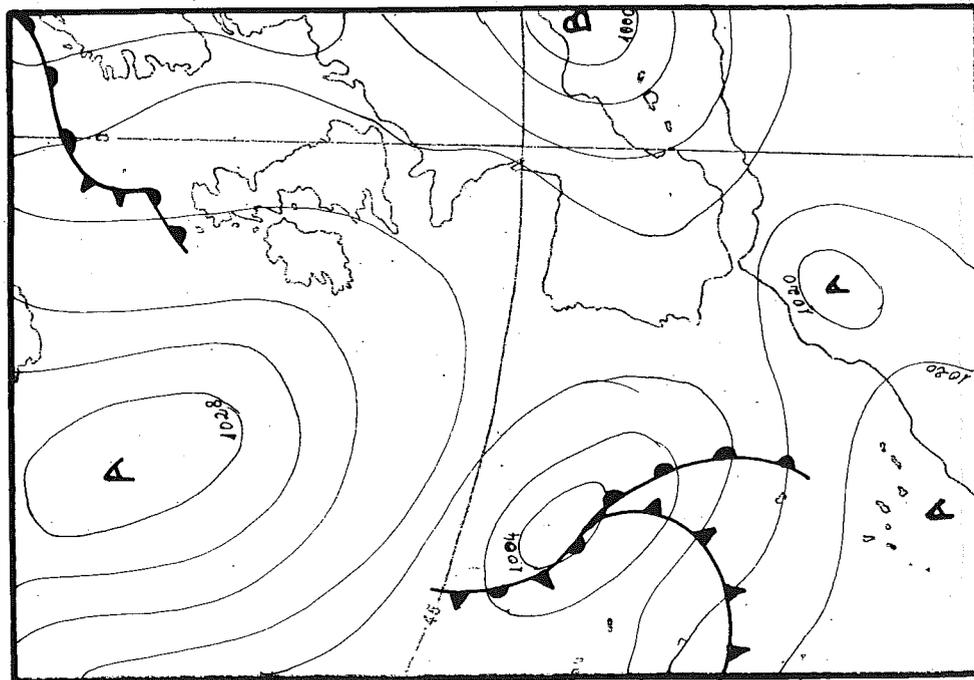
MAPA DE 500 MB - 12 H.



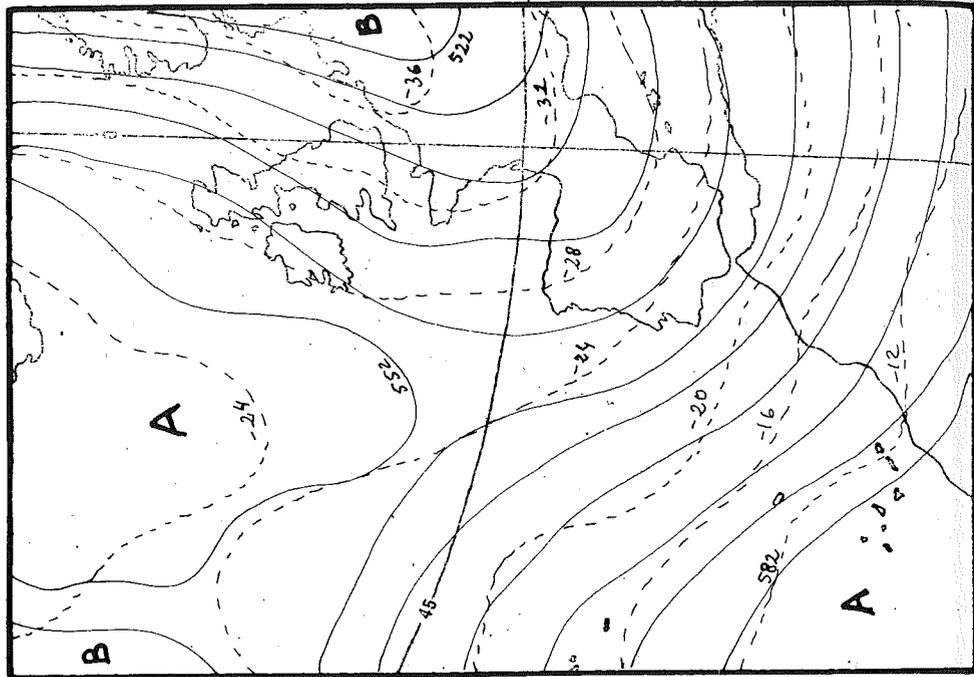
MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 29-12-1969

SITUACIÓN DÍA 31-12-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

La caracterización global de estos tiempos viene dada por un cielo totalmente cubierto y humedades relativas del orden del 90 %. Vientos muy moderados (2 m./sg.) con temperaturas muy bajas cuya oscilación no supera los 6°-7°.

En total suponen el 6,6 % de los tiempos invernales y 35 % de los que aportan precipitación con bajas presiones. El origen de estos tipos de tiempo muy fríos con precipitaciones ofrece cierta diversidad pero dominan claramente los que proceden de depresiones atlánticas submeridianas y zonales por este mismo orden.

b) *Tipos de tiempo ciclónicos muy fríos sin precipitaciones:* Las corrientes del nordeste pueden crearse cuando el anticiclón atlántico se sitúa en el paralelo 65 enlazando con las altas subpolares y sus isobaras se disponen meridionalmente. El aire frío fluye hacia el sur en colaboración con la baja presión situada en el Mediterráneo occidental. El flujo de norte a sur es interceptado por los Pirineos. De ahí la ausencia de precipitaciones en la vertiente meridional. Así sería el día 31 de diciembre de 1970.

El anticiclón nordatlántico ocupa provisionalmente el lugar de depresión de Islandia y surge como resultado de un flujo masivo de aire ártico acumulado durante la estación invernal en la cuenca polar. Provoca la puesta en marcha de un régimen perturbado del norte a modo de coladas frías que, térmicamente, alcanzan nuestra región. Estas situaciones pueden dar lugar a fuertes descargas de lluvia y nieve donde existen ascensiones orográficas obligadas (tal como la vertiente septentrional pirenaica, con 1,5 mm. en Pau y 13 mm. en Pic du Midi) (KERBE, p. 54), pero nulas a sotavento de las mismas. Dicho aire, además de elevarse para superar la cadena montañosa, diverge hacia el este y oeste con posibilidad de provocar inestabilidad en los extremos de la cordillera (Mediterráneo occidental y costa Cantábrica).

Por el contrario, el Alto Aragón no registra precipitaciones por su situación a sotavento del flujo, excepto en aquellos puntos más asomados a la vertiente septentrional (Candanchú).

Estos movimientos de dirección meridiana se presentan esporádicamente. Dependen de la mayor o menor rapidez del flujo general del oeste. Cuando el flujo zonal pierde velocidad se ondula, describiendo meandros y tomando trayectorias submeridianas o netamente meridianas. Estas coladas que portan aire frío en altitud, son las que refuerzan la inestabilidad (DION, p. 218).

A veces se considera la situación ciclónica del norte como un subtipo de la situación del noroeste. Se trata de un tipo de circulación meridiana bajo el viento de un anticiclón atlántico en los dos casos (PEDELABORDE, 1957, p. 187), pero las manifestaciones pluviométricas con tiempo norte son mucho menos importantes (o nulas) que con tipos del noroeste.

Dicha inestabilidad determina fuertes vientos y la humedad relativa se eleva debido a sus bajas temperaturas. De ahí que se produzcan lluvias de relieve en las vertientes de barlovento (Pirineos).

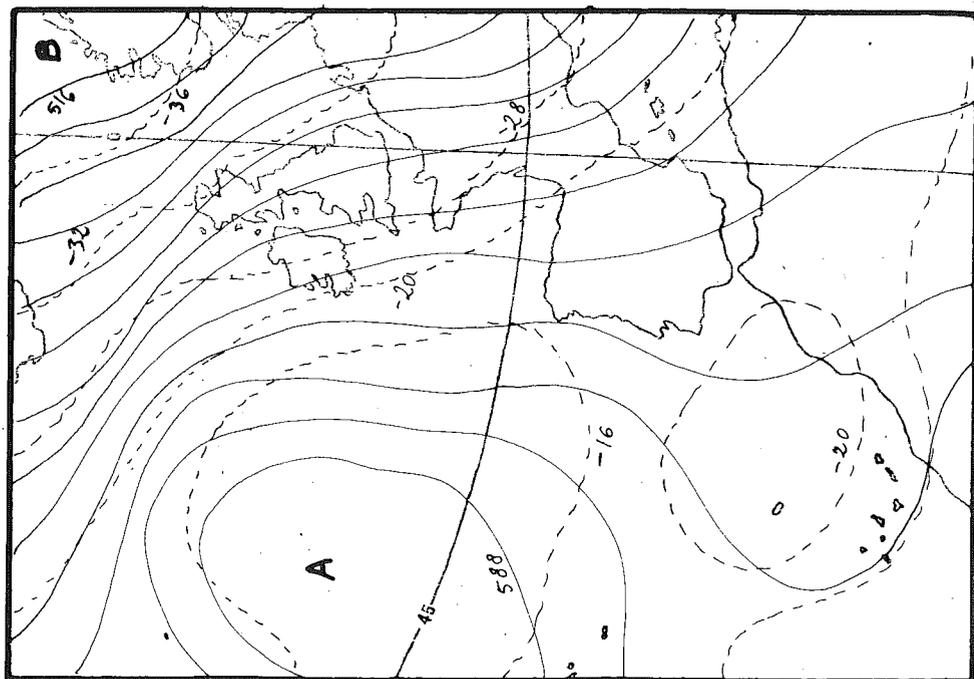
	M	m	P
Candanchú.....	-7	-10	4*
Formigal.....	-5	-13	
Salvatierra.....	-2	-7	
Jaca.....	1	-7	
Ena.....	0	-6	
Caldearenas.....	4	-8	
Luesia.....	5	-10	
Aineto.....	1	-7	

Estos tipos de tiempo ciclónicos muy fríos, sin precipitaciones, vienen caracterizados, en el Alto Aragón, por vientos superiores a 4 m./sg. y humedades rela-

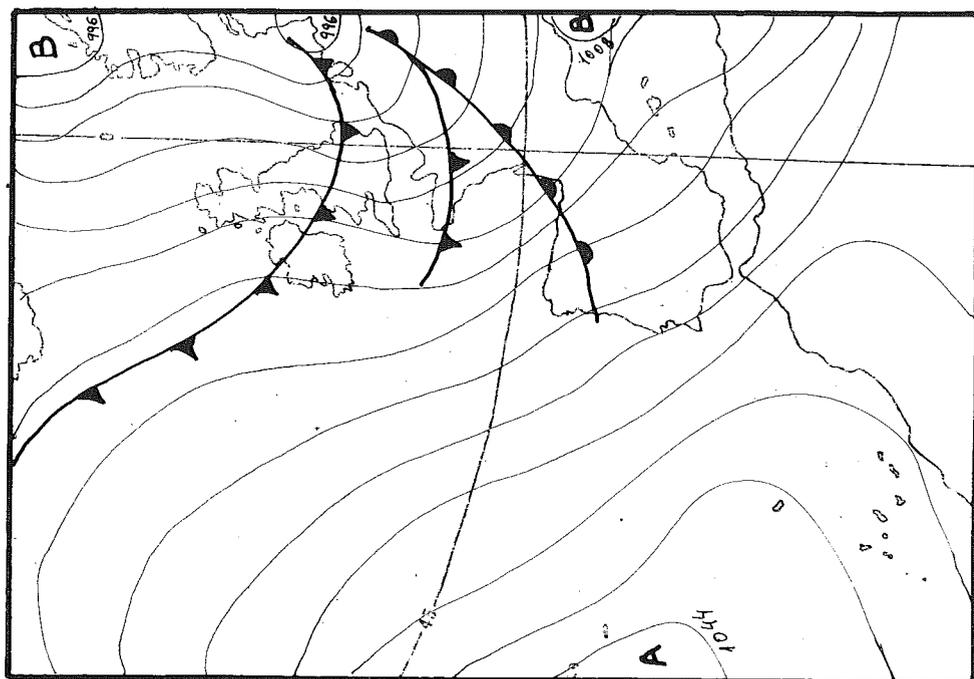
3-12-1969

DÍA

SITUACIÓN



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

tivas del orden del 90 %. Oscilación térmica moderada (6°-7° C) son máximas incluso inferiores a 0° C. La nubosidad escasa (2-3 octas) debido al descenso altitudinal del aire que de norte a sur recorre nuestra zona.

En total, suponen el 3,7 % de los tiempos de invierno, de los cuales el 30 % corresponden a flujos netamente submeridianos cuando el anticiclón noratlántico invade Europa occidental, cuyo flujo continental del noreste se presenta muy frío y sin precipitaciones.

c) *Tipos de tiempos ciclónicos fríos con precipitaciones:* Cuando el anticiclón de Azores se extiende a modo de apófisis hasta las zonas polares, las masas de aire de estas latitudes se desplazan por su flanco oriental a modo de frentes fríos.

Junto con la depresión que se forma al norte de Escandinavia constituyen los centros canalizadores de las perturbaciones que se localizan en el Atlántico norte, cuyo origen está en el contraste entre el aire polar frío y el aire polar recalentado, que se oponen en uno y otro lado del frente polar derivado (PEDELABORDE, 1970, p. 112) y que se desplaza rápidamente alcanzando las costas continentales en 2 o 3 días (MARCHAND).

Quando el centro depresionario forma vaguada hasta el norte de Francia (día 3 de diciembre de 1969) las condiciones son propias para que las perturbaciones canalizadas por estos centros alcancen nuestra zona. Si, además, esta baja presión es profunda, permite que los sistemas frontales (sobre todo su frente cálido) crucen la península de oeste a este originando un régimen general de vientos del NW que cubren la mitad septentrional de la Península Ibérica.

El movimiento propio de los frentes con relación a las líneas directrices del relieve puede aumentar la ascendencia a intensificar las caídas. Mientras en la vertiente septentrional dicho proceso es muy efectivo de acuerdo con la altitud y mejor exposición, con valores comprendidos entre 13 y 86 mm. (KERBE, p. 70), en la vertiente meridional oscila entre 2 y 37 mm.

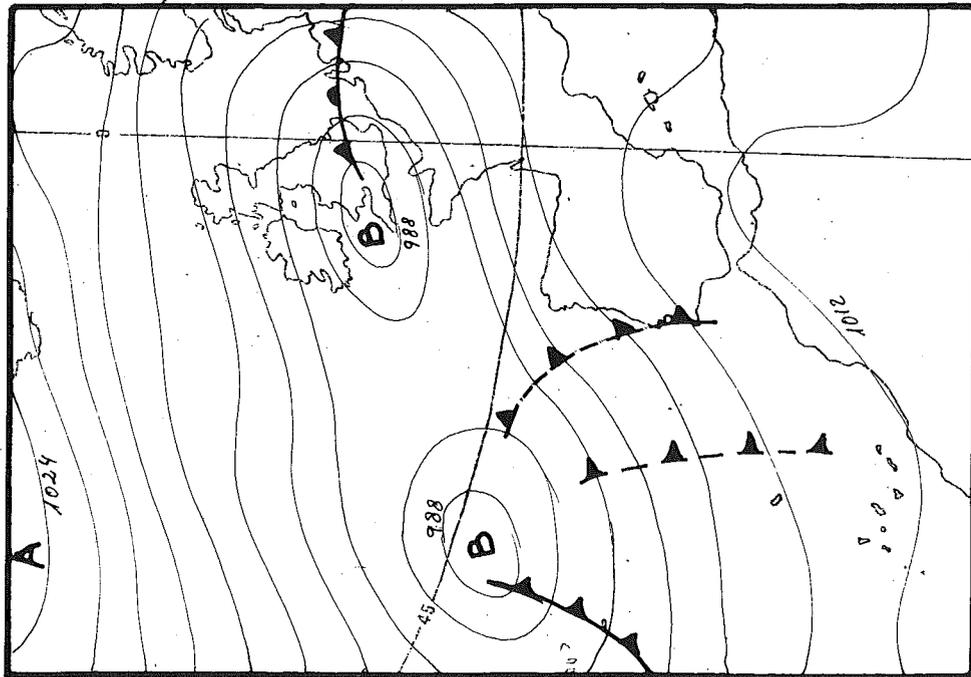
	M	m	P
Candanchú.....	4	-5	37
Formigal.....	4	-1	30
Salvatierra.....	6	2	2
Jaca.....	7	2	2
Ena.....	9	-5	8
Caldearenas.....	9	-3	IP
Luesia.....	10	-1	10
Aineto.....	8	-2	3

La advección de masas de aire del noroeste determina las temperaturas bajas aunque sólo relativamente. Es un tipo de tiempo intermedio entre los del W y los de origen netamente meridiano. Dan la sensación de mucho más fríos cuando suceden a un período perturbado del oeste o del suroeste.

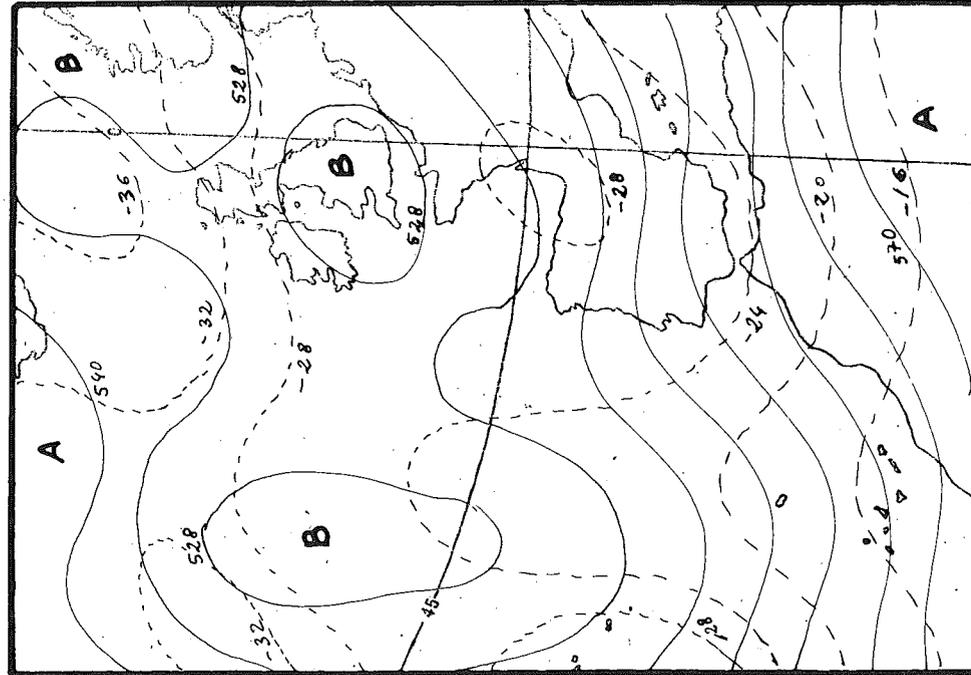
En conjunto presentan mucha mayor inestabilidad que los del oeste, dado que son masas de aire que se calientan por la base en su recorrido sobre el océano. Suelen dar, en función del gradiente barométrico, fuertes vientos de hasta 5 m./sg. con elevada humedad relativa (90 %), cielo muy nuboso y notable descenso de las temperaturas, especialmente en las zonas poco ventiladas donde el aire puede estancarse fácilmente.

En total, suponen casi el 18 % de los tiempos invernales y más del 65 % de los que están caracterizados por bajas presiones. En su mayoría (74 %) corresponden a flujos derivados del anticiclón oceánico y de sus variantes submeridianas del noroeste.

SITUACIÓN DÍA 20-2-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H



MAPA DE 500 MB - 12 H.

d) *Tipos de tiempo ciclónicos fríos sin precipitaciones:* Aunque los flujos del suroeste generalmente se traducen en días templados o cálidos, no ocurre igual cuando las bajas presiones que circulan en esta misma dirección tienen su origen en una invasión de aire subpolar en altitud. Por propia densidad desciende a las capas bajas generando fuerte inestabilidad. A su vez, al actuar como centro depresionario, aspira aire frío de latitudes más septentrionales que a modo de frentes fríos alcanzan nuestra península después de tomar dirección del suroeste. Si en su origen fue aire muy frío, nos llega ya desnaturalizado por la trayectoria que ha tenido y, en consecuencia es menos extremado.

Por la acción de las altas presiones surorientales afecta a la mitad occidental de nuestra península por lo que el nordeste peninsular no registra precipitaciones, mientras que en el suroeste y noroeste se alcanzaron valores de hasta 12 mm. (Día 20 de febrero de 1969). Son flujos que únicamente actúan como frentes y no como ciclones en sus dos fases.

A nuestra zona llega con una humedad relativa del 60 %, dando lugar a una nubosidad de 4 octas y a temperaturas relativamente frías.

	M	m	P
Candanchú. ....	1	-3	
Formigal. ....	2	-3	
Salvatierra. ....	9	1	
Jaca. ....	9	2	
Ena. ....	11	-1	
Caldearenas. ....	12	0	
Luesia. ....	9	1	
Aineto. ....	12	-1	

De todas formas, las temperaturas van elevándose cuando la situación perdura, y el aire llega cada vez más desnaturalizado.

En total, suponen el 7 % de los tiempos invernales y el 18 % de los tipos caracterizados por bajas presiones y el 50 % de los tiempos ciclónicos sin precipitaciones.

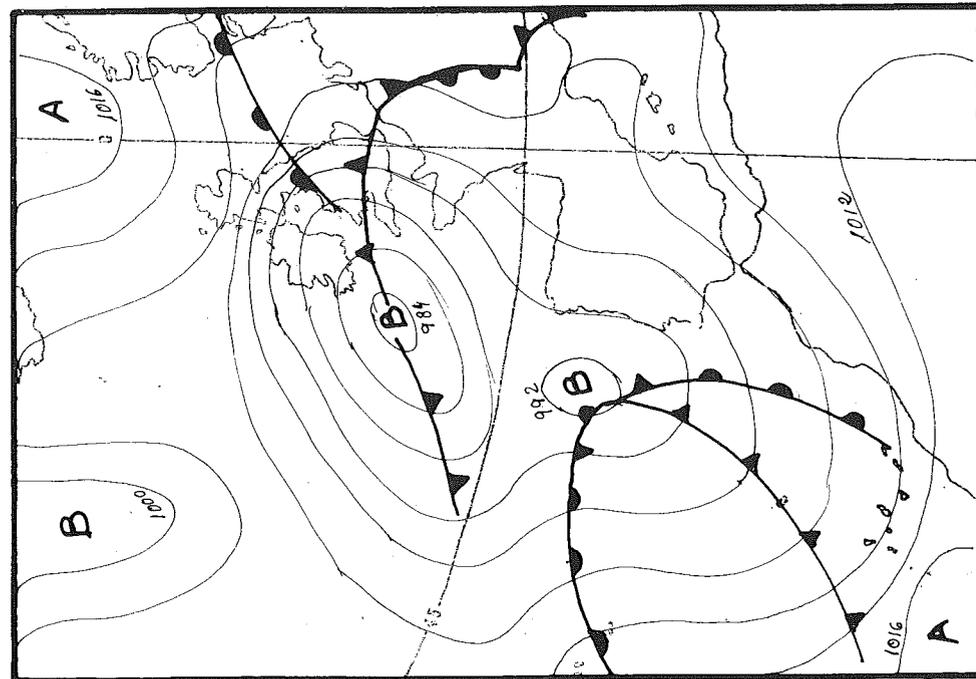
e) *Tipos de tiempo ciclónicos templados con precipitaciones:* El avance en altitud del aire frío polar marítimo provoca con frecuencia inestabilidad en las costas occidentales de la península. Según la latitud a que se sitúe tal inestabilidad el aire habrá perdido más o menos su rigor térmico y llegará así a nuestras costas como flujo del oeste, o del suroeste si ha alcanzado posiciones más meridionales (22-2-69).

Durante el invierno es el momento en que se dan las condiciones propicias para que se dibuje tal distribución isobárica debido al empuje de las masas polares y al retroceso de las altas subtropicales que se observa durante esta época. Corresponde a los momentos en que se ubica más al sur.

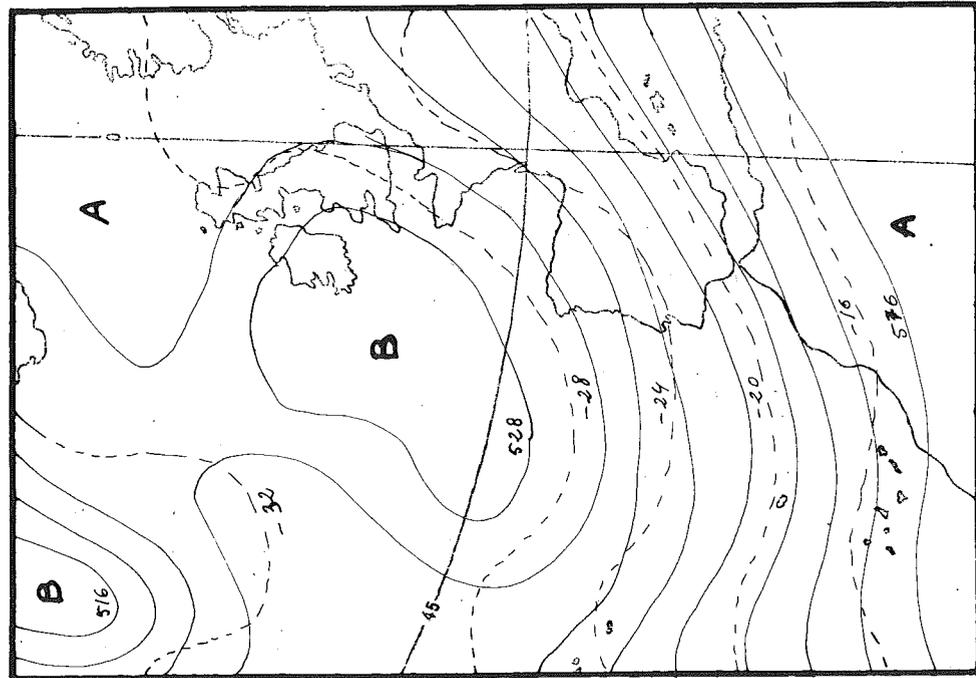
La situación dibujada en el mapa de superficie puede ser frecuente en otoño y primavera a causa de mecanismos de gota fría derivados de una circulación lenta, pero en el de 500 mb. se observa claramente que tal mecanismo no existe y que corresponde a una invasión fría que desplaza la circulación —más o menos rápida—, a latitudes más meridionales. Tal proceso es particularmente frecuente en invierno y se traduce mayormente en flujos del oeste. Tan sólo cuando se sitúa hacia los 38-42° se crea flujo del suroeste, pero tal comportamiento es mucho menos frecuente.

Por tratarse de masas de aire marítimas y de largo recorrido por el océano, su estado higrométrico es elevado, al igual que su capacidad para precipitar. Tales situaciones generan importantes lluvias en el suroeste y después de atravesar la Península llegan a nuestra comarca relativamente más secas. Tan sólo donde existan ascensos orográficos se genera precipitación. Bajo estas condiciones, el abrigo

SITUACIÓN DÍA 22-2-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

topográfico de los Pirineos es muy importante en la vertiente norte. Este mismo día las precipitaciones en la vertiente francesa no sobrepasaron los 2 mm. en cotas elevadas (KERBE, p. 70), mientras que en el Alto Aragón oscilaron entre 2 y 12 mm. En los primeros ascensos orográficos (Prepirineo) es donde se registran totales más elevados, y muchos menores en las vertientes a sotavento (Aineto, Jaca) aunque se sitúan a gran altitud (basta comparar Salvatierra y Luesia con Candanchú y Formigal).

	M	m	P
Candanchú . . . . .	3	-3	5
Formigal . . . . .	4	-2	3,5
Salvatierra . . . . .	9	2	6
Jaca . . . . .	10,5	3	2
Ena . . . . .	11	-1	12
Caldearenas . . . . .	12	-1	12
Luesia . . . . .	9	5	6,4
Aineto . . . . .	-	-	5,2

Estos tipos de tiempo del suroeste térmicamente templados creados por bajas presiones no son muy frecuentes. Suponen el 2,4 % del total del invierno y el 9 % de los tipos de tiempo ciclónicos. Su origen puede estar en perturbaciones atlánticas de circulación más o menos zonal, si bien los más genuinos y frecuentes corresponden a tendencias submeridianas del suroeste.

C) *Resumen general de los tipos de tiempo en invierno.* — Durante el invierno, la zona de colisión del aire tropical con el aire polar desciende en latitud. La masa de aire frío polar se vigoriza, se extiende y empuja al aire tropical hacia latitudes más meridionales. Es frecuente entonces que el frente polar alcance la latitud de la península Ibérica, estacionándose más o menos tiempo sobre su vertical.

Como factor fundamental también se debe citar el comportamiento térmico peninsular. Durante esta estación la tierra se enfría rápida y fuertemente, y la masa de aire subyacente se constituye en zona de altas presiones. Anticiclón sumamente estable cuando el frente polar se aleja momentáneamente y enlaza con las masas continentales que reafirman su solidez.

Durante esta época la temperatura del océano es ligeramente más suave que la de la Península, lo que entraña una dulcificación de las temperaturas extremas cuando dominan los tipos depresionarios de origen oceánico. Dulcificación todavía más sensible cuando sucede a un tipo anticiclónico continental donde son frecuentes las heladas con temperaturas muy bajas. De todas formas no debe considerarse que los tipos depresionarios siempre determinan un mal tiempo persistente, pues las mínimas muchas veces experimentan un notable ascenso con la llegada de masas de aire marítimas.

Aunque los tiempos perturbados supongan un máximo secundario anual (41 %), alternan con frecuentes tipos anticiclónicos soleados (58 %).

CUADRO 4 . TIPOS DE TIEMPO EN INVIERNO (AÑOS 1968/1974) Y SU DISTRIBUCIÓN SEGÚN SITUACIONES.

		Total	%	N	%	NE	%	E	%	SE	%	S	%	SW	%	W	%	NW	%
ANTICICLONICOS																			
Muy F		6	0,9													2	33,3	4	66,7
Fríos		33	5,2	1	3,0	6	18,2							1	3,0	11	33,3	14	42,5
Temp		16	2,5	1	6,2			4	25,0					3	18,8	7	43,8	1	6,2
Cálid		3	0,5											3	100,0				
Muy C																			
ANTICICLONICOS																			
Muy F		24	3,8	3	12,5	9	37,5	3	12,5							3	12,5	6	25,0
Fríos		165	26,1	9	5,4	40	24,2	10	6,2	8	4,8			7	4,2	37	22,4	54	32,8
Temp		109	17,2	1	0,9	16	14,7	10	9,2	4	3,6	3	2,7	16	14,7	35	32,1	24	22,1
Cálid		13	2,1	1	7,7	3	23,1	3	23,1	3	23,1	2	15,3	3	23,1	1	7,7		
Muy C																			
CICLONICOS																			
Muy F		42	6,6	5	7,2	4	9,5	4	9,5	2	8,7			1	2,4	9	21,4	21	50,0
Fríos		112	17,7	3	2,7	4	3,6	1	0,9	2	1,8			19	16,9	43	38,4	40	35,7
Temp		15	2,4			1	6,7							11	73,3	3	20,0		
Cálid																			
Muy C																			
CICLONICOS																			
Muy F		23	3,7	4	17,4	7	30,4			2	8,7			1	4,4	4	17,4	5	21,7
Fríos		48	7,6	2	4,2	8	16,6	2	4,2	2	4,2			7	14,6	12	25,0	15	31,2
Temp		23	3,7			7	30,4	2	8,7	1	4,3	1	4,3	4	17,4	5	21,7	3	13,2
Cálid																			
Muy C																			
Total anticicl.		369	58,4	15	4,1	72	19,5	30	8,2	15	4,1	5	1,3	33	8,9	96	26,0	103	27,9
Total ciclónico		263	41,6	12	4,6	31	11,8	9	3,4	7	2,6	1	0,4	43	16,4	76	28,9	84	31,9
TOTAL		632		27	4,3	103	16,3	39	6,2	22	3,5	6	0,9	76	12,0	172	27,2	187	29,6

En general, dominan los tiempos fríos (57 %) con una ligera ventaja para los tiempos que no aportan precipitaciones. Le siguen a continuación los templados (25 %) casi siempre sin precipitación derivados de flujos meridionales, y ya en menor cuantía (15 %) los de carácter muy frío originados por posiciones submeridianas del anticiclón nortatlántico y europeo. Los cálidos suponen el 2 % y lógicamente no se dan los de carácter muy cálido.

Entre los anticiclónicos dominan los térmicamente fríos sin precipitaciones (26 %) seguidos de los templados, también sin precipitaciones. Sólo el 16 % de los tiempos anticiclónicos invernales aportan precipitaciones, y cuando así sucede, presentan también características frías.

El 25 % de los tiempos invernales son de tipo ciclónico frío y tan sólo el 10 % podemos considerarlos como muy fríos. Su origen está en las corrientes frías que desarrollan una fuerte ciclogénesis en el Atlántico septentrional, con flujos del noroeste. El 65 % de los tiempos ciclónicos invernales aportan precipitación, marcando así la importancia de las perturbaciones atlánticas en las precipitaciones de esta época.

Como flujos principales (independientemente de que sean altas o bajas presiones) dominan los del noroeste (29 %) seguidos muy de cerca por los de carácter más zonal de oeste a este (27 %). Destacan también por su frecuencia los del suroeste (12 %) derivados de las coladas frías que alcanzan el Atlántico sur y a modo de centros perturbados remontan en dirección nordeste. La posición del anticiclón continental con flujos de nordeste sobre la península ostenta una frecuencia del 16 % de los tipos de tiempo invernales. Los flujos de carácter mediterráneo (este y sureste) representan un 9 %, superados por el otoño pero por encima de la primavera y verano.

## 9. RESUMEN ANUAL DE LOS TIPOS DE TIEMPO

Los tipos de tiempo que se suceden a lo largo del año están condicionados por los grandes centros de acción más cercanos a la Península y cuya mayor o menor incidencia se refleja en el predominio de unos u otros tipos de tiempo. El movimiento del Anticiclón de Azores, la Depresión Noratlántica, Depresión Mediterránea, Anticiclón Centroeuropeo y el Anticiclón y Depresión Térmica peninsular son los responsables de que el tiempo sea más o menos lluvioso, soleado, frío y cálido.

Actúan durante todo el año con más o menos intensidad. Por ello es posible que en cualquier época se sucedan casi todos los tipos de tiempo a excepción de los más extremados térmicamente de la estación solsticial opuesta. Los flujos alternan de forma desordenada y muy variada para que pueda establecerse un ritmo regular. Salvo el predominio y constancia de las corrientes perturbadoras, o no, del oeste, cualquier flujo puede presentarse en cualquier época.

Si sobre estas condiciones dinámicas recae la responsabilidad de la variedad climática, no deben olvidarse las modificaciones que impone la topografía y la disposición de la propia cadena montañosa.

El Alto Aragón se sitúa en la vertiente meridional de los Pirineos dentro del contexto de las latitudes templadas del hemisferio norte, muy en contacto ya con las altas presiones subtropicales. Por tal situación nuestra zona queda marginada, meridionalmente, de las principales vías de perturbaciones responsables de abundantes precipitaciones y, cuando nos alcanzan, es el relieve quien las modifica sustancialmente, vigorizando unas o amortiguando otras. Las influencias de componente norte tropiezan con la barrera montañosa que provoca un calentamiento del aire en su descenso y así destaca todavía más los contrastes termopluiométricos. Algo parecido ocurre con las del noroeste, si bien por su dirección más submeridiana afectan la parte noroccidental de nuestra zona y norte de las Sierras Interiores. Por el contrario, las de componente suroeste encuentran condiciones favorables cuando nos llegan con el suficiente vigor o pueden regenerarse por efecto de la topografía. Cuando la circulación zonal alcanza nuestra latitud, las perturbaciones penetran con facilidad por la Depresión Media, pero el resto del territorio se ve obstaculizado por los sucesivos relieves montañosos que constituyen los interfluvios de los valles trans-

versales pirenaicos. Si el relieve juega un papel de primer orden ante los flujos citados, tanto más cuando son de origen mediterráneo dada la mayor distancia y su menor energía. Si a todo ello se añade un constante abrigo aerológico en las capas altas de la atmósfera peninsular, provocado por unas muy frecuentes altas presiones, deducimos que nuestra zona no se caracteriza precisamente por una abundancia de tiempos perturbados con precipitaciones, como ocurre más a occidente.

Nuestra situación en el contexto de la dinámica general atmosférica se traduce en una mayor frecuencia, a lo largo del año, de los tiempos anticiclónicos (61,8 %) frente a los caracterizados por bajas presiones (38,2 %). Tan sólo un 33,2 % de los tipos de tiempo anuales aportan precipitaciones y no siempre corresponden a flujos perturbados ya que sólo el 60 % de estos precipitan en nuestra zona. Quiere decir esto que muchos tipos de tiempo ciclónicos no se comportan como tales en el Alto Aragón, bien porque sólo nos rozan, bien porque el relieve realiza una eficaz contención.

Por nuestra situación latitudinal, más cercana a las condiciones anticiclónicas subtropicales que a las subpolares, no es de extrañar que dominen los tipos de tiempo térmicamente cálidos (32,1 %)⁵. Dada la altitud de nuestro territorio puede parecer paradójico el que dominen tales tipos de tiempo. En la clasificación utilizada, los límites térmicos se han basado en las temperaturas máximas con el fin de evitar la incidencia de la topografía sobre las mínimas (inversiones, etc). Tales temperaturas máximas, aun en días en que las mínimas son acusadas, alcanzan valores relativamente altos durante el día debido a un predominio de los cielos despejados y a la escasez y poca persistencia de las nieblas. En consecuencia los caracteres térmicos diurnos son mucho más benignos.

Los de carácter templado ocupan el segundo lugar con el 24,2 % de los días, seguidos de muy de cerca de los fríos (23,1 %). Los muy cálidos suponen el 15,9 % y como muy fríos sólo podemos incluir el 4,7 % de los días del año.

Considerando conjuntamente las variables presión, temperatura y precipitación, la máxima frecuencia corresponde a los que no aportan precipitaciones. Destacan los anticiclónicos cálidos (19 % de los días), seguido de los muy cálidos (11,3 %), templados (11 %) y fríos (9 %), todos ellos sin precipitaciones. Un segundo grupo en cuanto a su frecuencia lo constituyen los tipos de tiempo ciclónicos con precipitaciones caracterizados como fríos (8 %), templados (6,1 %) y cálidos (5,8 %).

5 En el apartado correspondiente a metodología se especifican las temperaturas que limitan cada tipo de tiempo.

CUADRO 5 . TIPOS DE TIEMPO DURANTE LOS AÑOS 1969/1970 Y SU DISTRIBUCIÓN SEGÚN SITUACIONES

		Total	%	N	%	NE	%	E	%	SE	%	S	%	SW	%	W	%	NW	%
ANTICICLONICOS																			
Muy F	con precipitac.	3	0,4													1	33,4	2	66,6
Fríos		9	1,3	1	11,1	2	22,2									1	11,1	5	55,6
Temp		15	2,0	1	6,7	2	13,3	2	13,3	3	20,0	5	33,4	2	13,3				
Cálid		16	2,2			3	18,7	4	25,0	1	6,3			2	12,5	2	12,5	4	25,0
Muy C		21	2,9			3	14,3	3	14,3	1	4,7			5	23,8	3	14,3	6	28,6
CICLONICOS																			
Muy F	con precipitac.	15	2,0	4	26,7	8	53,4									1	6,6	2	13,3
Fríos		75	10,3	14	18,7	18	24,0	2	2,6	1	1,3			5	6,6	13	17,4	22	29,4
Temp		55	7,5	9	16,3	12	21,8							10	18,2	6	11,0	18	32,7
Cálid		154	21,1	22	14,3	51	33,1	13	8,4	12	7,8	3	2,0	7	4,5	11	7,2	35	22,7
Muy C		95	13,0	2	2,1	35	36,8	13	13,7	15	15,7			3	3,2	13	13,7	14	14,8
CICLONICOS																			
Muy F	con precipitac.	16	2,2					5	31,3					1	6,2	4	25,0	6	37,5
Fríos		66	9,0	5	7,6	1	1,5	4	6,0	5	7,6			18	27,4	11	16,6	22	33,3
Temp		52	7,1			4	7,7	2	3,8	3	5,7			17	32,8	18	34,6	8	15,4
Cálid		39	5,4			3	7,7	1	2,5	6	15,5			14	35,9	10	25,6	5	12,8
Muy C		3	0,4			1	33,3			1	33,3							1	33,4
CICLONICOS																			
Muy F	sin precipitac.	17	2,3	5	29,4	4	23,5			2	11,8			1	5,9	2	11,8	3	17,6
Fríos		23	3,2	2	8,7	4	17,4	2	8,7	1	4,3			6	26,0	3	13,0	5	31,9
Temp		13	1,8	3	23,0	3	23,0	1	7,8					3	23,0	2	15,4	1	7,8
Cálid		26	3,6			1	3,8	1	3,8					6	23,2	10	38,4	8	30,8
Muy C		17	2,3					2	11,8	1	5,9			6	35,2	3	17,6	5	29,5
TOTAL																			
Total anticicl.		458	62,7	53	11,5	145	29,3	37	8,0	30	6,5	3	0,6	35	7,7	56	12,4	110	24,0
Total ciclónico		272	37,3	15	5,5	21	7,8	18	6,7	18	6,7	73	26,8	63	23,1	64	23,4	64	23,4
TOTAL		730		68	9,4	155	21,2	55	7,5	48	6,6	3	0,4	108	14,8	119	16,3	174	23,8

CUADRO 6: PRESENCIA DE TIPOS DE TIEMPO EN LAS DISTINTAS ÉPOCAS DEL AÑO Y SU FRECUENCIA ESTACIONAL Y ANUAL.

	CON PRECIPITACIONES (+0,1 mm)		SIN PRECIPITACIONES (-0,1 mm)	
	ANTICICLONICOS (+920 mb)	CICLONICOS (-920 mb)	ANTICICLONICOS (+920 mb)	CICLONICOS (-920 mb)
MUY FRIOS (tem. máx <5°C)	-- -- -- I 0,9 / 0,2	P 0,9 / 0,2 -- O 0,3 / 0,1 I 6,6 / 1,6	P 0,4 / 0,1 -- O 0,5 / 0,1 I 3,8 / 0,9	P 1,2 / 0,3 -- O 0,5 / 0,1 I 3,7 / 0,9
FRIOS (tem máx ≥5 y ≤10°C)	P 0,9 / 0,2 -- O* 0,6 / 0,2 I 5,2 / 1,3	P 8,5 / 2,2 -- O 5,5 / 1,4 I 17,7 / 4,4	P 5,6 / 1,4 -- O 4,7 / 1,2 I 26,1 / 6,5	P 7,0 / 1,8 -- O 3,1 / 0,8 I 7,6 / 1,9
TEMPLADOS (tem. máx ≥10 y ≤15°C)	P 3,1 / 0,8 V* 0,7 / 0,2 O 4,4 / 1,1 I 2,5 / 0,6	P 12,7 / 3,2 V* 1,2 / 0,3 O 8,1 / 2,0 I 2,4 / 0,6	P 12,7 / 3,2 V 0,9 / 0,2 O 12,8 / 3,2 I 17,2 / 4,3	P 8,8 / 2,2 V* 0,5 / 0,1 O 5,0 / 1,3 I* 3,7 / 0,9
CALIDOS (tem. máx ≥15 y ≤25°C)	P 2,5 / 0,6 V 5,7 / 1,4 O 5,3 / 1,3 I* 0,5 / 0,1	P 7,9 / 2,0 V 10,2 / 2,6 O 5,2 / 1,3 --	P 17,7 / 4,5 V 25,1 / 6,3 O 31,0 / 7,7 I 2,1 / 0,5	P 5,1 / 1,3 V 6,5 / 1,6 O 3,6 / 0,9 --
MUY CALIDOS (tem. máx >25°C)	P* 0,4 / 0,1 V 7,9 / 1,9 O* 0,6 / 0,2 --	P* 0,4 / 0,1 V 3,1 / 0,8 O 0,5 / 0,1 --	P 3,9 / 0,9 V 34,4 / 8,6 O 7,2 / 1,8 --	P* 0,2 / 0,1 V 3,9 / 0,9 O* 1,1 / 0,3 --

P = Primavera, V = Verano, O = Otoño, I = Invierno

\* = Tipos de tiempo no descritos

Cifras separadas por barra (/) = % estacional y anual, por este orden.

Direccionalmente, los flujos del W son los que llegan con más frecuencia al Alto Aragón occidental. El 28 % de los días se caracterizan por masas de aire procedentes de esta dirección y con las mismas posibilidades de que nos lleguen como tiempo ciclónico o anticiclónico. El 38 % de las veces aportan precipitaciones, pero bajo condiciones ciclónicas este porcentaje alcanza el 67 %.

Los del NW ocupan el segundo lugar con una frecuencia del 24 % de los días del año. Este flujo ocupa el 27 % de los días ciclónicos y el 22 % de los anticiclónicos. Las posibilidades de que aporten precipitación son del 36 %, y del 62 % si nos llegan bajo condiciones ciclónicas.

Los del NE ocupan el tercer lugar, con una frecuencia del 16 %. Dado que la mayoría de las veces proceden del anticiclón europeo, es normal que las posibilidades de que aporten precipitaciones tan sólo sean del 17 %, inferiores a las de cualquier otro flujo. Suponen casi el 20 % de los días anticiclónicos anuales.

El flujo del SW nos llega el 10,4 % de los días y el 15,1 % de aquellos días caracterizados por bajas presiones. La probabilidad de que llueva es de las más elevadas: es del 48 % siempre que sea flujo de esta dirección y del 66 % si además está caracterizado por bajas presiones. No en valde corresponden en su mayoría a perturbaciones de coladas frías que generan fuerte inestabilidad en la fachada suratlántica.

La dirección E afecta al 9,1 % de los días del año y sólo el 5 % de las veces va acompañada de descensos de presión. La posibilidad de aportar lluvias es del 23 %, pero si se produce bajo condiciones ciclónicas llega a ser del 50 %.

El aire del SE ocupa el sexto lugar con una frecuencia del 7,4 % de los días. Sus posibilidades de lluvia son del 34 % de las veces que se establece. Con dirección N se agrupan el 4,6 % de los días del año, con una posibilidad de lluvias del 19 %, o del 39 si nos afectan las bajas presiones. La dirección S tan sólo se establece unos dos días al año, de los cuales el 18 % de las veces aportarían lluvias. Así la posibilidad de precipitaciones con flujo del sur es mínima.

Destaca la ausencia de los tipos de tiempo muy cálidos en invierno y los cálidos tan sólo se dan bajo condiciones anticiclónicas con una frecuencia de apenas el 0,6 % de los días del año. Los más frecuentes son los fríos y suponen el 14 %.

Lógicamente, los fríos y muy fríos no aparecen en verano y la máxima frecuencia corresponde a los cálidos y muy cálidos (12 % anual). De ellos, los de carácter anticiclónico y muy cálidos ya suponen un 8,6 %.

Otoño participa de los muy fríos (0,3 % anual). Cuando acontecen, en sólo el 30 % de los casos aportan precipitaciones. Algo más frecuentes son los muy cálidos (2,4 % anual), pero muy poco más que en primavera (2,2 %) que supera al otoño en cuanto a muy fríos (0,6 %). En

consecuencia, las épocas equinocciales altoaragonesas, además de su gran variabilidad climática, difieren en que la primavera aparece térmicamente más contrastada que el otoño durante el cual los tipos de tiempo son menos extremados.

## 10. DURACIÓN Y FRECUENCIA MEDIA DE CADA TIPO DE TIEMPO

Tras exponer los distintos tipos de tiempo, cabe calcular su estabilidad (o duración) a través de un cociente obtenido entre el número de días total de cada flujo y el número de veces que se da. La dispersión de estos valores con respecto a la media (desviación) nos dará el valor máximo de la variabilidad que puede presentar la duración media de cada tipo de tiempo.

Con el valor de la frecuencia intentamos mostrar cómo se desglosan estas duraciones medias y qué valores dentro de ellas se agrupan más fácilmente por su similar duración. Para ello se ha tomado como base un recuento estadístico de 7 años (1968-1974), con el fin de hacer más extrapolables los resultados.

La duración media de un determinado flujo raramente representa el valor más frecuente sino que enmascara una serie de valores máximos y mínimos. Así, mientras las duraciones medias oscilan alrededor de 2,5 días, los histogramas de frecuencias prueban que la duración más habitual oscila alrededor de 1 o 2 días. Tampoco quiere decir que cada 1 o 2 días cambie el tiempo en el Alto Aragón, sino que, aún cambiando el flujo con dicha frecuencia media, puede permanecer un estado de tiempo muy similar. Así, cuanto más expuestas estén las zonas a la influencia de los grandes centros de acción, más afectadas están por la evolución de los procesos que caracterizan los estados de tiempo y los flujos presentan una mayor persistencia debido a que son más vigorosos y caracterizan mejor los días. Todo ello se traduce en una mayor duración de determinados estados.

En Europa meridional, la variabilidad es mucho mayor dada la dependencia de unos centros de acción perturbados menos potentes, muchas veces incapaces de modificar un determinado estado de tiempo generalmente anticiclónico. La consecuencia es que los flujos derivados de bajas presiones, tienen una persistencia (duración) menor que los derivados de altas presiones que dan origen a estados de tiempo más duraderos, independientemente de los flujos que a veces se suceden. Así pues, el estado de tiempo anticiclónico es más persistente debido a una acción conjunta y sucesiva de varios flujos. En cambio el tipo de tiempo perturbado es de menor duración y generado por un sólo flujo.

Los 2,5 días de duración media anual es un valor que nos hace pensar que en cada período de tiempo como ese cambia el tiempo en nuestra comarca. Pero este índice varía a lo largo del año y según sean períodos que dominan las altas o bajas presiones. En los tipos de tiempo anticiclónicos aumenta a 3,5 días, mientras que en los ciclónicos la media no sobrepasa de 1,5 días.

La mayor duración de los primeros se debe fundamentalmente al anticiclón de Azores (como flujo del oeste), bien extendido sobre el Atlántico (flujo del noroeste), sobre la península y Europa occidental (como flujo del noreste), o como anticiclón europeo independiente generando flujo de la misma dirección. Son los que presentan mayor variabilidad (2,5 de desviación) de duración. Los flujos de menor duración corresponden a los de origen mediterráneo que, a su vez, son los más regulares (la desviación apenas alcanza el valor de 1), aunque no los más frecuentes. Dentro de estos tipos de tiempo caracterizados por altas presiones, los flujos que persisten 5, 6 o 7 días no superan el 4 % del total y, alcanzan el 8 %, si añadimos los que permanecen 4 días. El 27 % tienen una duración de 2 días y el 56 % se inician y cesan en 24 horas.

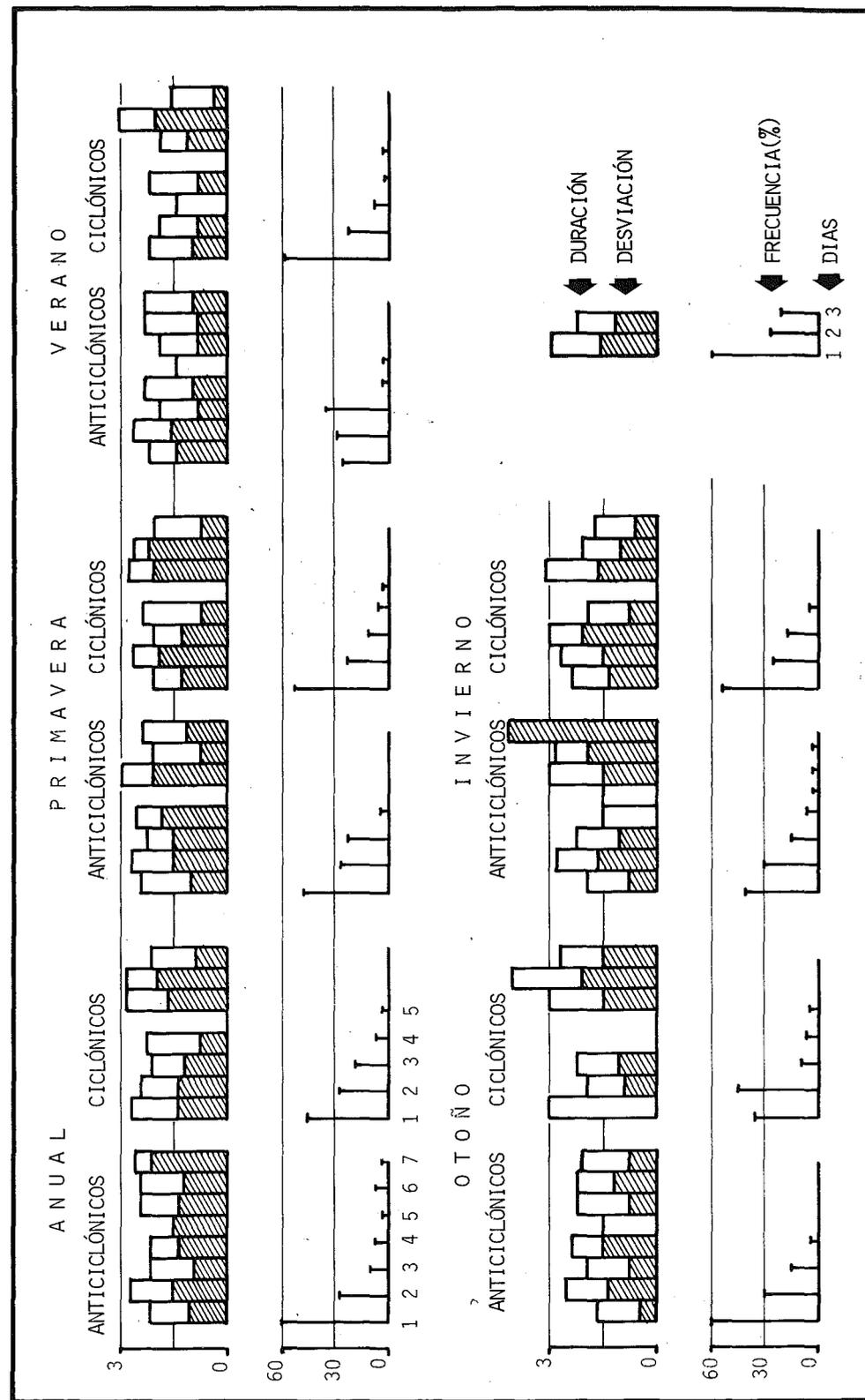
En cuanto a los ciclónicos, los flujos zonales son los más persistentes, a la vez que presentan una fuerte desviación (1,7). Le siguen los flujos meridianos debidos a coladas frías, algo más regulares en su persistencia (1,4 de desviación). Estos tiempos perturbados pueden durar hasta 5 días pero su frecuencia es sólo del 3 % y suponen el 7 % si les añadimos los que persisten durante 4 días. Los de 2 días suponen el 27 % y los de un día son los más frecuentes (47 %).

A) *En primavera*, la duración media es de 2,6 días, 3,3 días para los anticiclónicos y 2 para los ciclónicos. Los flujos derivados de coladas frías con inestabilidad en el Atlántico meridional tienen una duración media de 3 días y su persistencia es también muy variable (con un valor de desviación cercano a 2). Igual ocurre con los tipos de tiempo zonales, cuya duración es algo menor pero superan su valor de desviación.

Durante esta época los anticiclónicos no sobrepasan los 4 días y sólo el 4 % de las veces alcanzan esta duración. Los flujos con duraciones de 1 y 2 días suponen el 70 % de las veces. Los ciclónicos, en cambio, pueden tener una duración de hasta 5 días (4 %), aunque la mayor frecuencia corresponde a persistencias de 1 o 2 días (78 %).

B) *El verano* viene claramente definido por una duración media de los flujos de 3,1 días. Máximo anual derivado de la gran persistencia de los tipos de tiempo anticiclónico. En cambio, los ciclónicos sólo alcanzan una duración media inferior a un día. Estos se deben, fundamentalmente, a flujos submeridianos generalmente poco persistentes. Pueden llegar a durar hasta 5 y 6 días, sin embargo lo más frecuente es 1 o 2 días. Los que duran 24 horas suponen el 61 % de los casos. Dentro de

FIG. 5. DURACIÓN, DESVIACIÓN Y FRECUENCIA DE LOS TIPOS DE TIEMPO.



los anticiclónicos, mucho más persistentes, destaca la importancia que adquieren los que persisten 2 y 3 días cuya frecuencia es del 30 y 35 % de las veces, respectivamente.

C) *En otoño*, la duración media (2 días), al igual que la del invierno, queda por debajo de la media anual, con un valor de hasta 3 días para los anticiclónicos y sólo de 1 para los ciclónicos. Durante esta época resalta la gran persistencia de los flujos zonales de hasta 4 o más días de duración (con un valor de desviación próximo a 2), seguido de los flujos submeridianos del noroeste y suroeste con similar valor de irregularidad.

La mayor frecuencia en los anticiclónicos corresponde a los de 1 día de duración (60 %) pudiendo alcanzar un máximo de 4 días (3 %). Los ciclónicos centran su frecuencia máxima en los 2 días (45 %) y pueden ser de hasta 5 días, pero ya sólo con una frecuencia del 4 %.

D) *En invierno*, la duración media de los tipos de tiempo de 2,2 días, igual para los anticiclónicos que para los tipos de tiempo perturbados. Estos últimos se deben a flujos submeridianos del anticiclón atlántico, o más del suroeste cuando la circulación general se halla en su punto más meridional. El 54 % de las veces, duran un solo día y menos del 30 % son sensibles durante 2 y 3 días.

Dentro de los anticiclones destaca una gran variedad de duraciones: entre 1 (40 %) y 7 días (3 %). Estos últimos obedecen a las altas presiones centradas sobre la península a modo de anticiclón térmico que enlaza con las altas europeas.

## 11. CONTRIBUCIÓN DE CADA FLUJO A LA PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL

El poder evaluar la precipitación anual y estacional en distintas zonas del Alto Aragón según cuatro sectores direccionales nos permite obtener una clasificación de las precipitaciones (en tantos por ciento de lluvia total) según sus flujos originarios.

Ello puede ser interesante para conocer las modificaciones que el relieve impone en nuestra dinámica atmosférica. Una vez más insistimos en el decisivo papel que juega la topografía en el manejo y modificación de los flujos, cuyo resultado es una variada gama de influencias.

Se pretende así evaluar la distinta influencia que ejercen estos flujos sobre los distintos puntos de nuestra zona, unas veces incrementados por el relieve en su efecto de contención a barlovento, otras veces interceptados por su escaso poder de penetración. La distribución anual y estacional de estas precipitaciones según cuatro sectores puede ayudar a comprender como la mayor o menor incidencia de un flujo sobre una zona puede hacerla climáticamente distinta de otra.

Las lluvias que penetran en nuestra comarca montañosa como flujos del cuarto cuadrante (sector oeste-noroeste) dominan y constituyen el principal aporte en toda la región. Suponen más del 50 % de la precipitación total anual en cualquier punto del Alto Aragón.

Los puntos más irrigados por estos flujos se sitúan en el extremo occidental entre la Depresión Media y el sur de las Sierras Interiores (Salvatierra y Ansó) con valores cercanos al 70 % de la precipitación anual. Valores que se repiten en el extremo oriental (Yésero) debido a la muralla que supone la divisoria Cofabloturia. En ella vuelven a descargar importantes precipitaciones los flujos que de dirección oeste penetran a través de la Depresión Media y son retenidos por este accidente montañoso perpendicular a su dirección.

Al norte de las Sierras Interiores, en pleno Pirineo Axil, estos valores relativos quedan algo más reducidos (Formigal 60 %, Candanchú 65 %). Lo cual, no significa que la precipitación total anual de origen oeste y noroeste disminuya, sino que, por su posición altitudinal, son valles donde las precipitaciones de origen septentrional son importantes y disminuyen así el valor relativo, que suponen los flujos del cuarto cuadrante, en favor de la importancia que adquieren los flujos de dirección meridiana norte-sur.

La parte central de la Depresión Media ostenta un valor inferior al de sus extremos (Jacá 62 %), pero superior al de la Depresión Prepirenaica (Ena y Caldearenas 58 %) situada más al sur y a sotavento de las Sierras de las Peñas. Por la misma razón —agravada por nuevas alineaciones montañosas—, la influencia de estos flujos disminuye en los extremos meridionales prepirenaicos (Aineto y Luesia 52 %). Los flujos del oeste y noroeste, como flujos más importantes, suponen un máximo anual de precipitación en todas las estaciones. No ocurre así con las de los otros tres sectores que, por su menor potencia, están más sometidos a la influencia del relieve y crean matices más locales.

Los de componente norte y nordeste (primer cuadrante) no aportan más del 15 % de la precipitación anual. En estos casos, los puntos más septentrionales y

FIG. 6 . LLUVIA ANUAL (0/o) QUE APORTAN LOS FLUJOS AGRUPADOS POR SECTORES .

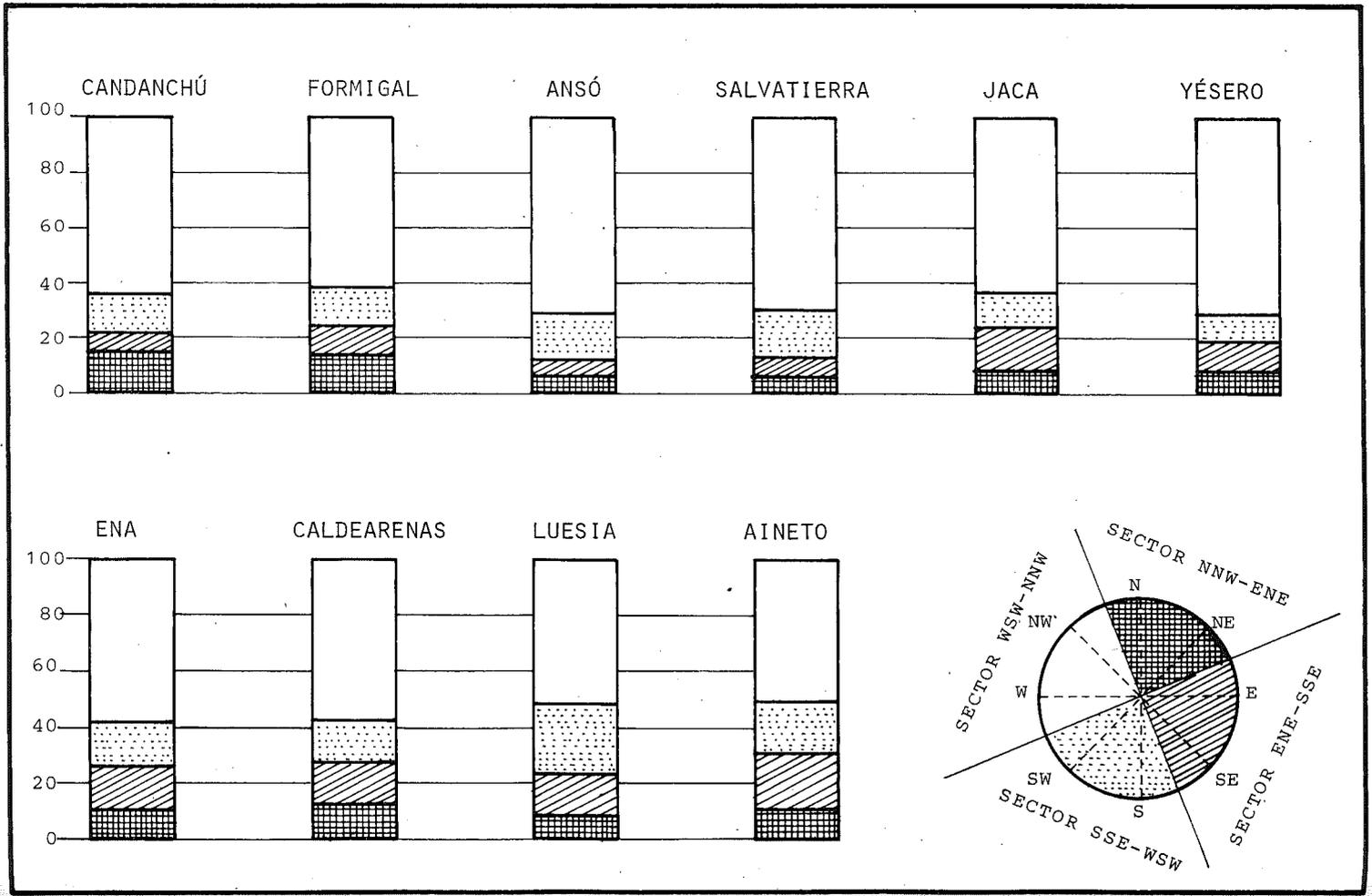
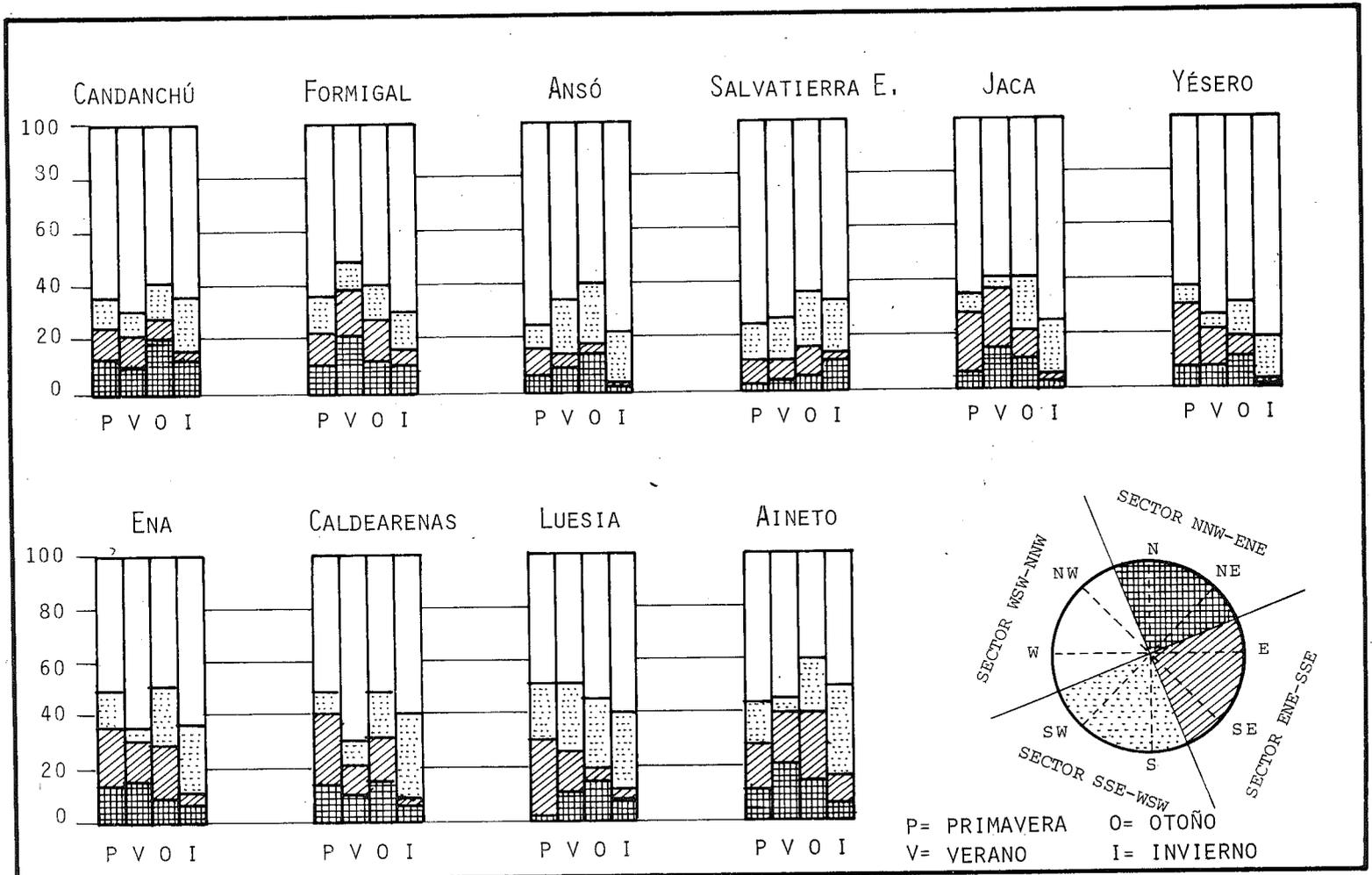


FIG. 7 . LLUVIA ESTACIONAL (0/o) QUE APORTAN LOS FLUJOS AGRUPADOS POR SECTORES



CUADRO 7 . PORCENTAJE DE LLUVIA QUE APORTA CADA SITUACIÓN (1968/1974)

CANDANCHÚ	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
% de la precip. de primavera	5,0	8,3	4,9	6,5		11,1	28,7	35,5	100%
% de la precip. de verano	0,3	10,8	3,6	8,0		9,2	34,5	33,6	100%
% de la precip. de otoño	11,0	9,4	5,3	1,9		12,7	25,5	34,2	100%
% de la precip. de invierno	3,6	9,3	0,8	0,6		19,7	36,5	19,5	100%
% CON RESPECTO A LA ANUAL	5,2	9,4	3,6			13,6	31,3	33,0	100%

FORMIGAL	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
% de la precip. de primavera	2,1	8,0	3,2	9,6		13,4	30,8	32,9	100%
% de la precip. de verano		22,3	4,8	12,0		10,2	28,4	22,3	100%
% de la precip. de otoño	5,4	6,8	7,0	7,5		12,9	26,2	34,2	100%
% de la precip. de invierno	2,9	8,1	2,7	2,1		13,7	36,3	34,2	100%
% CON RESPECTO A LA ANUAL	2,8	10,5	4,4	7,3		12,7	30,6	31,7	100%

ANSÓ	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
% de la precip. de primavera	3,3	2,5	0,8	9,4	1,3	7,7	29,6	45,6	100%
% de la precip. de verano		8,4	1,2	3,8		19,3	45,4	21,9	100%
% de la precip. de otoño	5,9	5,9		3,9		22,3	37,7	24,3	100%
% de la precip. de invierno	0,4	1,0		0,1		18,9	51,8	27,8	100%
% CON RESPECTO A LA ANUAL	2,4	4,1	0,4	4,0	0,3	17,1	41,6	30,1	100%

SALVATIERRA	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
% de la precip. de primavera	1,7	1,7	2,2	5,9		12,9	35,3	40,3	100%
% de la precip. de verano		4,4	2,0	5,3		14,7	42,1	31,5	100%
% de la precip. de otoño	1,7	3,7	9,1	0,9		20,1	39,3	25,2	100%
% de la precip. de invierno	6,9	3,9	1,2	1,2		18,9	40,3	27,6	100%
% CON RESPECTO A LA ANUAL	2,8	3,4	3,6	3,2		16,8	39,1	31,3	100%

JACA	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
% de la precip. de primavera	1,6	4,3	6,6	15,3	0,1	7,1	31,2	33,8	100%
% de la precip. de verano		15,3	7,1	15,0		4,6	38,8	19,2	100%
% de la precip. de otoño	1,2	9,8	6,6	3,3		19,4	37,6	22,1	100%
% de la precip. de invierno	2,4	0,8	1,4	0,1		20,4	45,1	29,8	100%
% CON RESPECTO A LA ANUAL	1,3	7,4	5,6	8,8		12,6	37,7	26,6	100%

YÉSERO	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
% de la precip. de primavera	3,7	3,9	5,4	18,3	1,7	5,6	29,6	31,8	100%
% de la precip. de verano		7,0	5,7	8,3		5,6	47,0	26,4	100%
% de la precip. de otoño	0,8	10,5	4,6	2,8		13,1	42,6	25,6	100%
% de la precip. de invierno		0,2		0,1		16,2	52,5	31,0	100%
% CON RESPECTO A LA ANUAL	1,3	5,2	4,0	8,0	0,5	9,9	42,2	28,9	100%

ENA	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	TOTAL
% de la precip. de primavera	1,6	11,3	6,8	15,0	1,0	13,0	30,0	21,3	100%
% de la precip. de verano	0,2	14,8	5,3	9,8		5,3	39,5	25,1	100%
% de la precip. de otoño	1,1	7,5	11,0	9,6		21,1	23,4	26,3	100%
% de la precip. de invierno	3,4	3,1	2,6	1,4		24,1	36,6	28,8	100%
% CON RESPECTO A LA ANUAL	1,6	9,2	6,3	9,0	0,3	15,8	32,5	25,3	100%

CALDEARENAS										
% de la precp. de primavera	1,9	12,7	8,4	17,1	0,8	7,4	25,6	26,1	100%	
% de la precp. de verano		9,6	4,6	5,8		8,7	50,7	20,6	100%	
% de la precp. de otoño	2,2	13,3	9,7	6,5		17,0	29,4	21,9	100%	
% de la precp. de invierno	2,5	3,7	3,2	0,2		29,2	38,7	22,5	100%	
% CON RESPECTO A LA ANUAL	1,6	10,2	6,7	8,0	0,2	14,9	35,6	22,8	100%	

LUESIA										
% de la precp. de primavera	0,4	0,8	10,7	18,7	0,5	20,3	22,8	25,8	100%	
% de la precp. de verano		11,0	10,2	5,5		25,1	26,6	21,7	100%	
% de la precp. de otoño	4,0	11,4	3,2	1,7		24,6	40,0	15,1	100%	
% de la precp. de invierno	1,3	7,8	2,0	1,3		27,9	38,8	20,9	100%	
% CON RESPECTO A LA ANUAL	1,4	7,1	6,8	7,8	0,2	24,1	31,5	21,1	100%	

AINETO										
% de la precp. de primavera	0,5	11,2	7,5	11,9	0,7	15,2	21,3	31,7	100%	
% de la precp. de verano	0,4	20,2	5,9	12,8		5,4	33,3	22,0	100%	
% de la precp. de otoño	0,2	7,4	14,0	11,6		21,0	24,5	21,3	100%	
% de la precp. de invierno	1,2	5,4	7,2	2,9	0,9	32,1	25,5	24,8	100%	
% CON RESPECTO A LA ANUAL	0,6	10,8	8,8	10,0	0,4	18,4	25,6	25,4	100%	

Primavera: incluye los meses de marzo, abril y mayo  
 Verano : incluye los meses de junio, julio y agosto  
 Otoño : incluye los meses de septiembre, octubre y noviembre  
 Invierno : incluye los meses de diciembre, enero y febrero

mejor expuestos (norte de las Sierras Interiores) registran el mayor aporte (Formigal 13 %, Candanchú 15 %). Una vez más resalta la mejor exposición septentrional de ese último punto respecto a Formigal, mucho más protegido por su posición más interior y por los relieves circundantes de la parte NE de la cuenca del alto Gállego. Para la Depresión Media las cifras oscilan entre 7 y 9 %, manteniéndose más o menos este mismo valor para toda la Depresión Prepirenaica. En el extremo oriental aumenta ligeramente hasta el 11 % debido a la situación de la estación de Aineto en las primeras estribaciones septentrionales de las Sierras Exteriores, condensando y precipitando los últimos efluvios septentrionales que hasta allí pueden llegar.

El punto elegido como extremo occidental no supera el 8 %, en parte por su posición más meridional y también por su situación totalmente al sur de las montañas prepirenaicas. Así ocurre en Luesia, mirando ya hacia pleno valle del Ebro. De todo ello cabe concluir que las precipitaciones procedentes del primer cuadrante afectan muy poco al Alto Aragón. En parte porque la mayoría de los flujos del nordeste proceden del anticiclón europeo, y a los del norte se opone la importante barrera pirenaica y además alineaciones montañosas perpendiculares a su dirección.

Cuando el flujo es del tercer cuadrante (sector sur-suroeste) el extremo suroccidental es el más afectado (Luesia 24 %) frente a la importante disminución del extremo nororiental (Formigal 18 %). El gradiente suroeste-nordeste es evidente. En el extremo suroriental sigue siendo escasa la aportación de este flujo (Aineto 19 %), debido a su situación más al este y en la vertiente septentrional de las primeras estribaciones montañosas. En este caso, a sotavento del flujo. Por su condición de flujo de origen meridional y ya poco activo sobre nuestro territorio, son las vertientes meridionales de las alineaciones montañosas las más favorecidas con máximos de influencia sobre la cuantía anual de precipitación. Por el contrario, vertientes septentrionales, o fondos de valles y depresiones son los puntos menos afectados. Bajo estas condiciones localizamos los mínimos altoaragoneses, con valores comprendidos entre el 12 y 15 %, correspondiendo a estaciones sometidas a condiciones topográficas como las descritas.

Cuando el flujo es del segundo cuadrante, también encontramos la máxima influencia en los puntos más meridionales de nuestra zona, pero no en el extremo occidental (como en el caso de flujos del tercer cuadrante) sino en el oriental. En Aineto, los flujos del este-sureste aportan el 19 % de la precipitación anual, marcando un gradiente hacia el noroeste hasta alcanzar sólo el 5 % en Ansó.

El máximo secundario de influencia penetra por la Depresión Prepirenaica (Ena y Caldearenas) hasta alcanzar la zona central de la Depresión Media (Jaca) con valores del 15 %. Influencia que va disminuyendo hacia el oeste y hacia el norte (7 % en Salvatierra y Candanchú). Todo el sector nororiental (Formigal, Yésero, etc.) registra unos valores superiores a los del extremo noroccidental, pero inferiores a los de las Depresiones Media y Prepirenaica.

Compartimentado su distinta incidencia, podemos distinguir una zona situada al norte de las Sierras Interiores en la que a un fuerte dominio del oeste-noroeste se une un máximo primario de influencia nor-noreste.

La vertiente sur de las Sierras Interiores y el extremo occidental de la Depresión Media se caracterizan por una clara disminución del sector norte, pero compensado por un aumento de los flujos sur-suroeste. Flujo que va disminuyendo a medida que penetramos por la Depresión Media hacia el este para entrar en un mayor dominio de la influencia del sector este-sureste, y ya en el extremo oriental (Yésero)

pierden toda importancia en favor de los de dirección oeste-noroeste, debido a la topografía perpendicular a la Depresión (Cotefablo-Oturia) que facilita la regeneración del flujo.

La Depresión Prepirenaica se caracteriza por una gran uniformidad dentro de ella y con unas influencias muy similares entre los flujos del 1º, 2º y 3º cuadrante que en conjunto casi igualan al flujo del oeste-noroeste.

Los extremos sur-orientales y sur-occidentales presentan un claro predominio de los flujos este-sureste y oeste-suroeste, respectivamente. En ambos, por su situación más meridional, llega igual de mitigada la influencia oceánica del oeste-noroeste si bien algo más sensible en el suroccidental, por razones de proximidad.

## 12. ENSAYO DE CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

El clima de un lugar suele definirse por una serie de valores medios y extremos de un conjunto de elementos climáticos. Dichos elementos no se dan de forma regular y constante, sino que presentan fuertes variaciones y acusados contrastes tanto de un punto a otro como de forma interanual. Ello da lugar a una "cierta movilidad espacial y temporal" de los caracteres climáticos que concurren en un determinado territorio, y más cuando se trata de una zona de transición entre dos climas bien definidos como ocurre en el Alto Aragón occidental.

Los valores medios de una serie de años (normalmente tomados como representativos del lugar) esconden realidades y fluctuaciones a pequeña escala que sólo pueden ponerse de manifiesto a través de estudios que tomen como base los datos anuales año a año. De esta forma pueden destacarse las variaciones espaciales que de un año a otro presenta un dominio climático (o más de uno cuando se trata de climas de transición definidos por dos, tres o más influencias).

En zonas montañosas, las áreas de clima más o menos uniforme son tan reducidas que apenas rebasan el horizonte local. Un clima regional así, se compone de gran variedad de topoclimas debido al fuerte componente espacial que caracteriza a sus elementos climáticos, en los que provoca una alteración de su regularidad.

La variedad climática que se deriva de dichos presupuestos no puede ser resuelta y, mucho menos descubrir matices, con el simple tratamiento de unas medias multianuales que a veces pueden conducir a resultados ilusorios cuando se aplican sin discriminación. Parece indispensable por lo tanto, recurrir a procedimientos más complejos que permitan resaltar los aspectos climáticos más sobresalientes de unos puntos respecto a otros, cuya matización sólo es posible a base de considerar gran número de muestras de cada variable tratadas conjuntamente.

Una solución satisfactoria parece encontrarse en los nuevos métodos matemáticos que, por medio de ordenadores, permiten valorar y correlacionar la importancia de gran número de dichas variables. Cuanto más se profundiza en las respuestas obtenidas, y con afinado criterio climático, más provecho puede obtenerse de los datos registrados en los observatorios. Sin embargo, se llega también a un límite de interpretación más allá del cual no podemos dar respuesta a las preguntas plantea-

das ni diferenciar los matices deseados, cuestión que pone de manifiesto una vez más la complejidad de las relaciones entre factores y la interacción de variables que encierra la palabra "clima". Un ensayo de esa índole para nuestro territorio es el que se intercala en esta monografía.

a) *Introducción.* — De entre los problemas que surgen al analizar cualquier comportamiento climático, uno de los más importantes es conocer —en la medida de lo posible—, las relaciones espaciales que existen entre los hechos observados, tratando a la vez de identificar las normas que rigen dichas relaciones.

Es bien sabido que los elementos del clima carecen de homogeneidad espacial cuando están directamente influidos por una accidentada topografía que impone rígidas modificaciones. Así ocurre en el Alto Aragón occidental, donde la orografía es capaz de crear matices espaciales con la suficiente entidad como para diferenciar unas zonas de otras. Matices derivados, no sólo de las distintas formas topográficas y exposiciones, sino también de sus variados tipos de superficies que dan lugar a distintos balances caloríficos.

Desde esta realidad se pretende soslayar las características de las distintas áreas que componen la comarca, a la vez que, tratar de conocer las conexiones que guardan entre sí, tanto de similitud como de diferenciación. Por tratarse de un clima de transición, los rasgos climáticos que podrían definir una determinada zona no aparecen siempre con la misma regularidad e intensidad. Muchas veces se diluyen o incrementan y, lo que podría considerarse homogéneo según los caracteres de un determinado año, puede ser heterogéneo en el siguiente. El predominio de la influencia atlántica o de la mediterránea en su modalidad continental depende del juego de presiones cercanas a la Península y éstas no son tan regulares ni persistentes como para considerar a todos los años por igual. Estas diferencias sólo se ponen de manifiesto estudiando su comportamiento anual durante una serie de años sucesivos.

B) *Metodología y variables introducidas.* — Dentro de los nuevos métodos introducidos en el campo de la Geografía, basados en técnicas analítico-estadísticas, destaca el Análisis Factorial. Con su aplicación es posible determinar, a través de las interrelaciones de un gran número de variables, el menor número posible de factores cuya asociación con las variables originales los convierta en significativos de todas las relaciones mutuas derivadas. Si todas las correlaciones entre un número de variables pueden explicarse en términos de asociación de cada una de ellas con unos pocos factores, entonces pueden tomarse esos factores como variables fundamentales y su determinación podrá simplificar el sistema. Dichos factores fundamentales pueden coincidir o no con alguna de las variables originales. Las correlaciones de las variables originales con los factores se conocen como cargas del factor (PRICE, 1941-42).

Acumulando las 96 variables seleccionadas para cada una de las 44 muestras<sup>6</sup> (durante 1973, 1974, 1975, 1976, equivalen a 176 muestras) suman un total de 16.896 valores utilizados para delimitar las diferencias espaciales (de cada muestra con respecto a las demás) y temporales (de una misma muestra a lo largo de cuatro años)<sup>7</sup>. Una vez ordenados los datos por muestras y variables, a través de un ordenador se les aplica las siguientes técnicas estadísticas:

- Tipificación de las variables.
- Obtención de los coeficientes de correlación entre cada dos variables.
- Obtención de los coeficientes de carga que liga cada variable a los factores determinados.
- Coordenadas de cada observación respecto a cada uno de los factores determinados.

por medio de las cuales se obtiene una medida de las relaciones que existen entre cada dos variables, a la vez que se reducen los numerosos datos a un número menor de factores.

Aun sin pretender una descripción formal de este método "cuando la población de donde se han obtenido las muestras (estaciones) presentan una distribución multivariable normal, éstas se disponen en el espacio multidimensional de las variables formando una nube cuyo contorno de igual densidad de puntos, adopta una forma elipsoidal. La técnica del análisis factorial efectúa una traslación y rotación de los ejes definidos por las variables, transformándolos en otros nuevos que cumplen los siguientes objetivos:

- El origen de las coordenadas coinciden con el centro de la elipsoide.
- Cada eje es perpendicular a la tangente en el punto donde aquel corta a la superficie de la elipsoide.
- La dirección del primer componente (eje) coincide con el eje mayor de la elipsoide.
- Las direcciones de los siguientes componentes (ejes) coinciden con la de los ejes sucesivamente decrecientes del elipsoide y además son perpendiculares a todos los anteriores.

Cada componente es identificado en su dirección por un vector propio y en su longitud por un valor propio que representa cuantitativamente la varianza absorbida por el mismo. Cada vector puede expresarse en términos de variables. Sus componentes serán los coeficientes de carga, cuyo valor absoluto expresa la participación de cada variable en el eje definido. Las muestras tendrán además nuevas coordenadas calculadas para los ejes transformados" (PUIGDEFABREGAS y CREUS, 1976).

En esencia, pues, el método de componentes toma un sistema complejo de relaciones y lo reduce a una forma canónica o normal. Esta forma es un conjunto ortogonal de ejes que sirve de referencia para localizar las muestras (HOPE, 1968).

Las variables seleccionadas aparecen en las páginas siguientes, desglosadas en valores mensuales y totales anuales además de los coeficientes de carga de cada una de ellas para cada uno de los cinco primeros componentes o ejes.

C) *Valores de cada componente.* — Del examen de los coeficientes de carga de cada variable para cada uno de los cinco primeros componentes obtenemos la siguiente interpretación de los mismos.

<sup>6</sup> Entendemos por variable cada uno de los elementos registrados en cada muestra, y por muestra cada estación en cada año.

<sup>7</sup> Somos conscientes de los riesgos que supone el aplicar esta técnica a un período de sólo 4 años para sacar conclusiones definitivas, pero con el fin de abarcar al máximo nuestra zona se ha escogido este período dentro del cual coinciden un máximo de muestras (44). De cualquier forma parece válido para conocer las líneas generales de variabilidad.

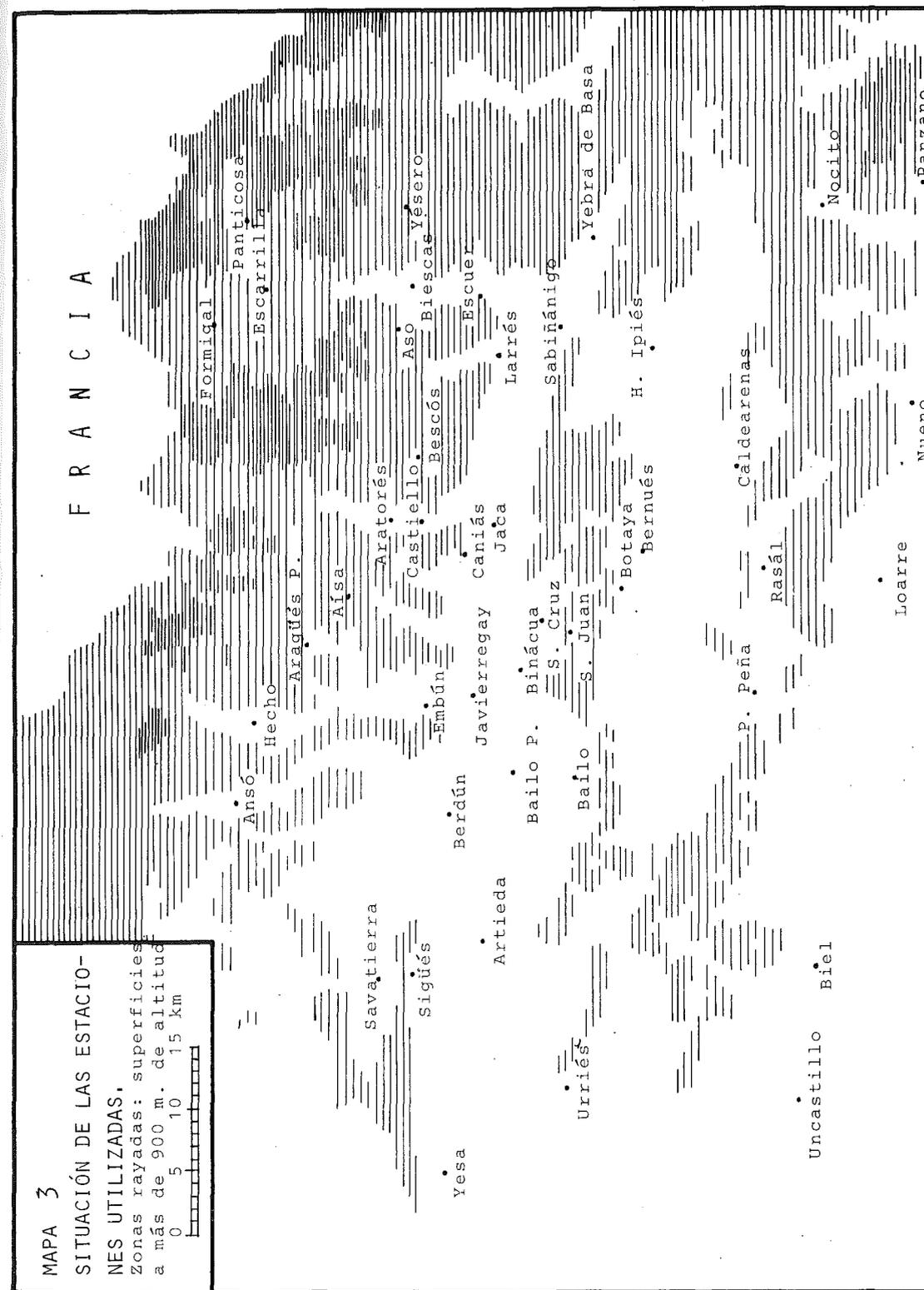
El primer eje cubre el 24 % de la varianza contenida en los datos. Se caracteriza por coeficientes de carga positivos para las temperaturas y especialmente para las máximas de verano. Destacan en primer lugar la temperatura máxima absoluta de julio<sup>8</sup>, media de las máximas de agosto y septiembre, y la meda de las mínimas de mayo, julio, agosto y septiembre.

Por el contrario, las precipitaciones muestran coeficientes negativos con valores absolutos menores que los de las temperaturas. Los más negativos corresponden al número de días de nieve, a las precipitaciones invernales oceánicas, a los pocos días de lluvia en verano e importancia de las precipitaciones superiores a los 30 litros en 24 horas. Este componente define, pues, un gradiente térmico, en el que la disminución de temperaturas se halla asociado a un aumento general de la precipitación.

El segundo componente cubre el 11 % de la varianza inicial y viene caracterizado por coeficientes de carga más importantes para las precipitaciones que para las temperaturas. Entre las primeras destacan, en sentido positivo, la precipitación total y número de días de precipitación de marzo. Corresponden a las precipitaciones de tipo oceánico en los meses de transición del invierno a la primavera y cuyos efectos van retrasándose a meses más primaverales a medida que nos desplazamos de oeste a este o hacia el centro de la depresión del Ebro (FLORISTÁN, 1951 y 1975). Este régimen prevalece desde el invierno, dando lugar a numerosas lluvias (importancia de las precipitaciones copiosas en enero y marzo, así como la frecuencia del número de días de lluvia reflejado en los coeficientes positivos para los citados meses) y a temperaturas relativamente suaves (las mínimas de invierno en general y de enero en particular alcanzan un valor positivo relativamente alto). Por su mayor coeficiente, parece ser que son las lluvias de marzo las que mejor describen las muestras y no las generalizadas en la época invernal.

El tercer componente cubre casi el 10 % de la varianza inicial y presenta fuertes coeficientes de carga negativos para las variables relacionadas con la precipitación y número de días de lluvia de otoño así como la precipitación máxima en 24 horas durante esta época. También, y de forma positiva, con las máximas absolutas y media de las máximas de otoño y negativamente con las mínimas de otoño-invierno. Con coeficientes menos importantes aparecen los pocos días de lluvia estivales y las precipitaciones superiores a 1 litro/m<sup>2</sup>. Estos coeficientes sugieren que el tercer componente se halla relacionado con las influencias mediterráneas, caracterizadas por la accesibilidad de las lluvias equinociales además de la ausencia de lluvias estivales y un régimen térmico más benigno.

<sup>8</sup> El que la vertiente meridional pirenaica alcance su máxima temperatura en julio ha sido ya puesto de manifiesto por otros autores: SOLÉ SABARÍS, LAUTENSACHS, (1951 y 1962).



RELACION DE ESTACIONES UTILIZADAS: ALTITUD Y COORDENADAS.

Nº de orden	Estación	Altitud (m s/M)	Longitud E (mer.Madrid)	Latitud N
1	Aísa	1043	3-03-56	42-40-50
2	Ansó	850	2-51-30	42-45-15
3	Aragüés del Puerto	980	3-01-00	42-42-25
4	Artieda	652	2-41-35	42-36-25
5	Aso de Sobremonte	1265	3-19-30	42-37-40
6	Baílo	723	2-52-30	42-30-30
7	Baílo-Puente la Reina	595	2-53-20	42-33-24
8	Berdún	688	2-49-30	42-36-10
9	Bernués	917	3-06-05	42-28-42
10	Bescós de la Garcipollera	932	3-11-00	42-37-38
11	Binacua	762	2-59-20	42-32-45
12	Botaya	945	3-02-07	42-29-30
13	Caldearenas	630	3-11-13	42-23-50
14	Caniás	855	3-04-37	42-35-56
15	Castiello de Jaca	921	3-08-13	42-37-55
16	Embún	739	2-57-45	42-37-37
17	Escarrilla	1200	3-22-26	42-44-13
18	Escuer	800	3-21-32	42-35-40
19	Formigal	1550	3-19-50	42-46-26
20	Larrés	912	3-18-13	42-33-45
21	Panzano	649	3-31-50	42-12-53
22	Salvatierra de Esca	582	2-40-57	42-40-15
23	San Juan de la Peña	1222	3-01-20	42-30-25
24	Santa Cruz de la Serós	788	3-00-45	42-31-22
25	Sigüés	521	2-40-30	42-38-00
26	Hecho	830	2-56-16	42-44-27
27	Yebra de Basa	884	3-24-10	42-29-17
28	Yésero	1150	3-26-15	42-37-03
29	Nocito	931	3-25-46	42-19-20
30	Pantano de la Peña	565	2-57-00	42-23-12
31	Urriés	557	2-33-50	42-31-10
32	Biescas	880	3-22-04	42-37-55
33	Jaca	820	3-07-45	42-34-07
34	Biel	760	2-45-00	42-23-14
35	Hostal de Ipiés	715	3-17-25	42-26-12
36	Javierregay	690	2-57-10	42-35-22
37	Loarre	775	3-03-40	42-18-50
38	Aratorés	920	3-07-47	42-39-15
39	Nueno	726	3-14-50	42-17-00
40	Rasal	680	3-06-13	42-22-37
41	Uncastillo	601	2-33-20	42-22-37
42	Panticosa(Balneario)	1670	3-27-20	42-45-35
43	Sabiñánigo	790	3-19-35	42-30-55
44	Yesa	491	2-19-13	42-37-10

RELACION DE VARIABLES UTILIZADAS Y COEFICIENTES DE CARGA EN LOS CINCO PRIMEROS COMPONENTES(EJES).

Variables climáticas	Meses	Coeficientes de carga				
		Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
Tem. máxima absoluta	E	0,21	-0,07	-0,22	-0,10	0,58
	F	0,36	-0,33	-0,11	-0,42	0,46
	M	0,28	-0,61	-0,15	0,41	0,22
	A	0,56	-0,49	-0,23	-0,32	-0,04
	M	0,48	-0,36	0,24	0,46	0,23
	J	0,69	-0,43	-0,12	-0,15	0,23
	J	0,74	0,02	0,04	-0,18	0,38
	A	0,71	-0,05	0,03	-0,05	0,38
	S	0,67	-0,07	0,42	0,28	0,07
	O	0,35	-0,52	-0,29	-0,58	-0,01
	N	0,45	-0,19	0,43	-0,28	0,06
	D	0,20	0,23	0,21	0,44	0,53
Tem. mínima absoluta	E	0,46	0,59	-0,09	-0,10	-0,01
	F	0,54	0,46	-0,15	-0,38	-0,03
	M	0,71	0,16	-0,29	-0,02	-0,16
	A	0,55	0,35	-0,41	0,42	0,12
	M	0,64	-0,13	-0,29	0,11	-0,38
	J	0,66	0,12	-0,22	0,42	-0,30
	J	0,63	0,08	-0,33	-0,00	-0,27
	A	0,64	0,22	-0,22	-0,03	-0,25
	S	0,65	0,24	-0,29	-0,29	-0,26
	O	0,57	-0,13	-0,31	0,01	-0,49
	N	0,39	0,50	-0,33	0,16	-0,13
	D	0,37	0,46	-0,18	0,22	0,04
Tem. media de máximas	E	0,35	0,06	-0,27	-0,12	0,68
	F	0,58	-0,22	-0,11	-0,38	0,50
	M	0,52	-0,58	-0,03	0,36	0,28
	A	0,70	-0,16	0,08	-0,12	0,47
	M	0,56	-0,52	-0,01	0,38	0,28
	J	0,54	-0,46	-0,29	0,08	0,43
	J	0,64	-0,07	-0,06	-0,44	0,47
	A	0,75	-0,20	0,38	-0,01	0,27
	S	0,77	-0,30	0,36	-0,06	0,09
	O	0,56	-0,34	0,18	-0,55	0,00
	N	0,62	-0,25	0,42	0,05	0,19
	D	0,27	0,21	0,11	0,50	0,61
Tem. media de mínimas	E	0,47	0,62	-0,32	-0,06	-0,11
	F	0,63	0,30	-0,54	-0,29	-0,05
	M	0,58	0,48	-0,48	0,15	0,05
	A	0,73	0,42	-0,35	-0,07	0,00
	M	0,76	-0,02	-0,08	0,33	-0,27
	J	0,66	-0,11	-0,38	0,12	-0,26
	J	0,73	0,16	-0,15	-0,15	-0,28
	A	0,72	0,12	0,01	-0,03	-0,41
	S	0,73	0,13	-0,01	-0,01	-0,41
	O	0,58	-0,05	-0,44	-0,29	-0,44
	N	0,48	0,55	-0,25	0,28	-0,19
	D	0,40	0,25	-0,52	0,34	-0,15

Precipitación total	E	-0,44	0,47	0,33	-0,20	-0,05
	F	-0,39	0,21	-0,47	0,21	0,25
	M	-0,24	0,72	-0,14	-0,03	0,42
	A	-0,38	-0,38	-0,38	-0,23	-0,05
	M	-0,33	0,12	0,05	-0,57	-0,19
	J	-0,29	0,21	0,43	0,51	0,00
	J	-0,34	-0,35	-0,36	0,45	-0,11
	A	-0,47	-0,16	-0,41	-0,29	0,06
	S	-0,49	0,25	-0,38	-0,34	0,22
	O	-0,36	-0,47	-0,64	0,22	-0,04
	N	-0,55	0,01	-0,24	0,34	-0,00
	D	-0,33	-0,61	-0,44	-0,10	-0,17
	Prec. máx. 24 horas	E	-0,49	0,50	0,15	-0,27
F		-0,31	0,04	-0,44	-0,21	0,11
M		-0,29	0,47	-0,21	0,38	0,36
A		-0,30	0,16	0,01	-0,09	-0,02
M		-0,15	-0,15	0,11	-0,25	-0,30
J		-0,21	0,42	0,23	0,43	0,20
J		-0,21	-0,29	-0,35	0,40	-0,05
A		-0,20	0,19	0,01	-0,08	0,17
S		-0,27	0,12	-0,04	-0,00	-0,07
O		-0,31	-0,52	-0,50	0,16	-0,12
N		-0,36	-0,24	-0,08	0,25	-0,18
D		-0,34	-0,45	-0,30	-0,07	-0,24
Nº días de lluvia		E	-0,14	0,43	0,34	-0,08
	F	-0,25	0,10	-0,39	0,31	0,42
	M	-0,22	0,61	-0,23	-0,34	0,46
	A	-0,32	-0,18	-0,43	-0,41	0,15
	M	-0,26	0,15	0,29	-0,62	-0,02
	J	-0,38	-0,34	0,12	0,13	-0,09
	J	-0,27	-0,50	-0,18	0,38	-0,13
	A	-0,48	-0,41	-0,54	-0,19	0,10
	S	-0,45	0,18	-0,50	-0,38	0,36
	O	-0,29	-0,26	-0,62	0,41	0,21
	N	-0,29	0,18	-0,45	0,23	0,41
	D	-0,12	-0,58	-0,48	-0,34	-0,06
	Tot. anual	nº días mín $\geq -5$	-0,53	-0,46	0,50	-0,06
"	" " " $\leq 0$	-0,69	-0,12	0,26	-0,04	0,12
"	" " " máx $\geq 20$	0,33	-0,49	-0,09	-0,06	0,24
"	" " " máx $\geq 30$	0,58	-0,20	0,05	-0,09	0,20
"	" " " precipi $\geq 0,9$	-0,10	0,01	-0,13	-0,17	0,33
"	" " " precipi $\geq 1$	0,30	0,07	-0,45	-0,15	0,34
"	" " " precipi $\geq 10$	-0,42	-0,21	-0,31	0,02	0,03
"	" " " precipi $\geq 30$	-0,63	0,09	-0,20	0,11	-0,07
"	" " " nieve	-0,72	0,15	-0,10	-0,20	-0,12
"	" " " despejados	0,19	-0,19	0,29	0,17	-0,13
"	" " " nubosos	0,06	0,06	-0,01	-0,04	0,14
"	" " " cubiertos	-0,29	0,15	-0,34	-0,15	0,02
Valores propios absolutos		23,12	11,03	9,45	7,71	7,05
Valores propios en %		24,08	11,50	9,85	8,04	7,34
Valores propios acumulados (%)		24,08	35,58	45,43	53,47	60,81

El cuarto componente explica el 8 % de la varianza inicial y se relaciona negativamente con la precipitación total y número de días de precipitación de mayo. Por el contrario presenta una correlación positiva con el total de lluvia y la precipitación máxima en 24 horas de los meses de junio y julio. Este eje parece relacionarse con los efectos continentales montanos, cuya precipitación convectiva estival en forma de tormentas de calor afecta profundamente a los Pirineos, pues los vientos de altitud que favorecen su propagación son los del suroeste (BIEL-LUCEA y GARCÍA DE PEDRAZA, 1962).

El quinto eje absorbe el 7 % de la varianza y muestra valores positivos para las máximas absolutas y temperaturas medias de invierno. Parece estar relacionado con determinadas situaciones topográficas que dificultan la circulación del aire, favoreciendo su caldeoamiento durante el día (aun en invierno) y en consecuencia aumentan las máximas. Parece relacionarse con aquellos lugares que, aun descendiendo las mínimas por debajo de cero, las máximas diurnas son relativamente altas.

El total de los cinco componentes explican el 60,81 % del total de la varianza contenida en los datos, algo menos que en otros trabajos realizados en esta misma región aplicados a un año, en el cual los cuatro primeros componentes ya explicaban el 60 % de la varianza total (PUIG-DEFÁBREGAS y CREUS, 1976).

D) *Análisis de la varianza.* — Al analizar el comportamiento climático a lo largo de cuatro años puede plantearse si los valores que diferencian una estación de otra se deben a la localización espacial de la propia estación (muestra) o a las influencias climáticas que, en forma de flujos de distinta procedencia, pueden ser más importantes unos años que otros. En definitiva se impone conocer si la variabilidad debida a la distinta situación de cada muestra en el espacio es más importante que la provocada por el distinto comportamiento de las variables climáticas según los años, o viceversa.

A través del análisis de la varianza, cuyos resultados se reflejan en el cuadro siguiente, se pone de manifiesto que el primero y quinto ejes presentan una variabilidad mayor para las estaciones (muestras) que para los años, mientras que para el segundo, tercero y cuarto ejes ocurre todo lo contrario. Si tenemos en cuenta las variables que definen cada uno de los cinco componentes, podemos agruparlos de la forma siguiente y concluir que:

— La variabilidad de las muestras respecto a los ejes primero (gradiente altitudinal que opone precipitación y temperatura) y quinto (caracteres topográficos que facilitan embolsamientos) se debe a la localización espacial de las mismas.

— La variabilidad de las muestras respecto a los ejes segundo (gradiente de oceanidad), tercero (de mediterraneidad) y cuarto (de continentalidad) se deben a las diferencias interanuales.

<u>Primer componente</u>				
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Varianza	F
Años	3	54,69619	18,23206	0,4524 (NS)
Estaciones	43	30027,52322	698,31449	17,3292 (*)
Error	129	5198,29376	40,29685	
Total	175	35280,51317		

<u>Segundo componente</u>				
Años	3	899,48638	299,82879	8,6177 (*)
Estaciones	43	525,50259	12,22099	0,3512 (NS)
Error	129	4488,18866	34,79216	
Total	175	5913,17763		

<u>Tercer componente</u>				
Años	3	1697,63813	565,87944	25,1855 (*)
Estaciones	43	733,08562	17,04850	0,7587 (NS)
Error	129	2898,42309	22,46840	
Total	175	5329,14684		

<u>Cuarto componente</u>				
Años	3	2753,21268	917,73756	181,2570 (*)
Estaciones	43	188,65922	4,38742	0,8665 (NS)
Error	129	653,15051	5,06318	
Total	175	3595,02241		

<u>Quinto componente</u>				
Años	3	146,47453	48,82484	2,4324 (**)
Estaciones	43	807,72882	18,78439	1,3205 (**)
Error	129	1834,93813	14,22433	
Total	175	2789,14140		

(NS) = No significativo  
 (\*) = Grado de significación del 0,999  
 (\*\*) = Grado de significación del 0,900

En este intento de estudiar la estructura subyacente de los datos climáticos se pone de manifiesto un hecho muy importante. Y es que entre los factores que determinan esta estructura existe un grupo estable en el tiempo relacionado con la localización espacial de las estaciones, y otro grupo afectado por las variaciones interanuales de los elementos climáticos, independientes del espacio. En el primer caso estarían las variables que definen el primero y quinto ejes (principalmente temperaturas) y en el segundo las variables relacionadas con los ejes segundo, tercero y cuarto (principalmente precipitaciones o tipos de lluvias). Por tanto debe tenerse en cuenta este tipo de separación a la hora de llevar a cabo estudios regionales, dado que además el primer componente aporta siempre la mayor parte de la información significativa.

E) *Ejes segundo, tercero y cuarto. Valores medios de cada año.* — Los valores medios de cada años para cada uno de los ejes segundo, tercero y cuarto aparecen representados en las páginas siguientes, en un espacio de tres dimensiones y cartografiados año a año en el Alto Aragón. Sus valores nos dan la caracterización de cada uno de los años estudiados respecto a los tipos de clima definidos por los ejes:

Años	Segundo Eje		Tercer Eje		Cuarto Eje	
	$\bar{M}$	$\sigma$	$\bar{M}$	$\sigma$	$\bar{M}$	$\sigma$
1973. . . . .	-0,55	0,60	1,06	0,58	0,26	0,21
1974. . . . .	1,03	0,47	0,19	0,62	1,04	0,32
1975. . . . .	0,56	0,54	0,00	0,58	-1,53	0,38
1976. . . . .	-1,04	0,60	-1,15	0,63	0,20	0,38

Representados los valores de cada eje para cada año en los mapas siguientes, 1973 aparece como un año con una influencia negativa relativamente importante de los elementos climáticos y flujos que caracterizan el segundo eje, mucho más importante y positiva en los del tercero y ya poco importante (aunque también positiva) para los del cuarto. Teniendo en cuenta los coeficientes de carga de cada uno de estos ejes, dicho año podríamos definirlo como de escasa oceanidad, muy importante en cuanto a lluvias otoñales y medianamente afectados por los rasgos de matiz continental, especialmente las precipitaciones.

1974 representaría un ejemplo de máxima oceanidad (+1,03 del segundo eje) y, en contraposición, de escasas lluvias otoñales (sólo +0,19). Las lluvias estivales tuvieron especial significación de unas zonas a otras (+1,04), y las de mayo fueron un símbolo de la persistencia oceánica hasta bien avanzada la primavera.

1975, en cuanto a la oceanidad ocuparía un lugar intermedio entre 1973 y 1974 aunque algo más cercano a este último. El tercer eje tendría un valor totalmente normal y extremadamente negativo el cuarto.

1976 representaría a los años de mínima oceanidad invernal (-1,04) y de mínima precipitación otoñal (-1,15), aunque con un valor ligeramente positivo para las precipitaciones estivales.

En el mapa número 7 se representan por medio de isolinéas los valores de cada eje cada año y reflejan el alcance sobre nuestra región de las distintas influencias climáticas. Según ello podemos señalar los siguientes rasgos o características:

—La oceanidad definida por el segundo eje se muestra muy variable según los años, pasando de máximos que invaden toda la Jacetania (año 1974) a sólo notarse su presencia en el norte y noroeste de la comarca (año 1976). En años intermedios (1973) puede penetrar hasta la parte occidental de la Depresión Media y curso alto de los valles transversales al río Aragón, o bien hacerse más sensible (año 1975) a través de la Depresión Media hasta la Val Ancha y por la parte meridional a través de las Sierras Exteriores. Ordenando los años de mayor a menor oceanidad quedarían con el siguiente orden: 1974, 1975, 1973 y 1976.

Tanto en años de máxima como de mínima oceanidad hay que destacar todo el arco del Gállego como zona siempre poco afectada por este flujo, quedando a modo de islote marginado de esta influencia.

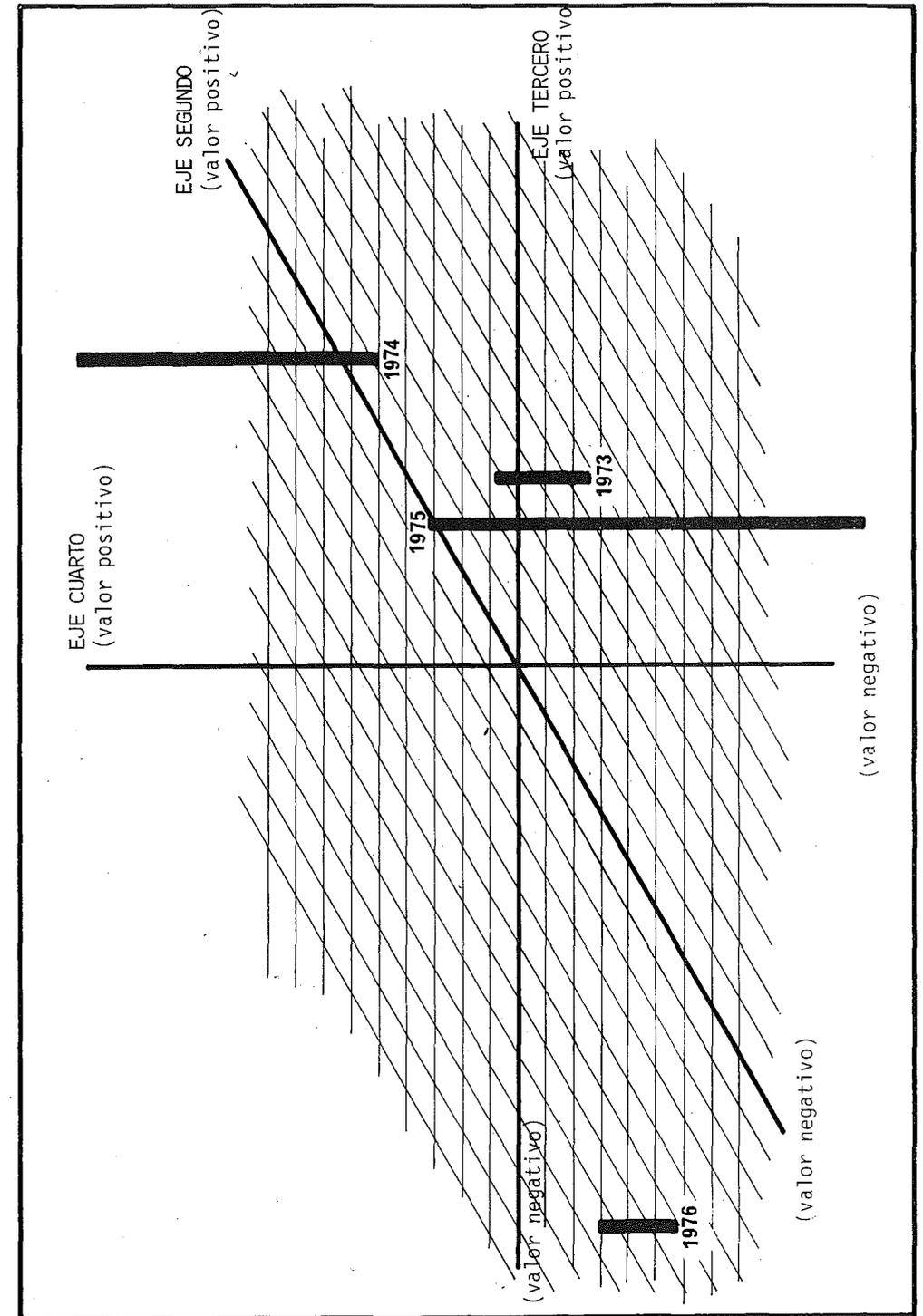
—Las lluvias otoñales de influencia mediterránea definidas por el tercer eje también presentan distinto comportamiento y alcance en la zona. Dado que este eje viene definido por valores negativos, 1973 podemos considerarlo como ejemplo de año de máxima ausencia de esta influencia de matiz mediterráneo. Influencia que rara vez nos llega por la parte oriental, sino que lo hace a través de los somontanos y bordeando las Sierras Exteriores por el suroeste alcanza el Alto Aragón. La divisoria del Cotefablo se comporta como una auténtica barrera climática.

Este tipo de influencia puede afectar también a casi toda nuestra zona (año 1976) o tan sólo de forma intermedia (años 1974 y 1975). Aunque raras veces penetra por el este atravesando la divisoria Gállego-Ara, algunos años se asoma por la divisoria como un intento de esta influencia por alcanzar el Alto Aragón occidental desde el Sobrarbe a oriente. En unos y otros casos el arco del Gállego sigue apareciendo como zona menos afectada por este tipo de lluvias, junto a otros islotes como es la zona de Berdún.

—Las variables definidas por el cuarto eje parece que guardan poca relación con algún flujo determinado. Al relacionarse con fenómenos de tipo convectivo presentan un fuerte componente local, que pueden tener lugar en toda nuestra zona según que años (1975) o ser muy poco sensibles según otros (1974). Aun en años de características como este último, el arco del Gállego presenta una fuerte incidencia. Otro sector particularmente afectado son las Sierras Interiores cuando dichos fenómenos son alóctonos. En sus escarpados murallones se estrella la inestabilidad convectiva arrastrada por vientos del suroeste en las capas altas. Las variables relacionadas sólo explican el 8 % de la varianza inicial.

F) *Eje primero.* — Los valores de este eje aparecen representados en el mapa siguiente, donde se observa una gradual relación inversa con la altitud. Puesta de manifiesto esta relación a través de una correlación representada en el gráfico siguiente, se deduce una clara oposición entre las zonas de menor altitud, más cálidas y secas, con régimen pluviométrico de tendencia equinoccional (valores superiores a

FIG. 8. VALORES MEDIOS DE LAS COORDENADAS DE ACDA AÑO, RESPECTO A LOS EJES SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO.



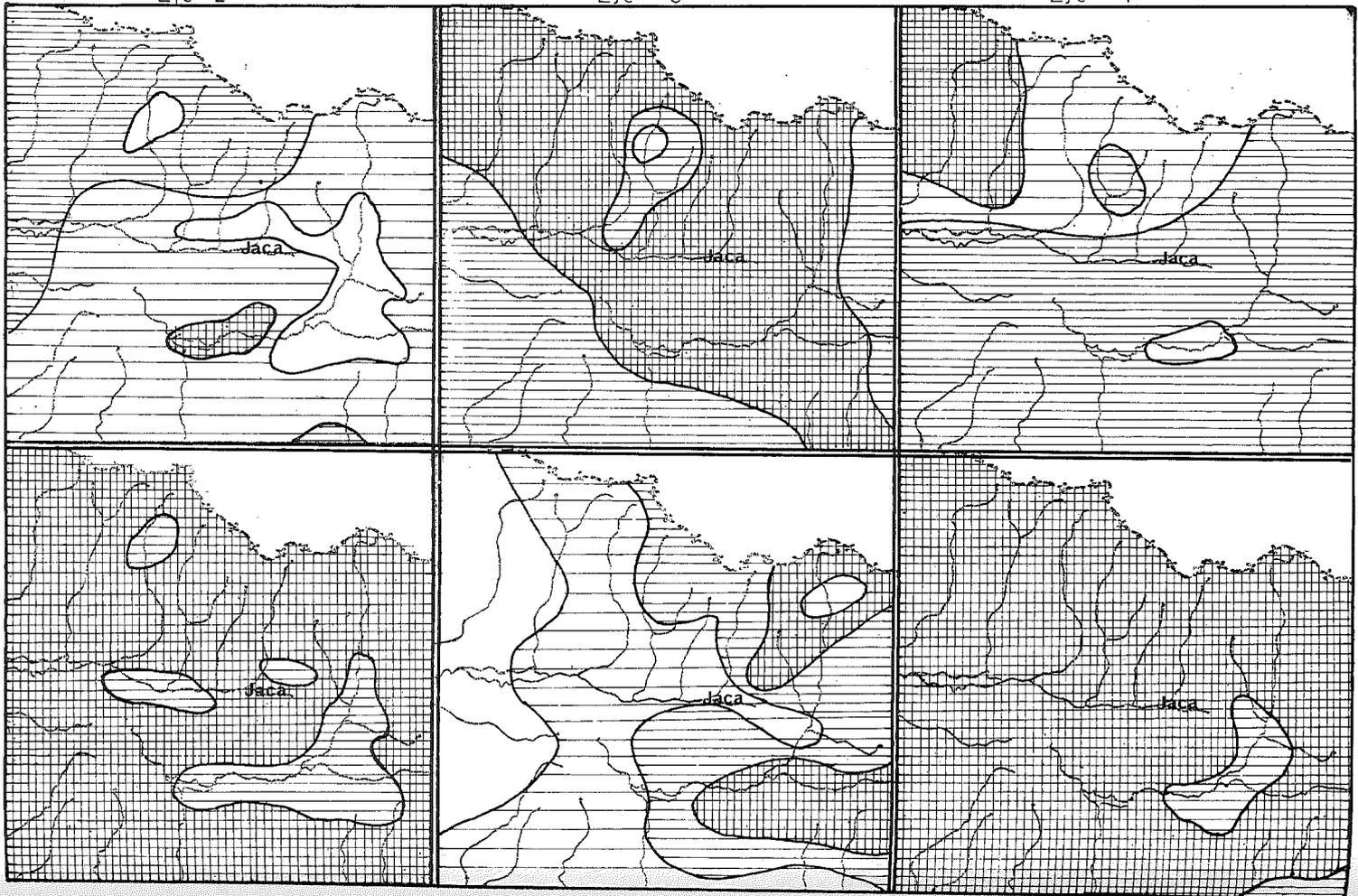
Mapa 4.- VALORES DE LAS COORDENADAS DE CADA EJE PARA CADA AÑO

0-25% □ 26-50% ▨ 51-75% ▩ 76-100% ▧

Eje 2°

Eje 3°

Eje 4°



Año 1974

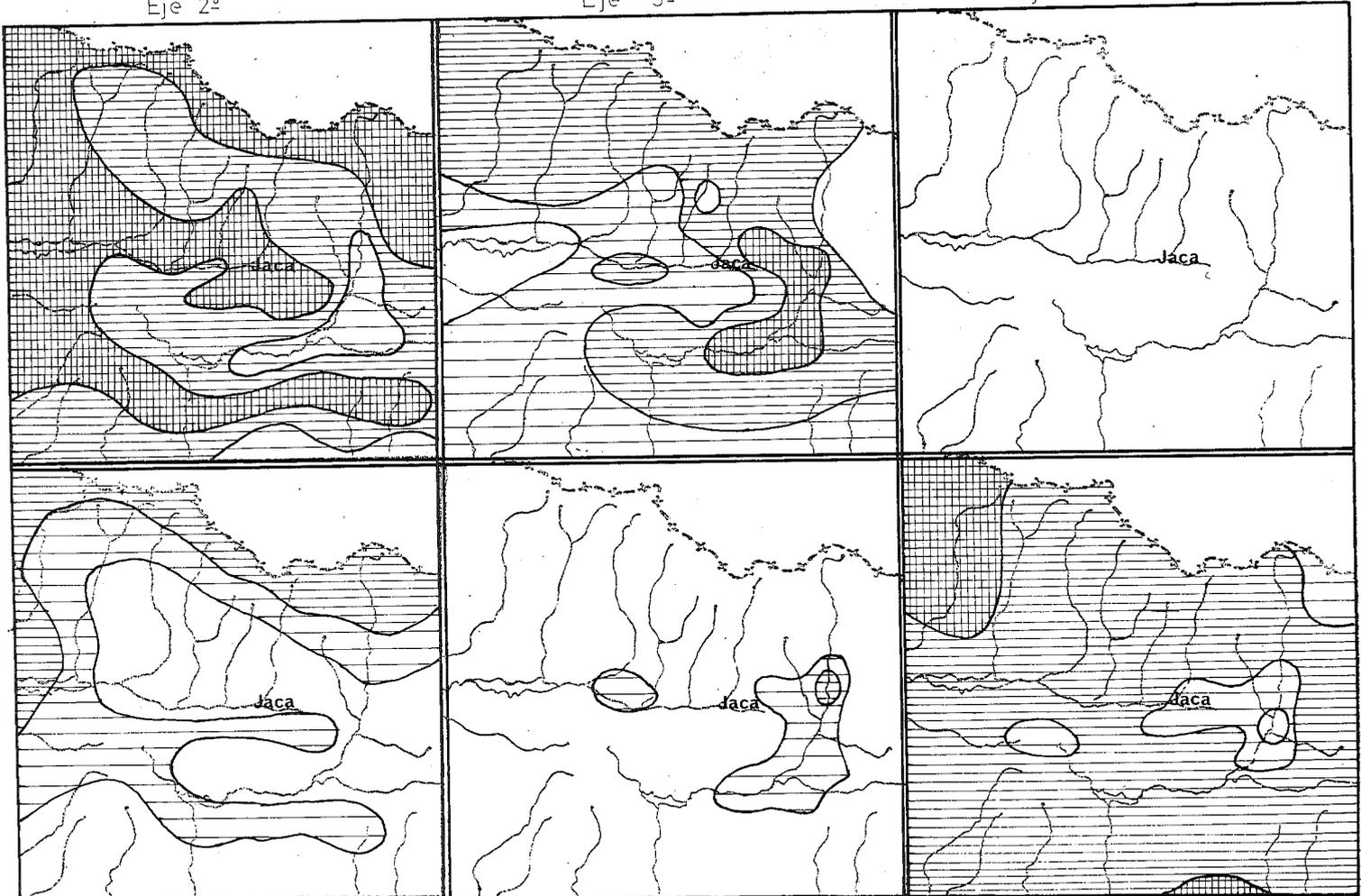
Año 1973

VALORES (continuación.....)

Eje 2°

Eje 3°

Eje 4°



Año 1976

Año 1975

VALORES MEDIOS DE LAS COORDENADAS TIPIFICADAS DEL PRIMER COMPONENTE (EJE), REPRESENTADOS POR ISOLÍNEAS.

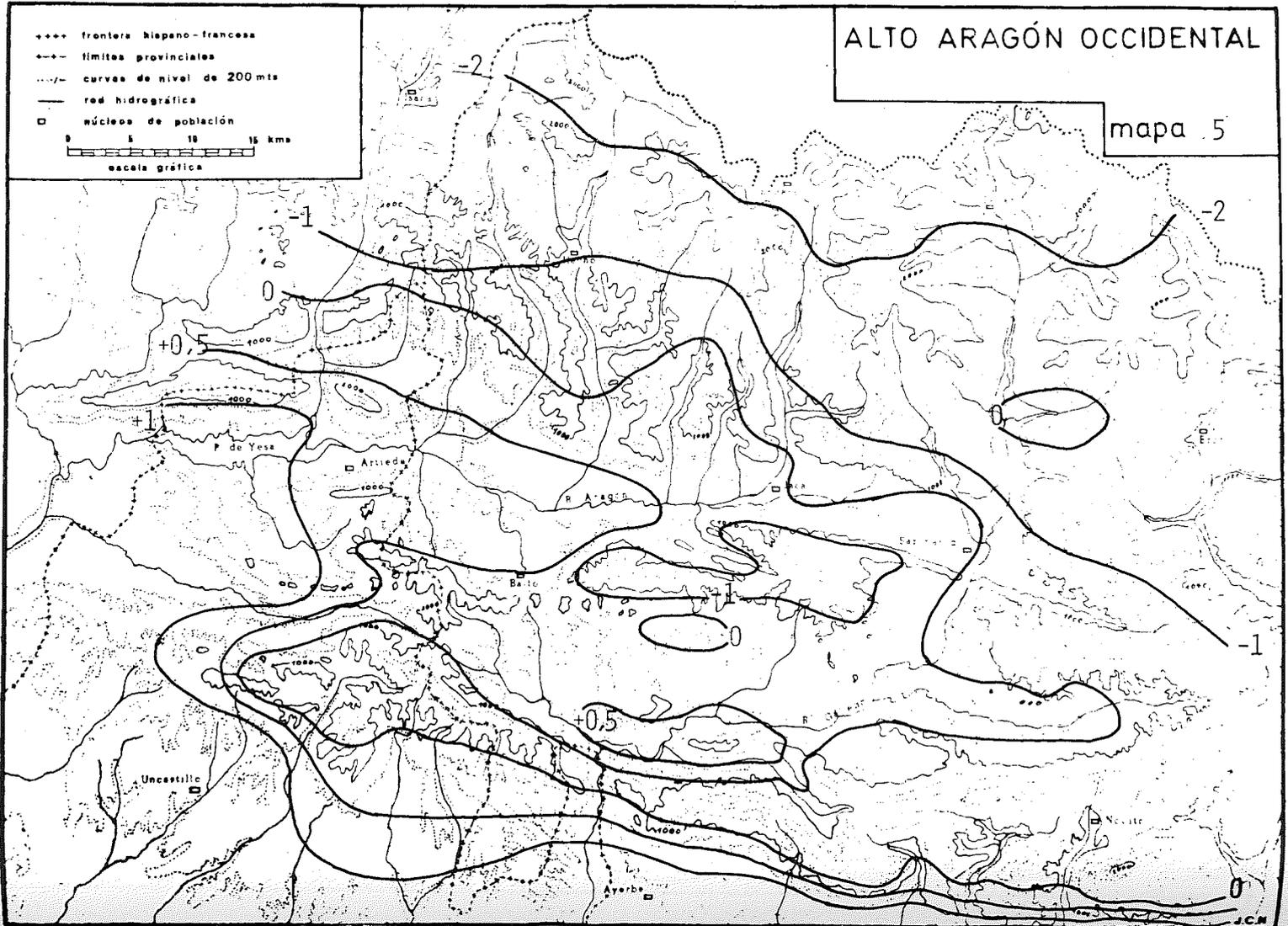
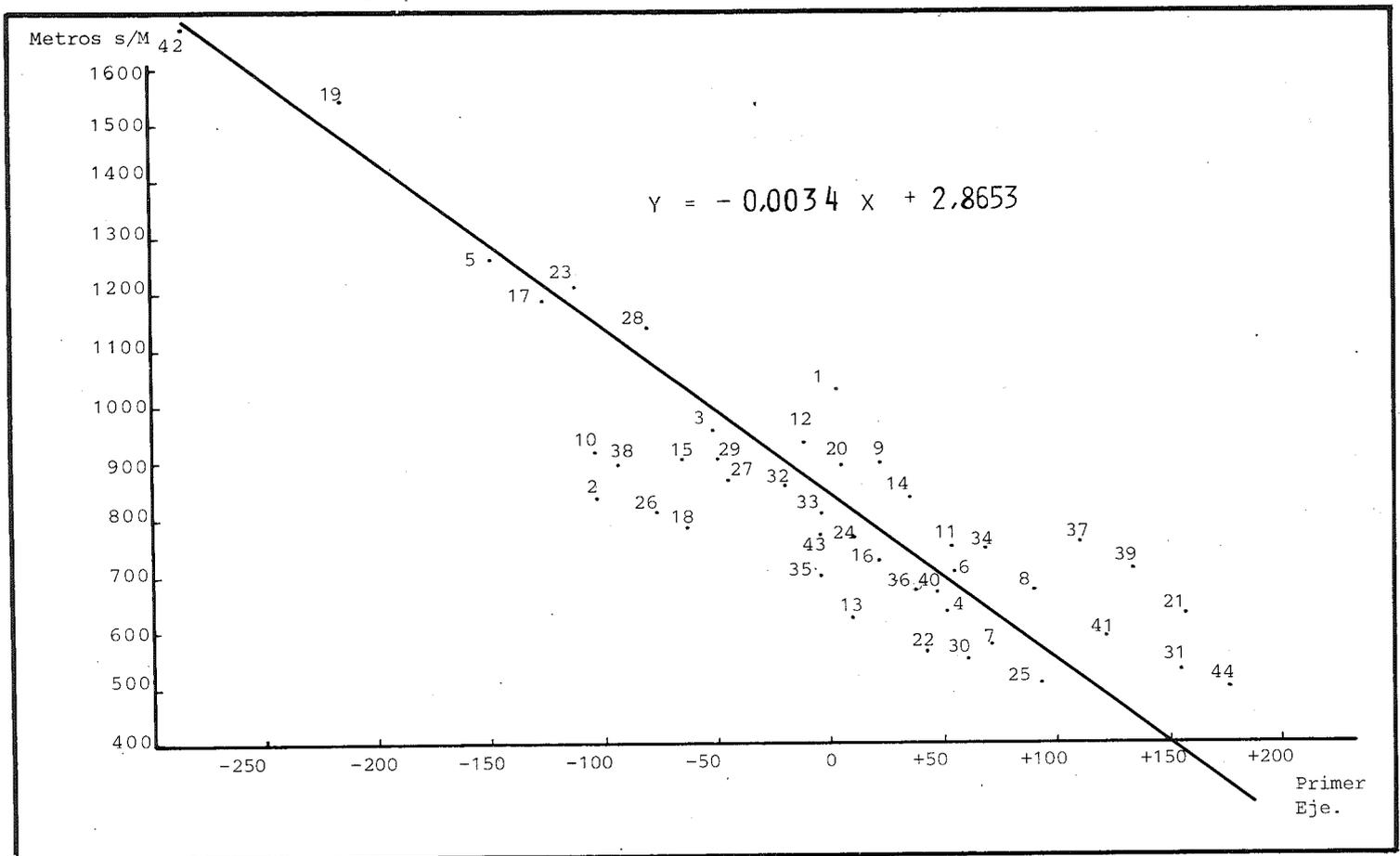


FIG. 9 . RELACIÓN ENTRE LA ALTITUD DE CADA ESTACIÓN Y SU COORDENADA RESPECTO AL PRIMER COMPONENTE. Los números junto a la recta corresponden a la numeración de las estaciones.



+1), frente a las zonas altas de montaña con temperaturas más frías, más lluviosas y veranos más frescos y húmedos (valores inferiores a -2). A pesar de ser zonas con veranos más lluviosos no por ello suponen un máximo anual como ocurre en las comarcas orientales de Sobrarbe y Ribagorza (DAUMAS, 1976), más continentalizadas. El resto del territorio altoaragonés comprendido entre estas características extremas (+1 y -2) participa más de una o de la otra según tenga un valor más o menos próximo a los citados. La isolínea cero marcaría un equilibrio de tales características.

Destacan con valores altos (superiores a +1) la parte meridional, suroeste y oeste prepirenaica, hasta la vertiente meridional de la Sierra de Leyre. Con valores entre +1 y +0,5 queda incluida la casi totalidad de la Canal de Berdún (hasta cerca del Campo de Jaca) y cuya isolínea seguiría por la parte occidental de San Juan de la Peña, por el oeste la Sierra de Santo Domingo hasta la vertiente sur de las Sierras Exteriores a escasa altitud. Con valores entre +0,5 y 0 tenemos las primeras estribaciones que por el norte limitan a la Depresión Media. Franja que a través de la Val Ancha y valle del Gállego enlaza con la Depresión Prepirenaica. Quedan como islotes con valores inferiores a -1, los macizos de San Juan de la Peña y Oroel (más fríos y húmedos) y con valores superiores a +0,5, la depresión de La Peña-Rasal (como más cálida y seca).

Entre 0 y -1 corresponde la franja que comprende los cuencos medios de los valles transversales a la Depresión Media y que a través de la cabecera del Guarga enlaza con las Sierras Exteriores-Santo Domingo.

El territorio comprendido hasta el sur de las Sierras Interiores tiene entre -1 y -2, a excepción del sector de Biescas-Yésero con valores ligeramente inferiores (0 y -1).

Finalmente, toda la parte septentrional de las Sierras Interiores alcanzaría un valor superior a -2, si bien en la parte occidental, por ausencia de datos, no pasa de ser mera suposición.

G) *Desviaciones de la regresión con la altitud.* — La recta de regresión deducida de la correlación entre el primer eje y la altitud nos muestra aquellas zonas que presentan valores del primer eje superiores a lo que les correspondería por la altitud (desviaciones positivas) y las que presentan valores inferiores (desviaciones negativas). Las primeras indican zonas más cálidas de lo normal y las segundas más frías de lo que les corresponde por la altura. Según el mapa número 9.

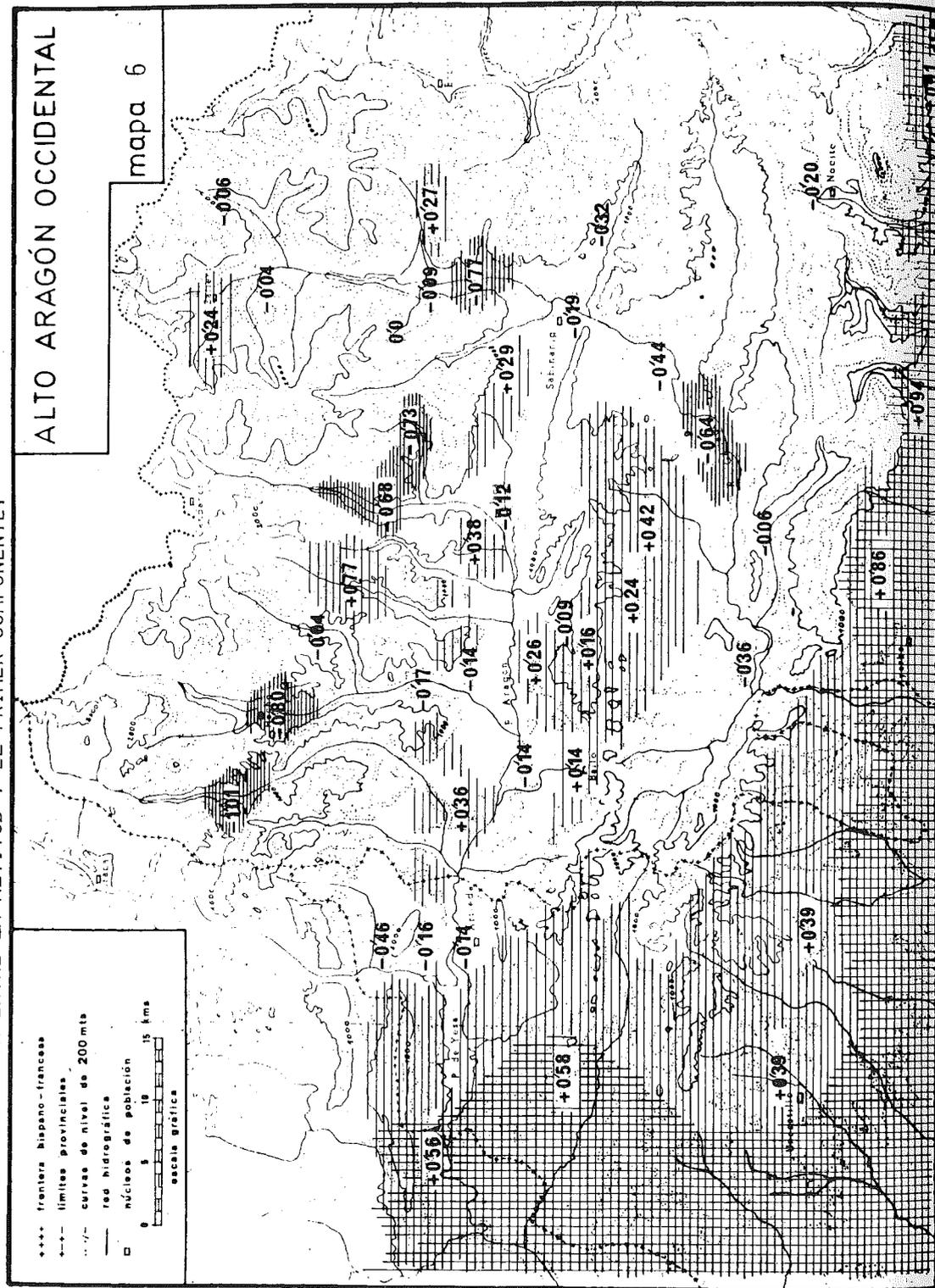
— Toda la parte meridional de las Sierras Exteriores, con prolongación hacia el oeste a través de Uncastillo, Urriés, Yesa, aparece como una zona mucho más cálida de lo que le correspondería por su altitud (desviaciones superiores a +0,50). Cabe destacar la zona de Aisa que también presenta valores de desviación positiva muy fuerte (+0,77).

— Una nueva franja también más cálida aunque menos que la anterior (con la misma disposición y ensanchándose por el oeste) se halla comprendida entre valores de 0 y +0,5. Como islotes cálidos destacan la parte occidental y meri-

DESVIACIONES (POSITIVAS Y NEGATIVAS) DE LOS VALORES REALES RESPECTO A LOS ESTIMADOS POR LA REGRESIÓN ENTRE LA ALTITUD Y EL PRIMER COMPONENTE.

Nº de orden	Estación	Altitud	Valor 1º componen	Valores estimad	Diferencia
1	Aísa	1043	0,10	-0,67	+0,77
2	Ansó	850	-1,03	-0,02	-1,01
3	Aragüés del Puerto	980	-0,50	-0,46	-0,04
4	Artieda	652	0,51	0,65	-0,14
5	Aso de Sobremonte	1265	-1,43	-1,43	0,00
6	Bailo	723	0,55	0,41	+0,14
7	Bailo-Puente la R.	595	0,71	0,85	-0,14
8	Berdún	688	0,89	0,53	+0,36
9	Bernués	917	0,22	-0,25	+0,47
10	Bescós de la Garc.	932	-1,03	-0,30	-0,73
11	Binacua	762	0,54	0,28	+0,26
12	Botaya	945	-0,10	-0,34	+0,24
13	Caldearenas	630	0,09	0,73	-0,64
14	Caniás	855	0,34	-0,04	+0,38
15	Castiello de Jaca	921	-0,62	-0,26	-0,36
16	Embún	739	0,19	0,36	-0,17
17	Escarrilla	1200	-1,25	-1,21	-0,04
18	Escuer	800	-0,62	0,15	-0,77
19	Formigal	1550	-2,15	-2,39	+0,24
20	Larrés	912	0,06	-0,23	+0,29
21	Panzano	649	1,57	0,66	+0,91
22	Salvatierra de Esca	582	0,43	0,89	-0,46
23	San Juan de la Peña	1222	-1,12	-1,28	+0,16
24	Santa Cruz de la S.	788	0,10	0,19	-0,09
25	Sigüés	521	0,94	1,10	-0,16
26	Hecho	830	-0,75	0,05	-0,80
27	Yebra de Basa	884	-0,45	-0,13	-0,32
28	Yésero	1150	-0,77	-1,04	+0,27
29	Nocito	931	-0,49	0,29	-0,20
30	Pantano de la Peña	565	0,59	0,95	-0,36
31	Urriés	557	1,56	0,98	+0,58
32	Biescas	880	-0,21	-0,12	-0,09
33	Jaca	820	-0,04	0,08	-0,12
34	Biel	760	0,68	0,29	+0,39
35	Hostal de Ipiés	715	-0,00	0,44	-0,44
36	Javierregay	690	0,38	0,52	-0,14
37	Loarre	775	1,10	0,24	+0,86
38	Aratorés	920	-0,94	-0,26	-0,68
39	Nueno	726	1,34	0,40	+0,94
40	Rasal	680	0,50	0,56	-0,06
41	Uncastillo	601	1,22	0,83	+0,39
42	Panticosa (Balneario)	1670	-2,86	-2,80	-0,06
43	Sabiñánigo	790	-0,01	0,18	-0,19
44	Yesa	491	1,76	1,20	+0,56

DESVIACIONES (POSITIVAS Y NEGATIVAS) DE LOS VALORES REALES RESPECTO A LOS ESTIMADOS POR LA REGRESIÓN ENTRE LA ALTITUD Y EL PRIMER COMPONENTE.



dional de San Juan de la Peña-Oroel y los primeros contrafuertes del flysch que a modo de solanas limitan a la Depresión Media por el norte. Zona que se ensancha en la parte de Berdún hacia el interior de la Depresión. Como zonas también más cálidas destacan las exposiciones a occidente de la parte oriental de la Jacetania (Yésero) y la parte superior del Valle de Tena en lugares como Formigal-Sallent, bien protegidos del norte por macizos montañosos (Foratata).

—Como zonas más frías que lo debido a su altitud (desviaciones negativas) destacan las cabeceras de los valles transversales a la Depresión Media cerrados hacia el sur por bancos calizos intercalados en el flysch (valores inferiores a -0,50) provocando embolsamientos de aire frío. (Ansó, Hecho, Castiello-Aratorés, Bescos, de la Garcipollera, Escuer (debido a la morrena de Senegüé) y el fondo de la depresión prepirenaica a lo largo del río Gállego y cerrada por las Sierras Exteriores. En general, todo el valle del Gállego.

Es muy probable que estas zonas que muestran desviaciones positivas debidas a su adecuada exposición y negativas debido a sus peculiares características topográficas sean más numerosas que la señaladas, pero con los datos existentes no pueden ampliarse a otros lugares que seguramente también tendrían algún tipo de desviación. La topografía altoaragonesa es lo suficientemente accidentada como para hacer tal suposición. En cualquier caso, en condiciones topográficas parecidas cabe esperar efectos similares.

H) *Ejes primero y quinto. Sus relaciones con la vegetación.* — Situando las estaciones en un eje de coordenadas según sus valores tipificados en el primero y quinto ejes, obtenemos una distribución espacial de las mismas que a grandes rasgos guardan estrecha relación con la vegetación. Adecuando un símbolo para las distintas formaciones vegetales definidas para la Jacetania (MONTSERRAT, 1971) obtenemos una primera aproximación a la relación de estos ejes con la vegetación.

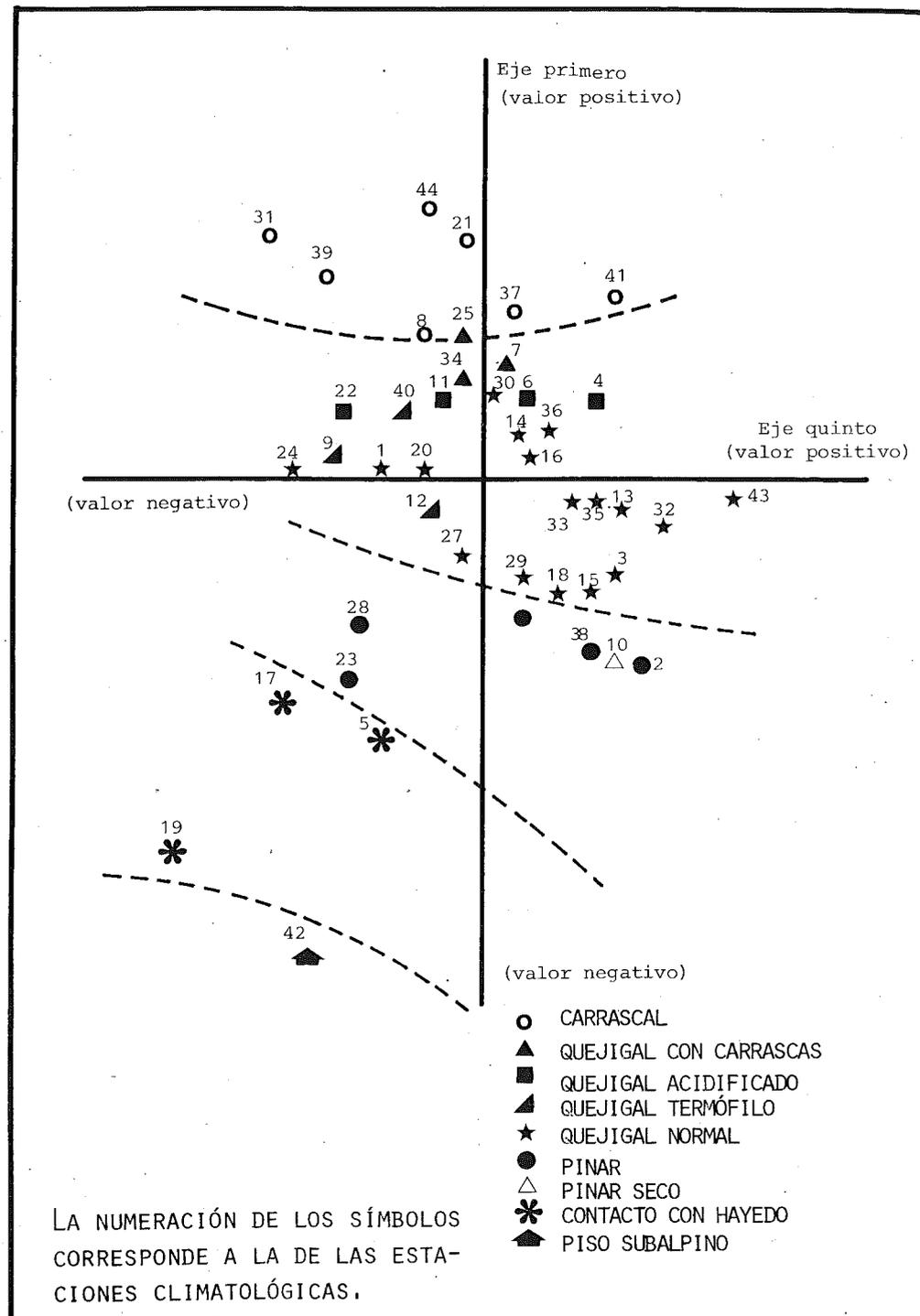
En el gráfico correspondiente se dibuja esta distribución a lo largo del primer eje (valores positivos equivalen a ambientes frescos y húmedos) a la vez que a lo largo del quinto (donde los valores positivos indican posibilidad de temperaturas máximas elevadas por estancamiento del aire), y viceversa.

El dominio del carrascal de (*Quercus rotundifolia*) vendría definido por los valores superiores a +0,90 en el primer eje. Algunas zonas quedarían en la transición entre este dominio y el del quejigal (*Quercus cerrioides*). Así sería en Berdún, Sigüés y otros lugares de semejante emplazamiento.

Los valores comprendidos entre +0,90 y -0,60 indicarían el dominio del quejigal, con estaciones de transición hacia el pinar, como en Hecho.

El dominio del pinar (*Pinus sylvestris*) quedaría delimitado por los valores -0,60 y -1,40 del primer eje, con una clara transición hacia zonas más húmedas como ocurriría en Aso de Sobremonte. Esta transición hacia el hayedo (*Fagus sylvatica*) y su propio dominio quedaría delimitado por los valores de -1,40 y -2,20 del primer eje. Los

FIG. 10. VALORES MEDIOS DEL PRIMER Y QUINTO EJES PARA CADA ESTACIÓN Y SUS RELACIONES CON LOS DOMINIOS DE VEGETACIÓN.



valores superiores a esta última cifra señalarían la transición al piso subalpino.

Dentro de cada uno de estos grandes dominios seguramente pueden hacerse más subdivisiones, pues la misma dispersión del eje núm. cinco indica que no todos los lugares están sometidos a la misma oscilación térmica, ni cada una de estas formaciones ocupa un lugar similar en el primer eje. Así, la temperatura no es la misma ni tampoco su precipitación. En los ombrotermogramas que figura en el apéndice puede comprobarse esta variedad de matices dentro de cada especie. Definir cada uno de estos subgrupos sin duda significaría una gran aportación cara a una mejor comprensión de las relaciones clima-vegetación.

1) *Características de las temperaturas y precipitaciones en su conjunto.* — El estudio de los elementos del clima nos permite afirmar que el Alto Aragón occidental se halla incluido en un área más amplia en cuyos extremos están la influencia oceánica y la mediterránea de matiz continental. Según domina una u otra nuestro clima es más húmedo o más seco, más fresco o cálido. De ahí su carácter de transición entre estos dos tipos de clima bien definidos.

Puede distinguirse un componente climático definitiva por la temperatura y la precipitación anual. El primero es bastante estable en el tiempo pero presenta importantes variaciones en el espacio, especialmente a través de un gradiente altitudinal. Por el contrario, la precipitación presenta una gran variabilidad interanual, tanto en sus totales como en su génesis. Desde años en que las características oceánicas (propias de la parte noroccidental) afectan a casi todo el territorio, a otros en que las dominantes son las de origen mediterráneo (más propias del extremo sureste).

Los años en que cualquiera de estas influencias son más intensas apenas se perciben diferencias en el interior de la región, mientras que cuando llegan más amortiguadas el régimen oceánico tiende a prevalecer en el extremo noroeste, disminuyendo progresivamente hacia el sur y sureste donde domina el de tipo mediterráneo (MONTSERRAT, 1971 b).

Sin embargo debe tenerse en cuenta que las características oceánicas y mediterráneas no varían inversamente una respecto a otra, no se oponen una a otra, ni representan los extremos de un único gradiente. En efecto, los componentes climáticos que definen los ejes segundo y tercero son ortogonales, y por tanto independientes, es decir: en un mismo año y lugar pueden conjugarse ambas influencias (año 1975).

La influencia oceánica penetra con facilidad en los valles bien expuestos a occidente y, a través de los sistemas montañosos (Sierras Interiores y Exteriores) las laderas son capaces de condensar los efluvios oceánicos cuando estos tienen escaso poder de penetración (año 1976). La influencia mediterránea sigue de forma invariable por los

somontanos y sur de las Sierras Exteriores para luego penetrar hacia oriente a través de los valles longitudinales (Depresión Media), pero nunca atravesando la divisoria de los ríos Gállego-Ara. Su poder de penetración puede alcanzar a casi todo el Alto Aragón (año 1976) o apenas ser sensible (año 1973). Lo mismo ocurre con la oceanidad, que puede variar de un máximo (año 1974) a un mínimo (1976). Tanto en unos años como en otros el "arco del Gállego" (desde el sur de Sabiñánigo al Pantano de la Peña) destaca por la escasa influencia que recibe tanto de una como de otra procedencia, hallándose por el contrario sujeto a importantes fenómenos de tipo convectivo. En consecuencia dicho sector territorial aparece como más continentalizado del Alto Aragón occidental.

### 13. ALGUNOS ASPECTOS DE LA INCIDENCIA DEL CLIMA SOBRE LAS ACTIVIDADES PRIMARIAS Y TURÍSTICAS

El clima actúa directa o indirectamente sobre todos los seres vivos. Algunos, especialmente los animales, pueden sustraerse de ciertas influencias (letargos, migraciones, etc.), pero el hombre, por variadas razones, no puede ignorar las características climáticas de la región en que vive, dada la incidencia que tiene sobre todos los factores económicos y productivos. Hoy por hoy todavía tiene que amoldar sus actividades, especialmente las primarias, a las condiciones que el clima le impone. De su acoplamiento y ajuste surge el aprovechamiento más o menos óptimo de este importante recurso natural. Entre los aspectos que más inciden en sus actividades y modos de organización del territorio destacan los siguientes:

A) *Incidencia sobre el período vegetativo.* — Uno de los principales fenómenos climáticos de las zonas montañosas es el progresivo descenso de la temperatura según la altitud. En el capítulo 12.F hemos destacado este hecho, que en el Alto Aragón occidental opone las zonas de menor altitud (más cálidas y secas) a las más elevadas (más frías y lluviosas). Estos extremos quedan relacionados a través de un gradiente de descenso de la temperatura de  $-0,6^{\circ}$  por cada 100 de altitud. Una consecuencia inmediata es el mayor número de días con temperaturas frías en las zonas altas que reducen la duración del período vegetativo, durante el cual las plantas desarrollan su crecimiento. A más altitud es mayor la prolongación del frío invernal y aparecen antes las temperaturas frías otoñales, con la consiguiente reducción de las estaciones intermedias. En consecuencia el período vegetativo se reduce cada vez más en función de la progresiva reducción de la estación cálida. Así pues, el intervalo durante el cual las plantas pueden realizar su crecimiento constituye una base fundamental de la rentabilidad agrícola.

Cuando las temperaturas medias alcanzan de forma regular o se quedan por debajo de los  $0^{\circ}$  se constituye el período de helada segura. Pero puede ocurrir, y de hecho ocurre, que la atmósfera sufra un caldeoamiento en meses todavía fríos y se inicie el período vegetativo. Pero la vuelta a períodos fríos, incluso prolongados, con sus correspondientes heladas provoca un nuevo retroceso muy perjudicial

en algunos casos. En las umbrías, donde la vegetación inicia más tarde su actividad, padece menos que en las exposiciones solanas cuyo comportamiento es más precoz. Estos altibajos térmicos también tienen lugar a otoño ya que algunos años se adelantan los tiempos fríos debidos a perturbaciones atlánticas o a fenómenos de irradiación favorecidos por altas presiones que a su vez alternan con días de fuerte insolación otoñal. Este fenómeno de las temperaturas frías desfasadas referidas a la primavera tardía y a las prematuras de otoño constituye el período de heladas probables.

Ambos períodos de heladas probables explican el retraso en la brotación y la caída prematura e inmadurez de los frutos de las especies silvestres y por tanto también causa de numerosos impactos en la producción de plantas útiles para el hombre. Los cajicos p. ej., son árboles de brotación tardía; pese a la heterogeneidad de las poblaciones que integran nuestros bosques, en el referido aspecto son escasos los pies que suelen "equivocarse" con la alternancia a que nos somete las veleidades de nuestro clima mediterráneo-continental. Con su lentitud en la iniciación vegetativa evitan los inesperados retrocesos de la temperatura media en períodos vegetativos críticos (evitando ser así sorprendidos por heladas con la "savia movida" y por tanto muy indefensos). La fructificación abundante, secuela de estación primaveral avanzada, puede fracasar en otoño por causa de heladas inesperadas y precoces. Dichas situaciones, sólo probables, crean un problema para la selección de las adecuadas estirpes, tanto de plantas de huerta y gran cultivo, como para los frutales y obliga a optar por mezclas compensadoras de variedades precoces y tardías o simple selección de las tardías de ciclo rápido, con el consiguiente decremento de productividad (maíces).

La alternancia y frecuencia de "inviernillos" más o menos cortos, seguida de más largos "veranillos", no sólo afecta a la producción sino que a veces detenta las reservas de hortalizas para lento aprovechamiento invernal. Así, con cierta frecuencia, por efectos de rápida hibernación, "espigan" antes de lo previsto, inutilizándose para el referido consumo.

En función de la temperatura es posible establecer unos valores altitudinales de duración de ambos períodos. Hacia los 1.500 m. de altitud, el período de helada segura se inicia a mediados de octubre y finaliza a mediados de abril. Su duración es de unos 180 días. En los valles transversales pirenaicos, y tomando como referencia los 1.100 m. de altitud, abarca desde mediados de octubre a fines de marzo. Este acortamiento durante el período primaveral supone una duración de 165 días. Cabe pensar que esta cifra está incrementada por las frecuentes inversiones térmicas de sus territorios y que contribuyen a que las mínimas descendan de forma acusada. Algo similar ocurre en el extremo oriental de la Depresión Media (Val Ancha y Sabiñánigo, curso bajo del Aurín y Ribera del Gállego), donde a pesar de su menor

altitud el período frío es similar en su duración (160 días) y en las fechas de inicio y finales. Más al oeste (campo de Jaca) su duración se reduce a 120 días (15 de noviembre a mediados de marzo), y tan sólo a 75 días en el extremo occidental de la Depresión Media (mediados de diciembre a finales de febrero)<sup>9</sup>. Sin duda el pantano de Yesa ejerce una importante función termoreguladora y amortigua así las irregularidades equinociales, a la vez que es la zona donde antes es sensible el inicio primaveral. No en balde se intercala en el camino por donde la influencia mediterránea alcanza la Depresión Media. En la zona prepirenaica meridional y tomando como referencia los 600 m. de altitud, el período de heladas seguras (140 días) alcanza valores similares a los del extremo oriental de la Depresión Media. También aquí las inversiones térmicas contribuyen a incrementar la amplitud de dicho período. Las fechas de inicio (primera decena de noviembre) se retrasan ligeramente, pero las finales (últimos de marzo), son prácticamente las mismas. Lo que permite deducir la mayor regularidad del comportamiento térmico otoñal en las Sierras Prepirenaicas meridionales.

Los avances y retrocesos térmicos de primavera y otoño (concepto de helada probable) suponen una ampliación de las fechas antes citadas. Así, hacia los 1.500 m. se inician a mediados de septiembre y acaban a final de junio. En los valles transversales se corresponden con la segunda decena de septiembre y última de abril. En la Depresión Media dicho período oscila entre final de septiembre y mediados de abril (para el extremo oriental) y entre principios de diciembre y final de marzo (para el occidental). En la región prepirenaica meridional se retrasa ligeramente su inicio (primera decena de octubre) respecto del sector oriental de la Depresión Media, pero durante la primavera perdura igual que en ésta.

Unos y otros períodos crean un claro gradiente altitudinal, cuya duración aumenta con la altitud, pero con evidentes irregularidades debidas a topografías cerradas que facilitan importante descensos térmicos nocturnos. En estos casos la amplitud de ellos se incrementa. Mientras el período de helada segura coincide con un invierno más o menos amplio, el de probable tiende a desplazarse más hacia la primavera que al otoño. Es un claro reflejo de la mayor irregularidad y frecuencia de tipos de tiempo extremados de aquella respecto al otoño.

B) *Regímenes pluviométricos de intensas precipitaciones.* — La pluviometría altoaragonesa se reparte en el espacio de forma muy heterogénea. Entre los 650 mm. de la Depresión Prepirenaica a los 1.800 mm. hacia los 1.500 m. de altitud, se hallan gran variedad de matices influidos fundamentalmente por el relieve y por su posición más o menos occidental. Pero en casi todo el territorio presentan el denominador

<sup>9</sup> Lo que quizás ha permitido mantener el cultivo de la vid en algunos lugares después de la filoxera.

común de su elevada intensidad por efecto del relieve que, bajo flujos del noroeste y del suroeste, obliga a las masas de aire a realizar importantes y bruscas ascensiones que generan copiosas precipitaciones. A todo ello hay que añadir los importantes fenómenos tormentosos unas veces originados en nuestra comarca y otras procedentes de las planicies del valle del Ebro. Dicho fenómeno puede afectar a casi todo el Alto Aragón occidental (como se ha demostrado en el capítulo 12.E) y es sumamente peligroso para la ganadería que durante el verano aprovecha los pastos de montaña, pues puede ocasionar muertes a causa del aparato eléctrico que les acompaña o indirectamente al crear pánico entre las reses.

Independientemente del mecanismo que las genere, su intensidad puede ser muy elevada. La consecuencia más inmediata es su fuerte poder erosivo que sin duda debería tenerse en cuenta al actuar sobre un territorio en el que dominan litologías de tipo margoso-arcilloso y amplias formaciones de areniscas, todas ellas muy erosionables. Por citar sólo tres aspectos hay que destacar los perjuicios que pueden ocasionar los laboreos indiscriminados en laderas de excesiva pendiente, el artigueo (quizá ya pasado) y la destrucción del bosque. Unos y otros son responsables en buena parte de los intensos procesos erosivos existentes en amplios sectores, cuyos suelos, muy esqueléticos, están prácticamente desmantelados.

Tomando como intervalo las 24 horas y los umbrales de 20 y 40 l/m<sup>2</sup>, se dan las siguientes frecuencias para las distintas fajas altimétricas (GARCÍA, PUIGDEFÁBREGAS y CREUS, 1981):

—En la faja pirenaica y hacia los 1.500 m. de altitud, el 8 % de las precipitaciones tienen una intensidad de 20 l/m<sup>2</sup> y el 3 % superan los 40 l/m<sup>2</sup>, llegándose a registrar hasta 140 l/m<sup>2</sup> en un sólo día.

—En la Depresión Media estos umbrales suponen una frecuencia del 3 y 1 %, respectivamente. Los valores máximos alcanzados han sido de 115 l/m<sup>2</sup> en 24 horas.

—En el Prepirineo sur, estas frecuencias son del 2,5 y 0,6 %, con valores extremos de hasta 100 l/m<sup>2</sup>.

Extrapolando las cantidades que cabe esperar en un determinado período (CREUS y PUIGDEFÁBREGAS, 1978) se obtienen los siguientes valores:

—En la zona pirenaica cabe esperar que al menos una vez cada dos años se dará una precipitación de 72 l/m<sup>2</sup>. En 5 años cabe esperar al menos una precipitación de 101 l/m<sup>2</sup>.

—En la Depresión Media, y para estos mismos períodos, las cantidades serán de 49 y 66 l/m<sup>2</sup>, respectivamente.

—En el Prepirineo alcanzarán los valores 51 y 73 l/m<sup>2</sup>.

Todo ello permite concluir que en la zona pirenaica<sup>10</sup> es donde las precipitaciones son más frecuentes e intensas, en la Depresión Media son menos frecuentes que en el Pirineo y más que en el Prepirineo meridional, y en éste, a pesar de ser la zona con menos frecuencias, son más intensas que en la Depresión Media.

C) *Importancia de la innivación.* — Las precipitaciones en forma de nieve son relativamente frecuentes en el Alto Aragón, especialmente en la zona pirenaica. En su mayoría corresponden a masas de aire húmedo que alcanzan esta zona previa invasión de aire frío subpolar, fenómeno frecuente a finales de otoño, principios de invierno y a principios de primavera. A finales de invierno y debido al refuerzo del anticiclón térmico europeo se produce un descenso en las precipitaciones al quedar bloqueada la circulación zonal. El volumen acumulado se puede cifrar en 416 Hm<sup>3</sup>, repartidos entre la cuenca del río Aragón hasta el límite de la provincia de Huesca (190 Hm<sup>3</sup>) y la del Gállego (226 Hm<sup>3</sup>) (V. GARCÍA), PUIGDEFÁBREGAS y CREUS, 1981). Las mayores altitudes de esta última cuenca y así como una temperatura más frías justifican un mayor coeficiente de retención nival.

Este volumen hídrico se deposita a lo largo de 50-55 días de precipitación en forma de nieve hacia los 1.500-1.600 m. de altitud. Cabe pensar que a cotas más elevadas el número de días nivosos sea mayor, por lo que no es arriesgado atribuir algo más de 60 días hacia los 2.500 m. A la altitud de 1.000-1.100 m. el número de días con precipitación de nieve oscila entre 17 y 19 y no suponen una capa de nieve continuada y persistente como lo es a partir de los 1.500 m. s/M. La Depresión Media registra unos 8-10 días de nieve al año, con una persistencia que rara vez va más allá de los 2 o 3 por nevada. En el extremo occidental (Berdún) se reducen a unos 4 días y su persistencia no suele rebasar las 48 horas. La innivación prepirenaica meridional también tiene lugar durante 4 días al año, si bien su persistencia puede ser algo más prolongada debido a la mayor energía del relieve. Aunque no sean muchos los días de precipitación nivosa, sus consecuencias son importantes por cuanto a veces crea graves problemas a la ganadería que inverna en esta franja.

El ritmo anual de permanencia en la zona pirenaica depende de varios factores, si bien los más significativos son la temperatura que puede alcanzar el aire en determinados días con flujos del suroeste y sureste, y la duración de la insolación que a su vez depende del grado de cobertura del horizonte. Este último aspecto presenta una fuerte componente espacial y por tanto muy variable de unos puntos a otros. Aunque esporádicamente puede darse alguna precipitación en forma de nieve a partir de mediados de septiembre (con la consiguiente reducción en el aprovechamiento de los pastos de montaña), es en noviembre cuando más se generaliza, si bien con poco espesor y por encima de los 2.000 m.

10 En este caso zona axil y sierras interiores.

Son frecuentes los años en que esta nieve caída en septiembre-octubre desaparece parcialmente debido a períodos lluviosos con masas templadas del oeste o ascensos más o menos duraderos de la temperatura. Pero también tienen su vertiente positiva: estas primeras nevadas enfrían el suelo y preparan una permanencia más fácil a las posteriores. Si éstas son escasas pueden darse déficits de nieve durante fechas tan apropiadas para su aprovechamiento turístico como son las navideñas. Los tipos de tiempo nivosos vuelven a ser frecuentes hacia mediados de enero, si bien van seguidos de un amplio período seco al final del mes y buena parte de febrero (causas ya comentadas). En este momento la nieve que cubre el territorio corresponde a la acumulada durante períodos anteriores, por lo que es normal que en las zonas bajas (hacia los 1.500 m.) tienda a desaparecer, debido a que no se ha acumulado suficientemente. A fines de febrero las condiciones de nieve tienden a normalizarse, aumentando incluso su espesor. En las cotas bajas inicia su fusión a mediados de marzo y, si bien alcanza las zonas elevadas a fines de abril, aunque no desaparece del todo, ya no es aprovechable para la práctica de los deportes de invierno. Con espesores más o menos variables según la topografía y exposición persiste hasta principios de junio en las cotas más elevadas. A partir de este momento se inicia el aprovechamiento ganadero de los frescos pastos en montaña media-alta.

D) *Influencia de los años más o menos húmedos en el cultivo de las coronas y paúles de la Depresión Media.* — En capítulos anteriores se ha señalado la alternancia de años con características oceánicas frente a otros de tipo mediterráneo-continental. Este fenómeno no se presenta de forma regular (CREUS y PUIGDEFÁBREGAS, 1976), pues depende de que las áreas anticiclónicas bloquean con mayor o menor eficacia las borrascas atlánticas durante el invierno y parte de la primavera. Cuando los flujos perturbados del oeste y noroeste son frecuentes durante las citadas épocas, las características devienen más oceánicas. El que un año se presente de una u otra característica incide en gran manera sobre la agricultura de la Depresión Media.

Como bien se ha puesto de manifiesto (PUIGDEFÁBREGAS, 1980), topográficamente dicha franja, regada en buena parte por el río Aragón, está constituida por una sucesión de glaciares y terrazas altas (coronas) muy disecadas por la red fluvial a modo de vallonadas (paúles), cuyas propiedades físico-químicas difieren entre sí y, desde el punto de vista agrario, sus producciones dependen notablemente de las condiciones climáticas anuales que sufren. Así, las coronas se ven favorecidas cuando predominan las condiciones oceánicas de mayor humedad, puesto que sus suelos están mejor drenados, son más pedregosos y poco profundos. Por el contrario, las paúles bajo estas condiciones sufren encharcamiento por su mayor proporción de arcillas y limos, y su mayor fertilidad. Sin embargo, cuando los años se presen-

tan con características más mediterráneas (y, son por tanto, más secos) ocurre todo lo contrario y las paúles se ven más favorecidas.

Cabe destacar la importancia de las lluvias invernales de origen oceánico cuando alcanzan la Canal de Berdún como flujos del oeste o suroeste. En esta época el suelo permanece frío y dichos períodos lluviosos crean inflexiones positivas en su perfil térmico debido a la mayor temperatura con que llegan las masas de aire. Todo ello supone un importante aporte de calorías al suelo y su efecto contribuye a provocar el deshielo o aumentar su temperatura hasta profundidades que dependen de la intensidad de la precipitación. Dicho efecto es particularmente sensible hasta los 20 cm., e incluso hasta los 50 si la lluvia es prolongada (CREUS, 1978). Debido al origen de tales precipitaciones, la parte occidental altoaragonesa es la zona más favorecida por este fenómeno.

Desde el punto de vista térmico también existen diferencias entre las coronas y paúles. Durante las frecuentes inversiones térmicas que tienen lugar en la Depresión Media (aspecto sobre el que más adelante insistiremos), las coronas se comportan siempre como más frías y ventiladas durante el día, mientras que por la noche es la paúl la que se ve afectada por temperaturas más bajas: al estar más protegida del viento, se crean subinversiones en su interior, alcanzando temperaturas nocturnas en 1 o 2° C inferiores a las de la corona, mientras de día son superiores en esta misma cuantía (CREUS, 1976). En consecuencia el régimen térmico de la paúl oscila mucho más.

E) *Déficit de humedad estival.* — Independientemente de los años más o menos lluviosos, es innegable la irregularidad de la distribución de la precipitación anual. Aún en aquellas zonas donde por su altitud se registra un mayor volumen, durante el verano se produce una disminución que, en las más meridionales, adquiere caracteres de sequía más o menos duradera según sectores.

Varios son los factores que contribuyen a crearla. El viento es un elemento importante pues activa las pérdidas de agua del suelo, sea por evaporación directa o sea forzando la transpiración de las plantas. Pero también actúa de forma decisiva la temperatura y el grado de humedad del aire. A menor altitud aquella aumenta y éste disminuye y ambas contribuyen a incrementar las pérdidas por evaporación y crear un déficit hídrico en el suelo si las precipitaciones no son al menos iguales a la evapotranspiración. Según el método de Thornthwaite en buena parte del Alto Aragón occidental (a altitud inferior a 1.000-1.100 m.) el balance hídrico es negativo durante la mayor parte del período vegetativo. En consecuencia, esta falta de humedad debe completarse con el regadío en función del desequilibrio existente y de las necesidades de cada cultivo.

Hacia los 500 m. de altitud la descompensación es de 160-180 l/m<sup>2</sup> durante los meses de julio, agosto y parte de septiembre, si bien,

desde finales de mayo, la precipitación ya es inferior a la evapotranspiración. Durante este período (parte de mayo y junio) la sequía todavía no es aparente; las plantas, p. ej., utilizan las reservas almacenadas en el suelo durante los meses anteriores más lluviosos. En la Depresión Media el déficit es de 80-100 l/m<sup>2</sup> y afecta a los meses de julio y agosto, e incluso alcanza a la primera decena de septiembre. Hacia los 1.000-1.100 m., la precipitación estival es suficiente para compensar las pérdidas por evapotranspiración, que por razón de altitud disminuye considerablemente debido a las temperaturas más frescas. Todo ello no impide que durante períodos semanales o decenales aparezcan déficits hídricos momentáneos pues, aunque las precipitaciones son más frecuentes, la escorrentía superficial también es mayor debido a las fuertes pendientes existentes por encima de la citada altitud.

Cabe pensar si la sequía estival ha contribuido también en la transformación de las áreas boscosas. Es evidente que poco a poco se han extendido aquellas especies forestales (especialmente coníferas), más adaptadas a esta punta de sequía estival por su mayor desarrollo radicular capaz de alcanzar la humedad más profunda. El hombre ha contribuido a su expansión, pero quizás sea también un fenómeno natural. Sin embargo la persistencia de caducifolios en algunos biotopos especiales es de suma conveniencia, puesto que su follaje impide el caldeo del suelo y gracias a la hojarasca se frena la pérdida de humedad. Una vez alteradas las referidas condiciones, por tala o pastoreo y similares, se acelera la erosión del ecosistema inicial y se imposibilita la regeneración de tales caducifolios.

Si las pérdidas de humedad freática son importantes durante los meses estivales, mucho mayor es la evaporación que tiene lugar en los embalses por tratarse de superficies de agua libre. En la Depresión meridional prepirenaica tal pérdida es del orden de 1.300 l/m<sup>2</sup>/año, con valores de hasta 220 l/m<sup>2</sup> sólo durante el mes de agosto. En la Depresión Media se reduce ligeramente (1.200 l/m<sup>2</sup>/año y 203 en agosto) y hacia los 1.200 m. de altitud ya es aproximadamente la mitad (616 l/m<sup>2</sup>/año y 124 l/m<sup>2</sup> para el citado mes) según GARCÍA, PUIGDEFABREGAS y CREUS (1981).

F) *Incidencia sobre el aprovechamiento de los prados de siega.* — Las condiciones meteorológicas no sólo son determinantes para el crecimiento de la hierba. Los sucesivos cortes y posterior secado son operaciones que requieren situaciones atmosféricas óptimas. Las primaveras tardías altoaragonesas son lluviosas y, si de una parte favorecen el crecimiento de los prados, por otra dificultan la primera henificación. Aún hoy día las pérdidas por este concepto suponen alrededor del 50 % de la cosecha (LATORRE, 1976), pues no suele coincidir el momento más adecuado en cuanto a calidad de la hierba con las posibilidades de secarla sobre el prado. La práctica muy frecuente de prolongar el pastoreo en los prados de siega hasta bien entrada la prima-

vera puede interpretarse como un intento de escapar a este riesgo. Tal proceder permite retrasar el primer corte hasta el mes de julio, época en que los períodos secos son más frecuentes y la henificación más rápida (PUIGDEFABREGAS, 1980).

En reciente estudio para otros fines (GARCÍA, PUIGDEFABREGAS y CREUS, 1981) se ha intentado valorar los períodos secos durante la época cálida, a distintas altitudes. Es decir, conocer el distanciamiento entre lluvias o la probabilidad de que, a un día sin lluvia le sucedan 1, 2, 3...n días secos. A pesar de que a los 1.500 m. de altitud apenas existen prados de siega, la información de dicha cota puede ser válida para extrapolar lo que ocurre a las altitudes intermedias entre ella y la Depresión Media.

A 1.500 m. s/M existe una probabilidad del 20 % de que a un día sin lluvia le sucedan otros 6, o del 5 % de que siga sin llover durante otros 12 días. A medida que se amplía el período seco disminuye el nivel de probabilidad, ya que los períodos secos cortos son más frecuentes que los largos. En la Depresión Media —y para los mismos niveles de probabilidad—, la longitud del período seco esperado es de 11 y 21 días respectivamente. Valores muy similares se dan en el Prepirineo meridional.

Un importante problema complementario estriba en situar en el tiempo estacional el inicio de estos períodos, pero la aleatoriedad climática es tal que su intento no saldría del campo de la pura especulación. Una forma de aproximarse a esta previsión es conocer las probabilidades que tienen de repetirse a lo largo del período cálido las duraciones antes calculadas. Estandarizarlas en períodos de 10 días, nos permite conocer que, en la franja septentrional pirenaica, la probabilidad es del 27 % para que acontezcan 2 períodos de 10 días sin llover a lo largo de la época cálida; es del 20 % que se sucedan 3, del 11 % que sean 4 y del 5 % que sean 5 los períodos de 10 días sin lluvia. En la Depresión Media la probabilidad es del 14 % de que se den 2, del 20 % de que se repitan 3 veces, del 19 % de que sean 4 y del 16 % de que sean 5. En el Prepirineo la probabilidad es del 12 % para que se den 2 períodos de 10 días, del 17 % de que se repitan 3 períodos, del 20 % de que se den 4 y del 17 % de que se den 5. Es decir: cuanto más al sur, mayores son las probabilidades de que el número de días sin llover sea mayor, y especialmente, que se repitan mayor número de períodos secos.

G) *Aprovechamiento otoñal de las rastrojeras.* — Si la primavera altoaragonesa es lluviosa muy a la zaga le va el otoño, especialmente en las zonas meridionales y orientales, donde la influencia mediterránea equinoccial es más patente. La precipitación de octubre-noviembre incide en el sector agrícola en cuanto se corresponde con la época de siembra, dificultando su realización. En la Canal de Berdún se aprecia una resistencia a levantar los campos y realizar la siembra

en otoño, con tendencia a realizarla en primavera. Aparte de superar el citado inconveniente, tal proceder les permite un aprovechamiento ganadero del ricio —cereal germinado en los rastrojos con las lluvias de otoño (PUIGDEFÁBREGAS, 1977)—. Dada la presencia de un mínimo pluviométrico a finales de enero-febrero, es factible realizar la siembra de cereales de primavera en óptimas condiciones de tempero durante estos días. Las labores de levantar los campos pueden efectuarse a principios de invierno previo aprovechamiento del ricio durante la otoñada y consiguiente aporte de fertilidad por el ganado. Los campos se benefician además, del desterronamiento que el hielo-deshielo realiza a lo largo del invierno. Este tipo de manejo, quizá antaño más frecuente, permite una explotación integrada del territorio especialmente en épocas de mayor carga ganadera, pero sin duda alguna también está condicionado por factores de tipo climático.

H) *Algunos aspectos climático-turísticos.* — Si el verano y el invierno son estaciones bien definidas por unos valores climáticos que proporcionan un determinado tipo de turismo, otoño y primavera se caracterizan por otros aspectos menos llamativos. La época invernal presenta unos tipos de tiempo poco variables y muy repetitivos que generan una homogeneidad climática de tiempos fríos y bastante soleados. Los días así caracterizados resultan muy agradables para la práctica del esquí por sus condiciones frías y secas.

El paso del invierno a la primavera se realiza de forma brusca debido a las frecuentes inestabilidades y a la gran variedad de tipos de tiempo que caracterizan el comienzo de esta última. En cierta manera se prolongan los caracteres térmicos invernales durante buena parte de ella. Cuando la atmósfera se estabiliza, las temperaturas se incrementan rápidamente hasta alcanzar valores casi estivales, sin que por ello dejen de intercalarse días con mínimas nocturnas muy acusadas. La regularidad estival es fruto de la repetición de unos pocos tipos de tiempo térmicamente muy homogéneos, a excepción de algunos estados atmosféricos que de costumbre la interrumpen a finales de agosto. Pero no por ello desaparecen los días agradables que se prolongan hasta principios de otoño. En este sentido el primer mes otoñal se caracteriza por una cierta pulsación de las características fini-estivales.

Dos elementos del paisaje contribuyen a que la atmósfera mantenga un elevado grado de salubridad. Durante el invierno es la importante innivación la que interviene en la purificación del aire por filtración y durante el resto del año son las masas arbóreas las que realizan una acción semejante, además de modificar algunos aspectos climáticos. La humedad que transfieren a la atmósfera contribuye a reducir la oscilación térmica a escala mesoclimática, pero además facilitan la sedimentación de los poluentes atmosféricos y constituyen una importante fuente de renovación del oxígeno. Si a las acciones citadas se

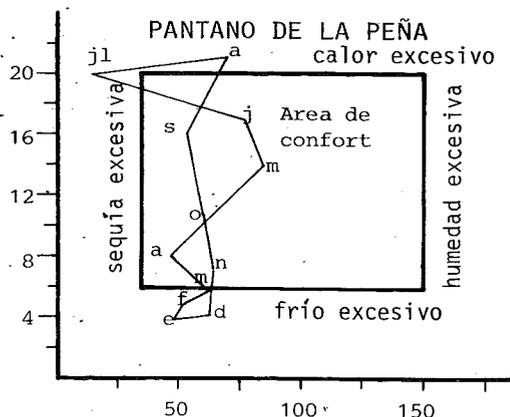
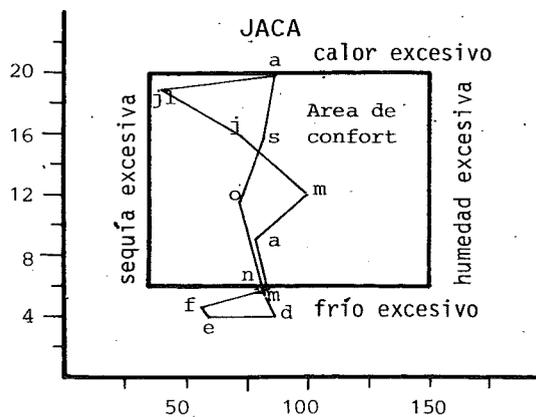
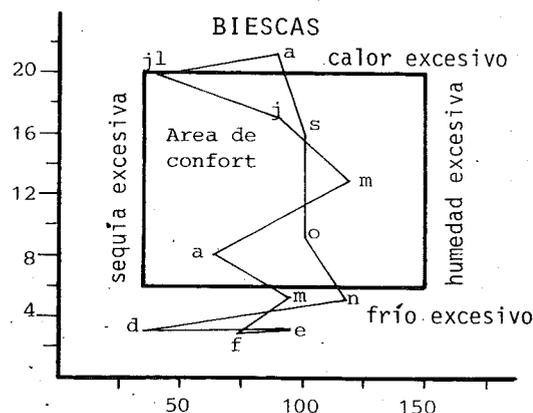
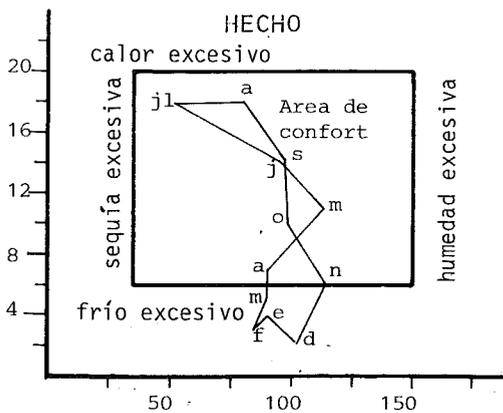
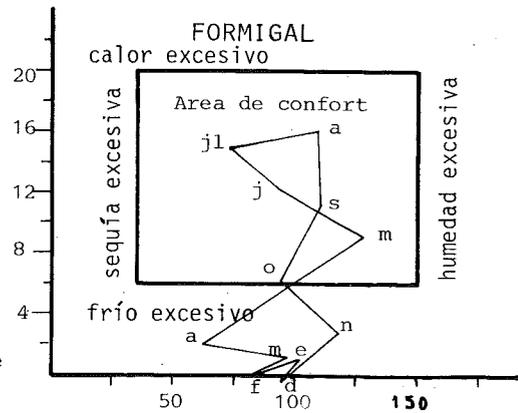
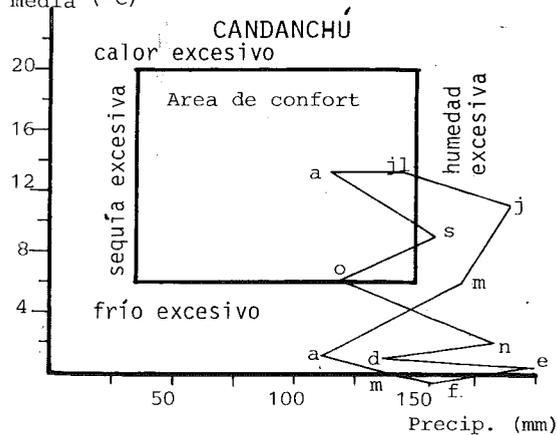
añade la escasez de días de niebla de poca persistencia, la transparencia atmosférica es muy constante. En la franja pirenaica el número de días de niebla al año tiene un promedio de 8. Dicho tiempo corresponde a situaciones atmosféricas que facilitan la condensación en la vertiente septentrional pirenaica; flujos meridianos o submeridianos empujan las referidas nubes o nieblas ("la raca" en Candanchú) asomando por los puertos de la divisoria, intentando descender por los valles axiles. No obstante el calentamiento adiabático a que ulteriormente se ven sometidas provoca su paulatina desaparición y desaparecen por debajo de los 1.200-1.300 m. En la Depresión Media occidental (Canal de Berdún y Campo de Jaca) se registra un promedio de sólo 12 días de niebla; en su mayoría corresponden a efectos de inversión térmica por acumulación de aire frío, sin embargo pronto es drenado a lo largo del río Aragón durante las primeras horas de sol. Se trata de un fenómeno de evolución diurna, de muy escasa persistencia ya, que rara vez, perduran hasta la mitad del día. En su extremo oriental (Val Ancha de Sabiñánigo) la niebla es un fenómeno más frecuente (20 días) debido a la mayor intensidad de las inversiones y también al más alto nivel de contaminación que contribuye a su persistencia. A causa de efectos topográficos similares pueden explicarse los 19 días de niebla en la Depresión Prepirenaica meridional.

Este fenómeno de la inversión es muy frecuente en las depresiones y zonas topográficamente cerradas de los valles pirenaicos. Su máxima frecuencia corresponde a finales de enero-febrero, junio y octubre. Durante el proceso, la humedad es muy elevada en el fondo de las depresiones y las temperaturas pueden llegar a estar 3° C por debajo de la existente fuera de nivel de inversión (PUIGDEFÁBREGAS, 1970). La faja térmica o techo de la misma señala el punto más cálido y se sitúa a una altitud que varía según la magnitud del fenómeno. Al oeste de Jaca suele situarse hacia los 870 m. (CREUS, 1976), si bien hacia el este parece estar más alta debido, quizá, a la mayor potencia con que se produce. De ahí la importancia en cuanto a la ubicación de los núcleos de población: los situados en las laderas por encima de esta altitud (o en su caso donde se sitúa la faja térmica en cada punto concreto) disfrutan de unas condiciones térmicas más benignas que los ubicados en el fondo de los valles y depresiones.

Si significativo es el emplazamiento humano en las laderas, también lo es en los espacios con horizontes abiertos. Dada la escasez de días cubiertos (nubosidad o niebla) y la altitud media de la comarca, la radiación solar es importante durante todo el año. Sus valores medios anuales son del orden de las 540 calorías/cm<sup>2</sup>/día, oscilando entre las 720 de la época estival y las 460 de la invernal. Valores que se acercan a los teóricos en aquellos espacios con horizontes abiertos. Estos datos pueden extrapolarse a la mayor parte de la Depresión Media y Prepirenaica siempre que no se trate de exposiciones norte, mientras

## CLIMOGRAMAS DE TAYLOR

Temperatura media (°C)



que en los valles transversales puede reducirse hasta en un 30 %, debido a la eficaz cobertura del horizonte que crean las alineaciones montañosas situadas a este y oeste.

Como índice indicador del confort climático se han utilizado los climogramas de Taylor de varias zonas altoaragonesas. Es evidente que un índice siempre es discutible y tanto más cuando su objetivo es valorar la acción de multitud de aspectos climáticos que se conjugan entre sí. Independientemente de esto, los climogramas elegidos permiten conocer las épocas en que el hombre disfruta de cierto confort climático y sobre todo en qué momentos debe enfrentarse a condiciones extremas tanto de excesivo calor o frío, como de excesiva humedad o sequía.

En el sector occidental axial (Candanchú) la duración del confort térmico abarca de mayo a octubre, si bien estos dos meses rozan ya el límite del frío excesivo, quedando fuera por razones de excesiva humedad junio y septiembre. El resto del año se caracteriza por frío y humedad excesivos a excepción de abril y diciembre que podrían entrar dentro del área de confort si no consideráramos el factor térmico. En la parte oriental (Formigal) el número de meses de confort es ligeramente mayor, pero no por sus valores térmicos (que son similares) sino por su menor humedad (no en vano las precipitaciones disminuyen hacia el este). Los meses de mayo a octubre quedan dentro de los límites de confort y los demás se excluyen por su frío excesivo.

Para el resto del territorio altoaragonés el factor excluyente es siempre la temperatura y en ningún caso la humedad excesiva. En los valles transversales pirenaicos (Hecho y Biescas) el confort se inicia en abril y dura hasta octubre. Las diferencias de unas zonas a otras está en el calor estival. En las orientales, julio roza el excesivo calor y sequía, y agosto queda excluido por el primer motivo. Estos mismos meses se comportan mucho más templados y húmedos en la zona occidental. Ahora bien, si consideramos la precipitación como un factor turístico negativo, los valles orientales presentan mejores condiciones.

En la Depresión Media la humedad todavía es menor. Todos los meses (a excepción de mayo) se sitúan a la izquierda del área de confort que se inicia en abril y acaba en octubre. De noviembre a marzo se excluyen por excesivo frío, agosto roza el excesivo calor y julio la excesiva sequía.

En la Depresión Prepirenaica se incluyen los meses de abril a noviembre con la exclusión de julio por excesiva sequía y agosto por excesivo calor. Los elevados valores térmicos de este último mes parecen una constante en todo el curso medio del río Gállego, sin que se repitan en el resto de la región.

#### 14. PUBLICACIONES CITADAS

- BARRÉRE, P., 1972: *Le document géographique*, Ed. Masson et Cie, p. 207. París.
- BAUR, F., 1949: *Situaciones generales meteorológicas de Europa*. Servicio Meteorológico Nacional, Serie A, 20: 21-55. Madrid.
- BIEL LUCEA, A. y GARCÍA DE PEDRAZA, L., 1962: *El clima de Zaragoza y ensayo climatológico para el valle del Ebro*. Servicio Meteorológico Nacional, Serie A, 36: p. 57. Madrid.
- BIEL, R., 1944: *Climatology of the mediterranean area*. Publication of the Institute of Meteorology of the University of Chicago. C. G. Rossby Edt. Misc. Reports, 13. Chicago.
- CASAS, J. M., LACARRA, J. M., ESTAPÉ, F., 1960: *Aragón, cuatro ensayos*. T. 2, p. 709. Zaragoza.
- CENTRO PIRENAICO DE BIOLOGÍA EXPERIMENTAL. Datos diarios de la red de estaciones meteorológicas (años 1968-1976). Jaca.
- CHARL, P., 1949: Les stratus d'Agadir. *La Météorologie*, 107-111. París.
- CREUS NOVAU, J., 1975: Los estudios climáticos desde el campo de la geografía. *Cuadernos de Investigación*, 2: 41-50. Logroño.
- CREUS, J. y PUIGDEFÁBREGAS, J., 1976: Climatología histórica y dendrocronología de *Pinus uncinata* Ramond. *Cuadernos de Investigación*, 2: 17-30. Logroño.
- CREUS, J., 1976: Notas sobre el régimen térmico de las coronas y paúles del Campo de Jaca. *Cent. pir. Biol. exp.*, 7 (1): 59-72. Jaca.
- CREUS, J. y PUIGDEFÁBREGAS, J., 1978: Influencia del relieve en la distribución de las precipitaciones máximas. Un ejemplo pirenaico. *Cuadernos de Investigación*, 4 (1): 11-23. Logroño.
- CREUS, J., 1978: Estudio de las temperaturas del suelo en Jaca. *Trabajos Compostelanos de Biología*, 6: 71-86. Facultad de Ciencias. Santiago de Compostela.
- DAUMAS, M., 1976: *La vie rurale dans le Haut Aragon orientale*. C.S.I.C. Institutos de Estudios Oscenses y de Geografía Aplicada, p. 774. Madrid.
- DION, J., 1972: Etude fréquentielle des précipitations mensuelles de Nord-est de la France. *Revue Géographique de l'Est*, 2-3: 175-223. Nancy.
- FLORISTÁN, A., 1951: *La Ribera Tudelana de Navarra*. p. 316. Príncipe de Viana Juan Sebastián Elcano. Zaragoza.
- FLORISTÁN, A., 1975: *El clima de Pamplona y de las ciudades vecinas*. 45-108, Universidad de Navarra. Pamplona.
- FONT TULLOT, I., 1957: Períodos fríos en la Península Ibérica. *Revista de Geofísica*, 61: 41-60. Madrid.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L., 1964: *La predicción del tiempo en el valle del Ebro*. Servicio Meteorológico Nacional, Serie A, 38: p. 94. Madrid.
- GARCÍA, J., PUIGDEFÁBREGAS, J. y CREUS, J., 1981: *Los recursos hídricos superficiales de la provincia de Huesca*. p. 740 (inédito), Excma. Diputación de Huesca).

- HESSINGER, E., 1949: La distribución estacional de las precipitaciones en la Península Ibérica y sus causas. *Estudios Geográficos*, 34: 59-128. Madrid.
- HOPE, K., 1968: *Methods of Multivariate Analysis*. p. 288. University of London Press.
- HUFTY, A., 1971: Les types de temps dans le Québec méridional. Méthode pédagogique de description des climats. *Cahiers de Géographie de Québec*, 34: 1-52. Québec.
- JAILL, M., 1966: Températures et types de temps le long d'un adret. *Revue de Géographie Alpine*, 54: 444-456. Grenoble.
- JANSÁ CLAR, A., 1971: Investigación del máximo pluviométrico de España peninsular. *Revista de Geofísica*, 30 (3-4): 173-250. Madrid.
- JANSÁ GUARDIOLA, J. M., 1959: La masa de aire mediterránea. *Revista de Geofísica*, 69: 35-50. Madrid.
- JANSÁ GUARDIOLA, J. M., 1966: *Meteorología del Mediterráneo occidental*. Servicio Meteorológico Nacional, Serie A, 34: 1-35. Madrid.
- JANSÁ GUARDIOLA, J. M., 1969: *Curso de climatología*. Servicio Meteorológico Nacional, Serie B, 19: p 445. Madrid.
- KERBE, J., 1974: *Le climat des Pyrénées centrales*. Thèse présentée à l'Université de Bourdeaux III. p. 286.
- LAUTENSACH, H., 1962: Características y ritmo anual de la temperatura en la Península Ibérica. *Estudios Geográficos*, 87: 259-292. Madrid.
- LATORRE, S. y col., 1976: *Para una ordenación productiva de la Jacetania*. p. 231 (xeroc.). Dirección General de la Producción Agraria. Madrid.
- LITYNDKI, J. K., 1970: Classification numérique des types de circulation et des types de temps en Pologne. *Cahiers de Géographie de Québec*, 33: 329-338. Québec.
- LÓPEZ GÓMEZ, A., 1955: Las corrientes en chorro y las perturbaciones atmosféricas. *Estudios Geográficos*: 299-366. Madrid.
- LÓPEZ GÓMEZ, A., 1968: El supuesto monzón de la Península Ibérica. *Aportación al XXI Congreso Geográfico Internacional. India 1968*. 71-88. Madrid.
- LORENTE, J. M., 1960: Los problemas de la pluviometría en España. *Revista de Geofísica*, 74: 171-181. Madrid.
- MASACHS ALAVEDRA, V., 1948: *El régimen de los ríos peninsulares*. C.S.I.C. Barcelona.
- MARCHAND, J. P., 1975: Contribution à l'étude des fortes tempêtes d'ouest sur la façade Atlantique de l'Europe du Nord-ouest. *Norois*, 86: 260-273. Poitiers.
- MENSUA, S., 1960: *La Navarra Media oriental*. Instituto Juan Sebastián Elcano. p. 186. Zaragoza.
- MILLER, A., 1951: *Climatología*. Ed. Omega, p. 376. Barcelona.
- MONTSERRAT, P., 1971 a: El ambiente vegetal jacetano. *Pirineos*, 101: 5-22. Jaca.
- MONTSERRAT, P., 1971 b: El clima subcantábrico en el Pirineo occidental español. *Pirineos*, 102: 5-19. Jaca.
- PEDELABORDE, P., 1953: Un exemple de circulation atmosphérique régionale. La circulation sur l'Europe occidentale. *Annales de Géographie*, 401-417. París.
- PEDELABORDE, P., BILLAUT, M., CAVALLIER, D., BIROT, P., 1956: Problèmes climatiques sur la bordure nord du monde méditerranéen. *Annales de Géographie*, 15-39. París.
- PEDELABORDE, P., 1957: *Le climat de Bassin Parisien*. Ed. Génin, p. 539. París.
- PEDELABORDE, P., 1958: La thermoconvection. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 29: 121-134. Bourdeaux.
- PEDELABORDE, P., 1959: *Circulation atmosphérique sur les Pyrénées françaises*, C.D.U., p. 57. París.
- PEDELABORDE, P., 1970: *Introduction a l'étude scientifique du climat*. Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, p. 246. París.

- PERRIN, R., 1974: Las plaines du Bas-Ségre. Aspects de la climatologie locale. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 45 (1): 17-31. Bordeaux.
- PRICE, D. O., 1941-42: Factor Analysis in the Study of Metropolitan Centers. *Social Forces*, 20: 449-457.
- PUIGDEFÁBREGAS, J., 1970: Características de la inversión térmica en el extremo oriental de la depresión interior altoaragonesa. *Pirineos*, 96: 21-45. Jaca.
- PUIGDEFÁBREGAS, J. y CREUS, J., 1976: Pautas espaciales de variación climática en el Alto Aragón. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7 (1): 23-34. Jaca.
- PUIGDEFÁBREGAS, J., 1980: Explotación del Alto Aragón por la población humana. Introducción general y explotación de los productores primarios. *Actas del I Congreso Español de Antropología*, 1: 53-66. Universidad de Barcelona.
- QUENEY, P., 1936: *Recherches relatives à l'influence de relief sur les éléments météorologiques*. p. 100. Société Météorologique de France. París.
- RODRIGUEZ FRANCO, P., 1962: Influencia de la circulación de la alta troposfera en el desencadenamiento de la inestabilidad sobre la península Ibérica. *Revista de Geofísica*, 81: 15-18. Madrid.
- ROMANOVSKY, V., 1953: Influence des océans sur le climat. *La Météorologie*, 243-249. París.
- ROSCH, J., 1952: Etudes de météorologie à poursuivre simultanément sur les deux versants de la chaîne pyrénéenne. *Publicaciones del Instituto de Estudios Pirenaicos*, p. 7. Zaragoza.
- SCHMITT, R., 1945: El clima de Castilla la Vieja y Aragón. *Estudios Geográficos*, 20-21: 727-812. Zaragoza.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. Boletín diario. Años 1968-74. Centro de Análisis de Predicción. Madrid.
- SOLÉ SABARÍS, L., 1951: *Los Pirineos*. p. 623. Ed. Martín. Barcelona.
- SOLER, M. y PUIGDEFÁBREGAS, C., 1970: Líneas generales de la geología del Alto Aragón. *Pirineos*, 96: 5-19. Jaca.
- SOLER, M. y PUIGDEFÁBREGAS, C., 1972: Esquema litológico del Alto Aragón. *Pirineos*, 106: 5-15. Jaca.
- SORRE, M., 1949: *Los Pirineos*. Ed. Juventud, p. 174. Barcelona.
- VIERS, G., 1954: Les perturbations neigeuses d'origine méditerranéenne dans les régions sou-pyrénéennes. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. T. XXV, 174-180. Toulouse.
- VIERS, G., 1973: *Los Pirineos*. Que sais-je?. Oikos-tau, p. 128. Barcelona.
- VIERS, G., 1973: Haize hegoa: le vent du sud. *Société des Sciences, Lettres et Arts de Bayone*, 439-450. Bayone.
- VIGNEAU, J. P., 1975: La sécheresse exceptionnelle de 1973 dans les Pyrénées orientales. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. Tome 46, fas. 1, 55-68. Toulouse.
- VOIRON, H., 1971: La prévision du temps à petite échelle. Application aux Alpes du Nord. *Revue de Géographie Alpine*, 59: 275-282. Grenoble.
- ZIMMERSCHIED, W., 1949: *Acerca de las situaciones típicas de tiempo de la Península Ibérica*. Servicio Meteorológico Nacional, Serie A, 20: 1-14. Madrid.

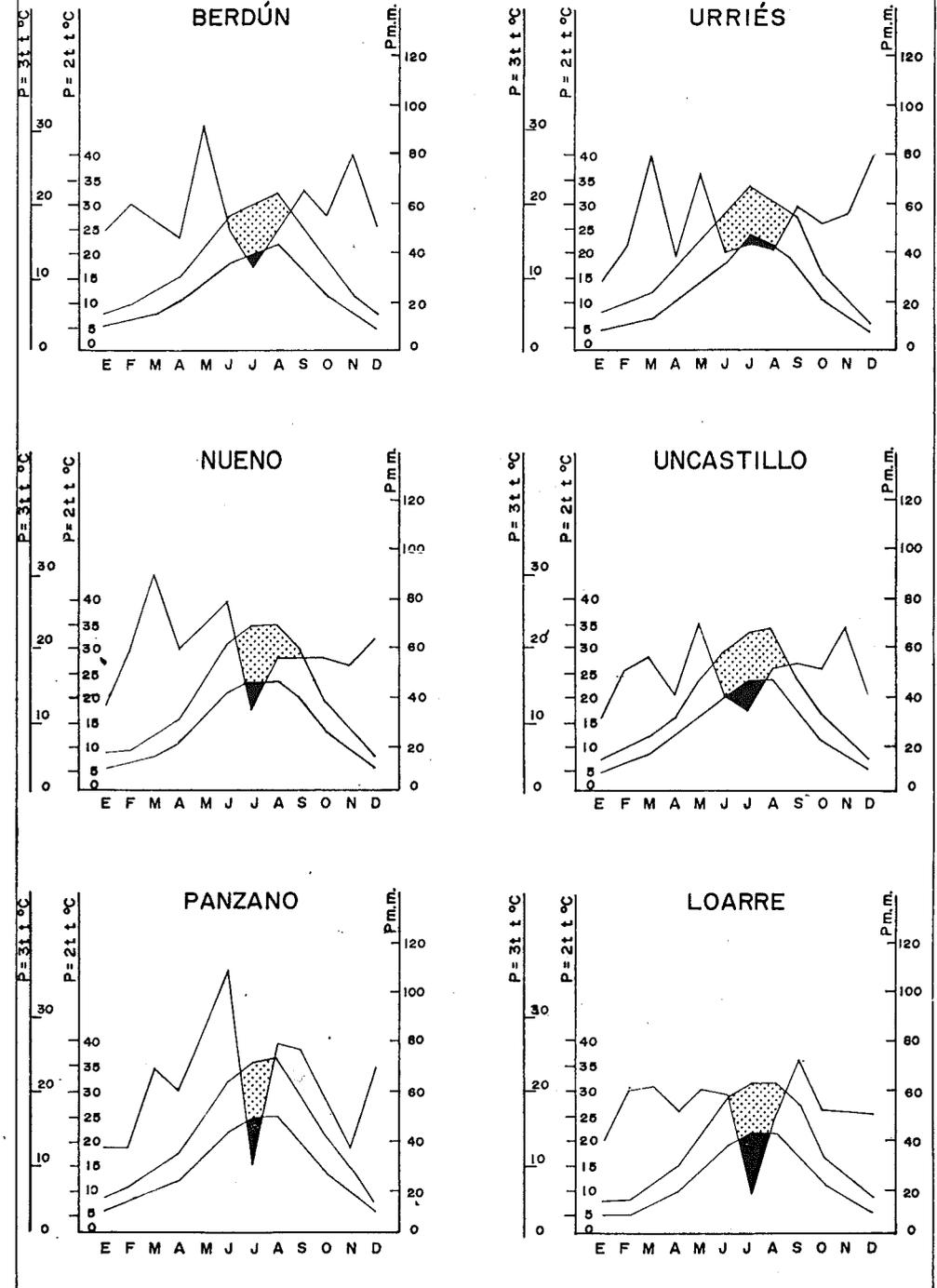
15. ANEXO

# OMBROTERMOGRAMAS

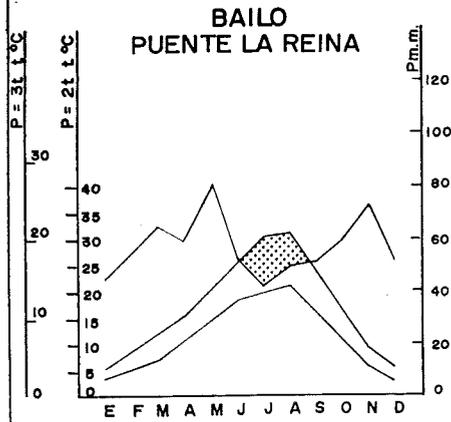
■  $P < 2t = \text{aridez}$

▨  $2t < P < 3t = \text{subaridez}$

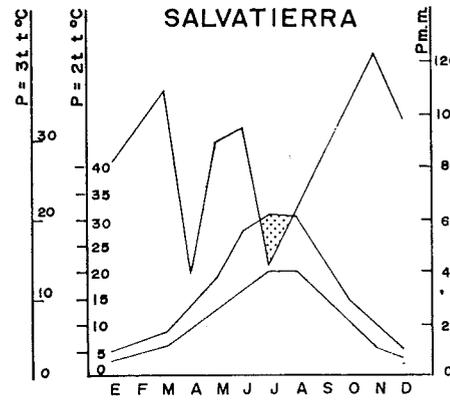
## Dominios del carrascal



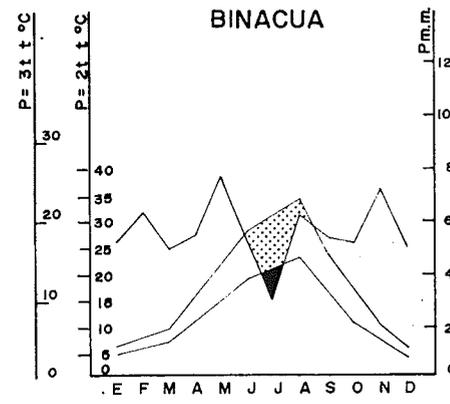
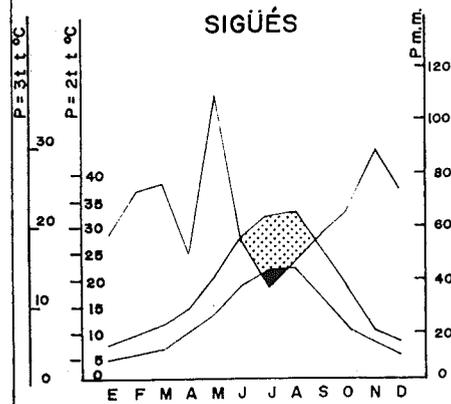
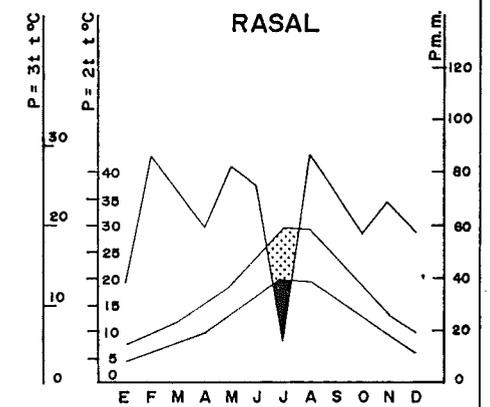
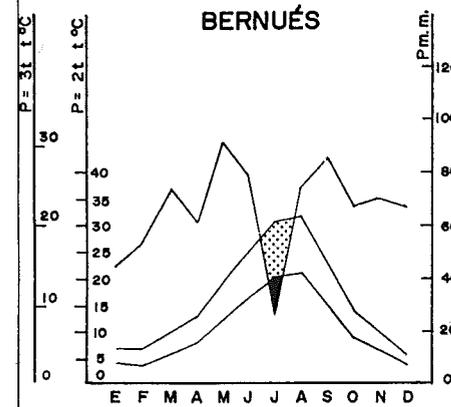
**Dominios del quejigal con carrascas**



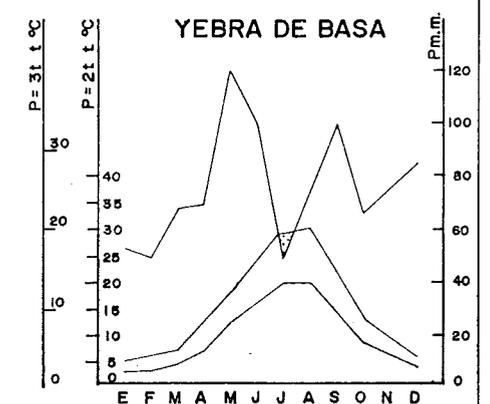
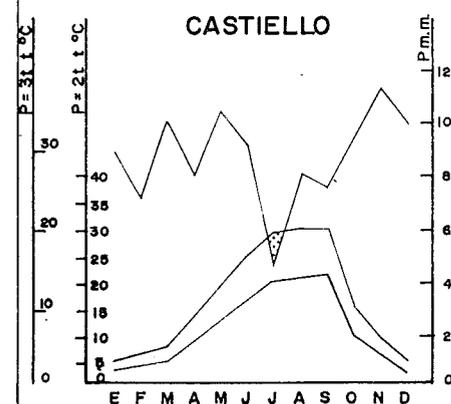
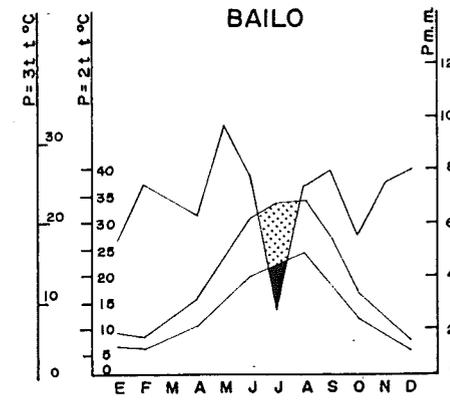
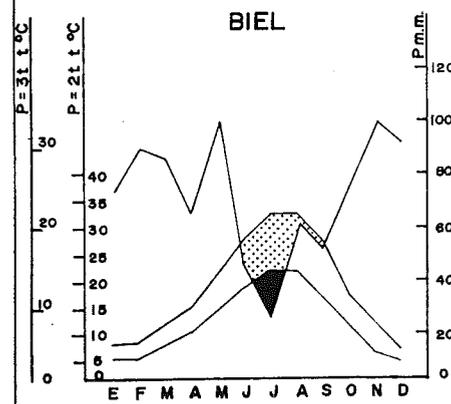
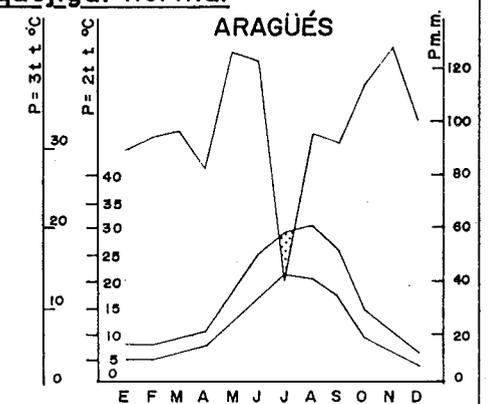
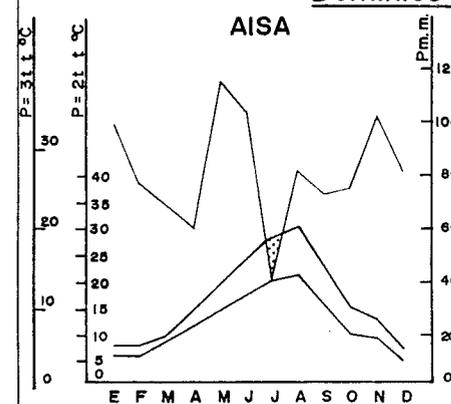
**Dominios del quejigal acidificado**



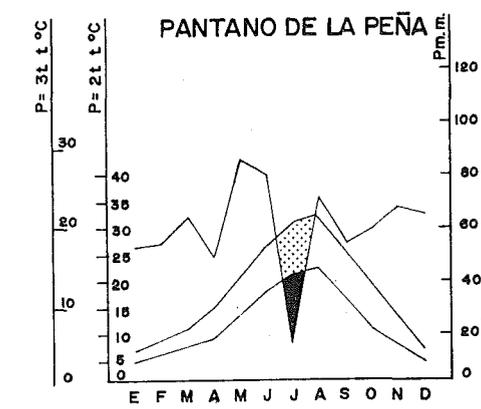
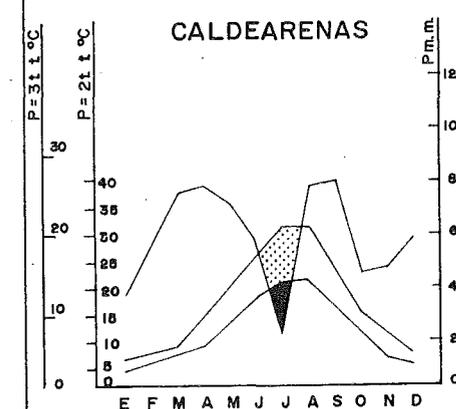
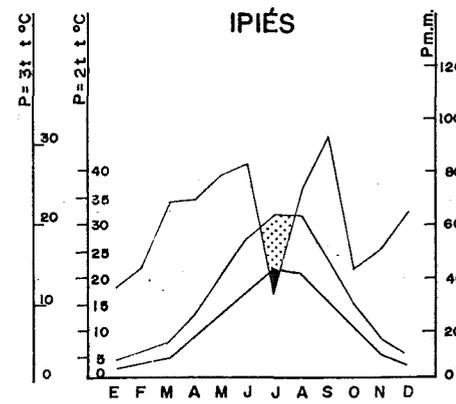
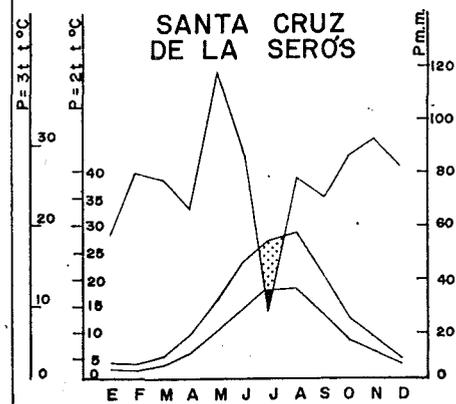
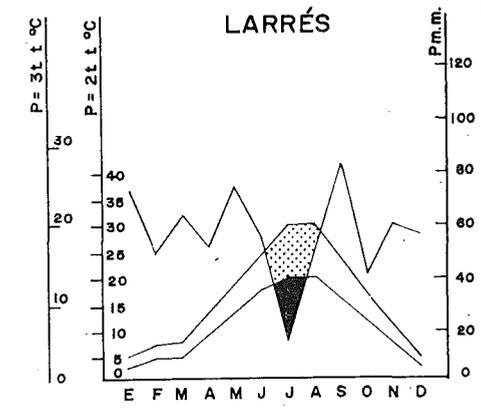
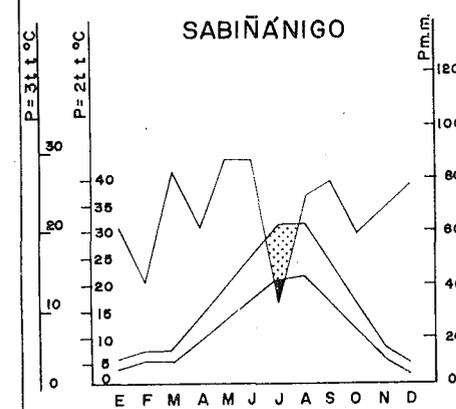
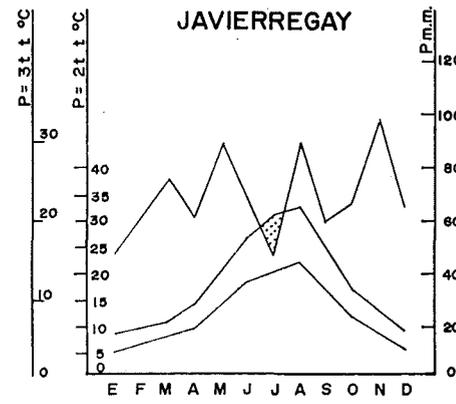
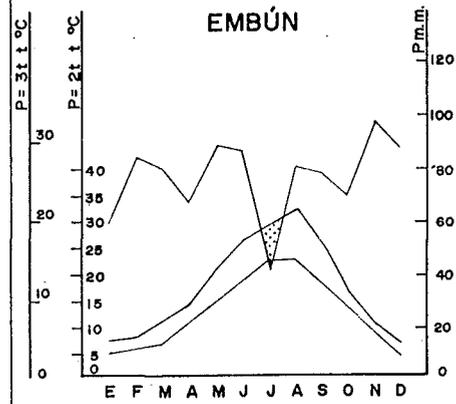
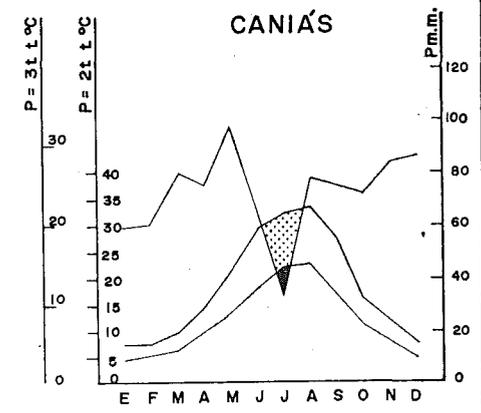
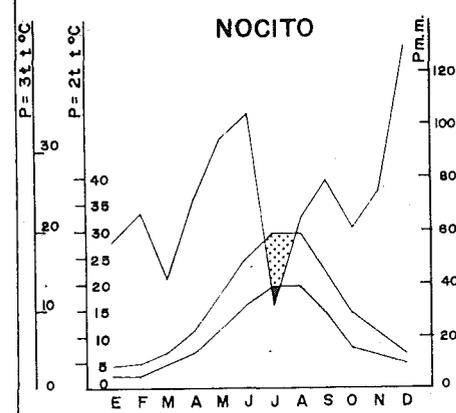
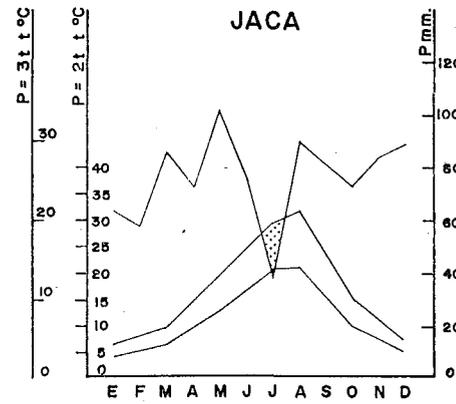
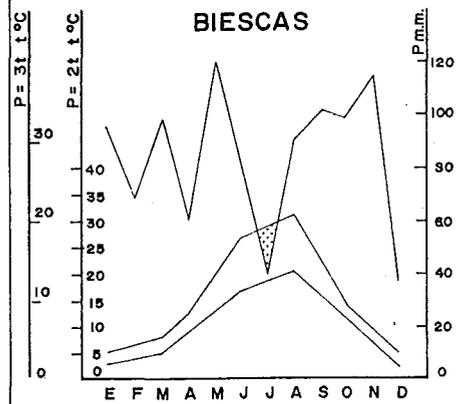
**Dominios del quejigal termófilo**



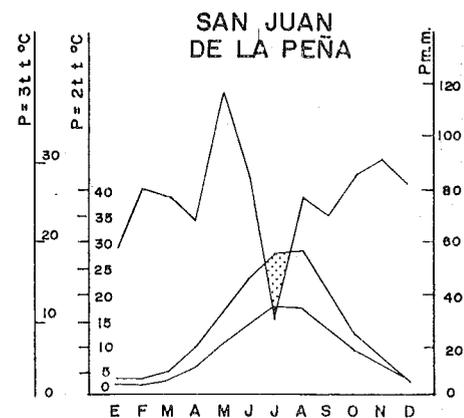
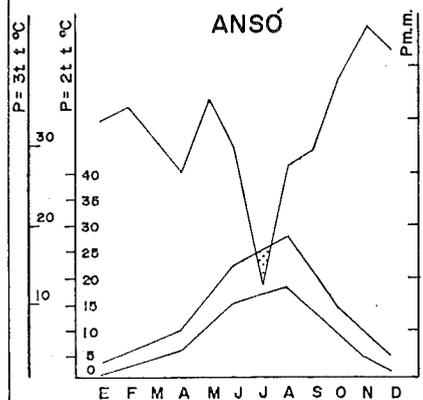
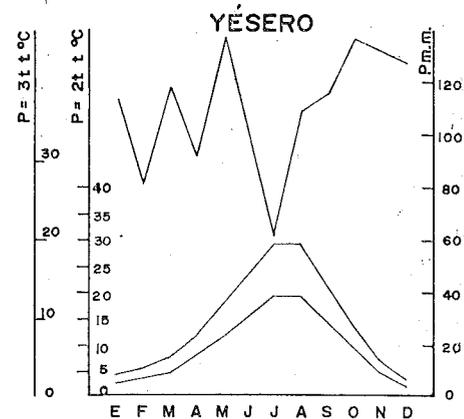
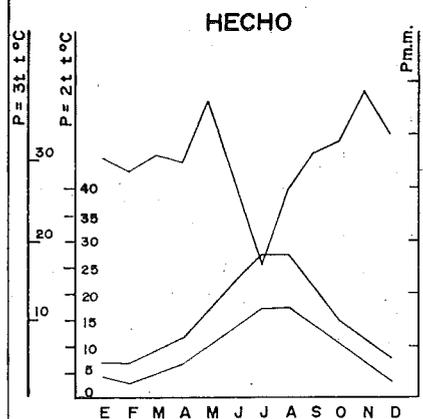
**Dominios del quejigal normal**



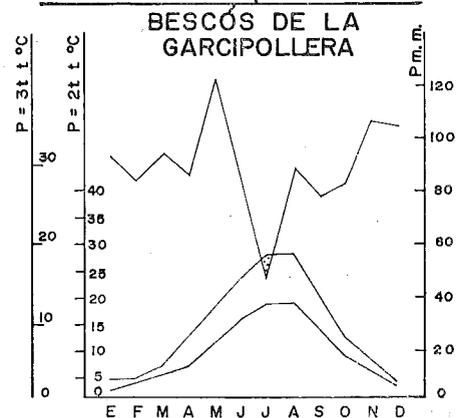
**Dominios del quejigal normal (Continuación)**



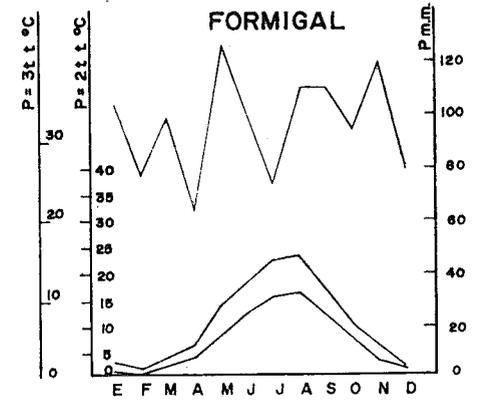
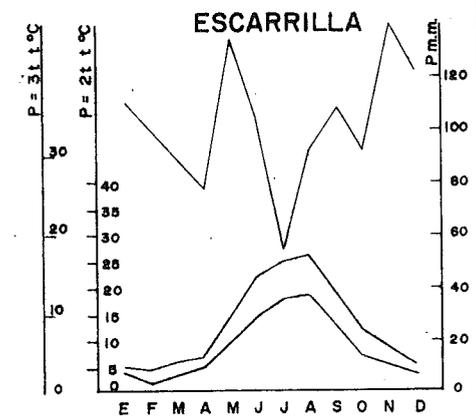
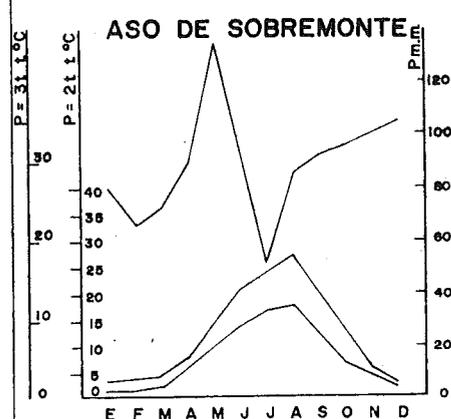
### Dominios del pinar



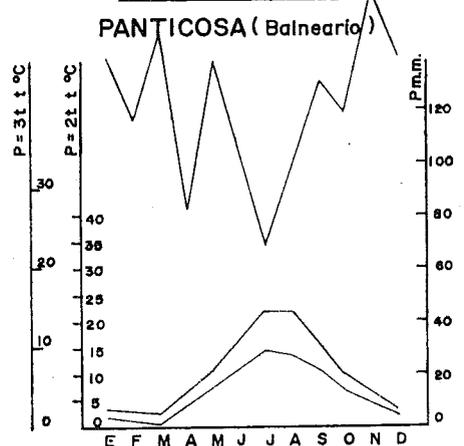
### Dominios del pinar seco



### Contacto hacia zonas más húmedas



### Piso subalpino



VALORES MEDIOS Y EXTREMOS DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y NUBOSIDAD  
DURANTE LOS AÑOS 1973/1976.

(\*\*\*\*).- Los datos de esta línea corresponden, por este orden, a la media de los totales anuales de:  
(1) n°de días con temperatura mínima  $\leq -5$ , (2) n°de días con temperatura mínima  $\leq 0$ , (3) n°de días con temperatura máxima  $\geq 20$ , (4) n°de días con temperatura máxima  $\geq 30$ , (5) n°de días con precipitación  $\geq 0,1$  mm, (6) n°de días con precipitación  $\geq 1$  mm, (7) n°de días con precipitación  $\geq 10$  mm, (8) n°de días con precipitación  $\geq 30$  mm, (9) n°de días de nieve, (10) n°de días despejados, (11) n°de días nublados, (12) n°de días cubiertos.

A I S A	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	16,0	16,0	21,0	24,0	26,0	30,0	32,0	34,0	30,0	26,0	19,0	13,0
Temperatura mínima absoluta	-10,0	-8,0	-8,0	-8,0	2,0	3,0	4,0	7,0	-2,0	-3,0	-3,0	-8,0
Tem. media de las máximas	9,6	8,9	10,4	14,3	17,4	21,9	25,4	26,3	19,9	14,2	12,4	8,8
Tem. media de las mínimas	-0,7	-1,0	0,1	3,4	6,4	8,7	11,0	12,6	8,4	4,8	3,5	-0,4
Temperatura media	4,5	4,0	5,1	8,8	11,9	15,3	18,2	19,4	14,1	9,2	7,9	4,2
Precipitación media	97,3	75,5	65,7	60,2	114,5	102,1	37,4	79,7	71,0	71,7	100,3	78,7
Precp. máxima en 24 horas	32,4	29,6	34,3	20,8	40,5	62,7	15,3	29,2	28,3	21,8	58,6	35,0
N°de días de precipitación	8,0	10,0	7,0	9,0	10,0	10,0	5,0	6,0	6,0	7,0	10,0	5,0
(****)	11,0	71,0	93,0	18,0	3,0	51,0	36,0	2,0	17,0	199,0	82,0	84,0

A N S O	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	16,0	18,0	23,0	26,0	30,0	31,0	35,0	36,0	31,0	27,0	18,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-13,0	-12,0	-10,0	-9,0	-4,0	-1,0	3,0	2,0	-1,0	-6,0	-9,0	-11,0
Tem. media de las máximas	7,7	8,3	10,4	12,6	18,7	23,4	27,3	27,1	21,1	14,8	10,8	6,9
Tem. media de las mínimas	-3,8	-2,6	-1,0	0,3	4,6	8,6	9,7	10,6	7,2	1,9	-0,8	-3,4
Temperatura media	1,9	2,8	4,2	6,5	11,6	16,0	16,5	18,8	14,1	8,3	5,0	1,7
Precipitación media	101,3	106,7	96,3	79,8	109,0	88,4	37,9	85,8	87,7	118,4	147,0	133,6
Precp. máxima en 24 horas	33,8	33,0	45,5	41,5	35,2	42,0	16,3	69,4	39,8	42,4	75,5	38,0
N°de días de precipitación	11,0	12,0	11,0	11,0	12,0	8,0	6,0	8,0	10,0	12,0	12,0	9,0
(****)	53,0	91,0	103,0	24,0	17,0	65,0	32,0	8,0	19,0	194,0	67,0	104,0

A R A G Ü E S D E L P U E R T O	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	19,0	20,0	22,0	25,0	28,0	30,0	34,0	37,0	31,0	27,0	21,0	20,0
Temperatura mínima absoluta	-12,0	-10,0	-10,0	-8,5	-3,0	-2,0	3,5	4,0	0,0	-5,0	-7,0	-9,5
Tem. media de las máximas	10,4	9,1	10,8	12,6	18,7	23,6	27,0	27,7	22,1	15,9	12,2	9,2
Tem. media de las mínimas	-1,2	-1,6	-1,3	0,8	6,0	8,9	10,9	11,7	7,9	3,1	0,4	-1,9
Temperatura media	4,6	3,7	4,7	6,7	12,3	16,2	18,9	19,7	16,9	9,5	6,3	3,6
Precipitación media	88,6	92,9	93,7	81,8	125,9	121,4	37,2	93,9	91,7	112,4	127,5	100,4
Precp. máxima en 24 horas	40,5	33,9	55,0	33,2	32,5	52,5	14,5	59,6	36,0	58,4	84,2	34,5
N°de días de precipitación	8,0	10,0	9,0	10,0	12,0	10,0	7,0	8,0	10,0	10,0	10,0	7,0
(****)	23,0	107,0	110,0	25,0	5,0	64,0	37,0	8,0	21,0	187,0	83,0	95,0

A R T I E D A	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	18,0	24,0	27,0	31,0	32,0	36,0	37,0	32,0	28,0	20,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-10,0	-7,0	-7,0	-4,0	-1,0	1,0	6,0	5,0	1,0	-4,0	-7,0	-10,0
Tem. media de las máximas	9,9	10,6	12,8	15,6	20,7	25,0	28,3	28,0	23,1	17,1	13,2	9,0
Tem. media de las mínimas	-0,9	0,1	-0,2	2,3	6,1	9,5	11,1	11,9	8,6	3,9	0,8	-0,6
Temperatura media	4,5	5,2	6,3	8,9	13,4	17,2	19,7	20,0	15,8	10,5	7,0	4,2
Precipitación media	51,5	65,2	71,9	36,9	103,1	37,5	40,4	60,3	63,8	54,4	74,0	71,8
Precp. máxima en 24 horas	23,0	29,0	40,0	27,0	60,0	38,0	44,0	42,0	30,0	26,0	41,0	25,0
N°de días de precipitación	7,0	9,0	8,0	6,0	9,0	5,0	6,0	6,0	7,0	9,0	8,0	6,0
(****)	27,0	68,0	117,0	29,0	5,0	59,0	21,0	3,0	4,0	213,0	62,0	90,0

A S O D E S O B R E M O N T E	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	15,0	19,0	21,0	28,0	28,0	31,0	32,0	27,0	25,0	21,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-14,0	-13,0	-11,0	-10,0	-4,0	-2,0	3,0	4,0	-1,0	-7,0	-9,0	-10,0
Tem. media de las máximas	7,8	6,8	8,5	11,3	15,6	20,5	23,8	24,4	18,3	12,7	9,3	6,5
Tem. media de las mínimas	-3,0	-3,2	-2,6	-0,2	4,4	7,6	9,8	11,1	7,3	2,0	-0,6	-2,1
Temperatura media	2,4	1,8	2,9	5,5	10,0	14,0	16,8	17,7	12,8	7,3	4,3	2,2
Precipitación media	81,7	69,4	74,3	88,8	135,5	100,1	53,3	85,0	94,1	96,5	109,9	115,4
Precp. máxima en 24 horas	48,0	60,0	52,0	45,0	76,0	76,0	39,0	34,0	40,0	76,0	79,0	48,0
N°de días de precipitación	6,0	6,0	6,0	7,0	10,0	8,0	5,0	7,0	8,0	7,0	6,0	6,0
(****)	43,0	107,0	92,0	5,0	1,0	40,0	28,0	13,0	12,0	218,0	64,0	83,0

B A I L O	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	18,0	18,0	22,0	26,0	30,0	35,0	36,0	37,0	32,5	27,0	20,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-11,0	-8,0	-6,5	-4,5	0,0	3,5	7,5	8,0	2,0	-3,5	-5,5	-8,0
Tem. media de las máximas	9,7	9,6	11,6	14,6	19,9	24,7	28,2	28,2	22,3	16,0	12,3	9,0
Tem. media de las mínimas	0,4	-1,0	0,3	2,5	7,7	11,4	13,7	14,2	9,9	4,7	1,0	-0,9
Temperatura media	5,0	4,3	5,9	8,5	13,8	18,0	20,9	21,2	16,1	10,3	6,6	4,0
Precipitación media	48,3	70,0	65,4	58,1	93,4	72,2	22,5	69,0	73,8	51,6	72,1	74,3
Precp. máxima en 24 horas	34,0	50,0	56,3	31,3	40,2	38,3	15,4	40,0	25,8	29,1	41,7	42,4
Nºde días de precipitación	8,0	8,0	10,0	9,0	9,0	7,0	5,0	6,0	8,0	9,0	9,0	8,0
(****)	15,0	78,0	113,0	29,0	25,0	46,0	22,0	5,0	10,0	200,0	61,0	104,0

B A I L O - P U E N T E L A R E I N A	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	15,0	17,0	22,0	27,0	30,0	31,5	35,0	37,0	32,5	28,0	20,0	16,0
Temperatura mínima absoluta	-12,0	-6,5	-7,0	-6,0	-3,0	3,0	7,0	4,0	3,0	-3,0	-7,0	-9,0
Tem. media de las máximas	8,7	10,5	12,8	16,0	21,3	25,9	27,8	27,9	22,4	16,6	11,5	7,6
Tem. media de las mínimas	-1,6	0,0	0,6	4,4	7,9	10,5	12,2	12,9	10,0	4,6	0,4	-0,8
Temperatura media	3,5	5,2	6,7	10,2	14,6	18,2	20,0	20,4	16,2	10,6	5,9	3,4
Precipitación media	46,7	54,7	64,6	59,3	81,3	54,5	42,2	49,2	51,7	58,4	74,6	54,0
Precp. máxima en 24 horas	26,0	20,0	42,0	24,0	36,0	30,0	35,0	23,5	21,0	30,0	51,6	48,6
Nºde días de precipitación	6,0	8,0	7,0	7,0	9,0	6,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	5,0
(****)	19,0	79,0	112,0	27,0	4,0	48,0	25,0	3,0	5,0	197,0	84,0	84,0

B E R D O N	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	16,0	24,0	26,0	32,0	33,0	36,0	38,0	33,0	26,0	20,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-6,0	-6,0	-6,0	-3,0	1,0	5,0	4,0	5,8	4,0	-2,0	-4,0	-7,0
Tem. media de las máximas	9,1	9,5	12,1	15,4	19,4	23,6	26,9	28,1	22,9	15,8	11,7	9,5
Tem. media de las mínimas	0,3	1,2	1,5	3,3	7,4	10,2	12,4	13,8	11,0	5,7	2,6	0,0
Temperatura media	4,7	5,3	6,8	9,3	13,4	16,9	19,6	20,9	16,9	10,7	7,1	4,7
Precipitación media	49,4	60,1	54,8	46,4	91,2	50,6	34,2	48,8	64,7	57,6	79,6	53,9
Precp. máxima en 24 horas	30,0	25,0	31,5	34,0	31,5	41,0	36,0	48,0	45,0	25,0	38,0	32,0
Nºde días de precipitación	7,0	8,0	9,0	6,0	9,0	5,0	4,0	3,0	8,0	9,0	7,0	5,0
(****)	4,0	67,0	90,0	24,0	8,0	47,0	21,0	3,0	5,0	176,0	95,0	94,0

B E R N U E S	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	16,0	21,0	25,0	29,0	29,0	38,0	34,0	30,0	25,0	18,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-11,0	-8,0	-7,0	-5,0	-1,0	2,0	6,0	8,0	2,0	-4,0	-7,0	-9,0
Tem. media de las máximas	8,6	8,0	10,1	12,8	17,7	21,2	26,6	26,6	21,0	13,9	10,3	7,2
Tem. media de las mínimas	-0,4	-0,7	-0,1	2,6	6,9	10,6	13,4	14,4	10,4	4,6	1,3	-0,8
Temperatura media	4,1	3,6	5,0	7,7	12,3	15,9	20,0	20,5	15,7	9,2	5,8	3,2
Precipitación media	45,7	53,4	73,5	61,6	90,5	79,3	25,1	72,9	85,1	67,5	69,5	66,5
Precp. máxima en 24 horas	27,0	23,0	51,0	30,0	28,0	40,0	35,0	53,0	47,0	60,0	43,0	62,0
Nºde días de precipitación	6,0	6,0	6,0	5,0	9,0	7,0	3,0	6,0	7,0	7,0	7,0	6,0
(****)	14,0	86,0	100,0	18,0	1,0	39,0	27,0	4,0	5,0	226,0	66,0	73,0

B E S C O S D E L A G A R C I P O L L E R A	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	19,0	18,0	22,0	25,0	31,0	31,0	34,0	36,0	31,0	27,5	20,0	18,0
Temperatura mínima absoluta	-15,5	-13,0	-11,5	-10,0	-5,0	-3,0	3,0	3,0	-2,0	-8,0	-10,0	-12,0
Tem. media de las máximas	9,3	8,7	10,5	13,5	18,9	23,7	27,1	26,9	21,3	15,1	11,6	8,7
Tem. media de las mínimas	-4,1	-3,3	-3,1	-0,4	4,4	7,6	9,6	10,0	6,2	1,0	-1,7	-4,1
Temperatura media	2,6	2,7	3,7	6,5	11,6	15,6	18,3	18,4	13,7	8,0	5,0	2,3
Precipitación media	90,4	83,9	94,6	88,1	122,9	90,5	45,9	88,7	78,4	81,4	106,7	105,4
Precp. máxima en 24 horas	48,2	41,2	49,2	30,0	52,0	63,2	23,5	53,1	46,8	58,0	38,6	44,5
Nºde días de precipitación	8,0	9,0	9,0	9,0	11,0	8,0	6,0	7,0	7,0	9,0	8,0	6,0
(****)	65,0	100,0	105,0	21,0	6,0	51,0	30,0	9,0	14,0	187,0	91,0	87,0

B I N A C U A	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	17,0	23,0	25,0	30,0	31,0	36,0	38,0	30,0	28,0	22,0	14,0
Temperatura mínima absoluta	-12,0	-8,0	-7,0	-6,0	-1,0	0,0	7,0	9,0	2,0	-5,0	-6,0	-9,0
Tem. media de las máximas	8,2	8,3	10,9	13,9	19,0	24,3	27,3	28,8	21,7	15,5	11,4	7,8
Tem. media de las mínimas	-1,6	-0,8	-0,4	2,6	6,5	10,2	12,8	13,9	9,8	4,2	0,8	-1,1
Temperatura media	3,3	3,7	5,2	8,2	12,7	17,2	20,0	21,3	15,7	9,8	6,1	3,3
Precipitación media	47,8	62,3	47,3	51,3	73,8	48,3	25,8	59,9	49,9	48,8	69,0	47,5
Precp. máxima en 24 horas	25,0	30,0	30,0	25,0	34,0	25,0	15,0	40,0	26,0	40,0	40,0	24,0
Nºde días de precipitación	6,0	8,0	6,0	6,0	8,0	5,0	4,0	5,0	6,0	7,0	5,0	5,0
(****)	19,0	91,0	100,0	29,0	5,0	45,0	22,0	3,0	8,0	177,0	89,0	99,0

<u>BOTAYA</u>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	17,0	21,0	24,5	28,0	31,0	37,0	35,0	29,0	26,0	19,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-13,0	-8,0	-8,0	-6,0	-2,0	0,0	4,0	6,0	0,0	-4,0	-7,0	-10,0
Tem. media de las máximas	8,7	8,0	9,7	12,7	17,4	22,5	26,4	26,9	20,9	14,7	10,8	7,4
Tem. media de las mínimas	-1,0	-0,8	-0,7	1,8	6,1	8,8	11,1	12,0	8,5	3,6	0,3	-1,5
Temperatura media	3,8	3,6	4,5	7,2	11,7	15,6	18,7	19,4	14,7	9,1	5,5	2,9
Precipitación media	45,2	77,3	80,5	40,6	104,3	80,2	22,6	69,2	43,4	56,6	56,4	70,1
Precp. máxima en 24 horas	27,0	36,0	67,0	30,0	54,0	35,0	19,0	40,0	27,0	54,0	39,5	68,0
Nºde días de precipitación	6,0	9,0	6,0	6,0	9,0	6,0	6,0	7,0	5,0	6,0	4,0	5,0
(****)	18,0	98,0	100,0	15,0	7,0	40,0	22,0	5,0	10,0	192,0	89,0	84,0

<u>CALDEARENAS</u>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	17,0	23,0	27,0	32,0	33,0	36,0	37,0	32,0	26,0	24,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-12,0	-10,0	-10,0	-4,0	-3,0	-1,0	1,0	5,0	-1,0	-6,0	-11,0	-12,0
Tem. media de las máximas	9,6	10,3	12,2	14,6	19,9	24,9	29,0	28,9	23,3	15,9	12,7	10,2
Tem. media de las mínimas	-2,8	-2,4	-1,3	1,7	5,3	8,6	10,8	10,9	7,3	1,8	-1,4	-2,8
Temperatura media	3,4	3,9	5,4	8,1	12,6	16,7	19,9	19,9	15,3	8,8	5,6	3,7
Precipitación media	36,5	55,4	74,3	76,2	69,2	56,7	20,2	76,9	76,8	43,1	44,4	57,5
Precp. máxima en 24 horas	29,4	62,0	57,1	34,0	33,0	40,0	11,0	61,2	47,0	62,0	35,5	30,5
Nºde días de precipitación	4,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	4,0	6,0	6,0	5,0	4,0	5,0
(****)	51,0	86,0	95,0	38,0	9,0	35,0	20,0	5,0	4,0	196,0	57,0	112,0

<u>CANIAS</u>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	16,0	23,0	26,0	32,0	32,0	36,0	38,0	32,0	28,0	20,0	16,0
Temperatura mínima absoluta	-12,0	-9,0	-8,0	-7,0	-2,0	1,0	7,0	7,0	2,0	-6,0	-7,0	-10,0
Tem. media de las máximas	9,0	9,2	11,1	14,6	19,4	24,6	27,9	28,6	21,9	15,5	11,7	8,0
Tem. media de las mínimas	-0,6	-0,5	0,1	2,4	7,4	11,3	13,5	14,3	10,5	4,7	1,8	-0,8
Temperatura media	4,2	4,3	5,6	8,5	13,4	17,9	20,7	21,4	16,2	10,1	6,7	3,6
Precipitación media	58,0	58,7	78,0	74,0	96,1	68,6	31,3	75,9	74,2	70,1	81,7	84,8
Precp. máxima en 24 horas	37,0	31,5	58,0	34,4	43,4	51,0	17,4	40,0	32,5	49,0	33,5	46,5
Nºde días de precipitación	8,0	10,0	8,0	8,0	11,0	8,0	6,0	7,0	9,0	9,0	10,0	6,0
(****)	16,0	85,0	100,0	28,0	20,0	56,0	29,0	4,0	14,0	185,0	101,0	79,0

<u>CASTIELLO DE JACA</u>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	16,0	23,0	27,0	31,0	32,0	35,0	37,0	33,0	26,5	20,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-9,0	-12,0	-9,5	-7,5	-3,0	-2,0	4,0	4,0	-1,0	-6,0	-8,0	-11,0
Tem. media de las máximas	8,5	8,5	10,7	13,8	19,3	24,1	27,8	28,5	21,9	15,2	10,9	7,6
Tem. media de las mínimas	-3,3	-2,3	-1,7	0,9	5,3	7,9	10,0	10,4	7,8	2,1	-1,5	-3,1
Temperatura media	2,6	3,1	4,5	7,3	12,3	16,0	18,9	19,4	19,8	8,6	4,7	2,2
Precipitación media	87,4	70,2	99,1	77,9	101,7	88,9	43,7	78,3	74,1	90,4	109,7	97,7
Precp. máxima en 24 horas	65,5	23,0	39,5	36,5	35,6	64,5	64,5	42,5	28,5	52,8	50,3	44,5
Nºde días de precipitación	8,0	10,0	9,0	8,0	12,0	9,0	6,0	6,0	9,0	9,0	9,0	8,0
(****)	45,0	92,0	103,0	28,0	14,0	56,0	28,0	6,0	15,0	218,0	60,0	87,0

<u>EMBUN</u>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	18,0	22,0	29,0	32,0	31,0	35,0	37,0	32,0	26,0	20,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-9,0	-7,0	-6,0	-4,0	-2,0	0,5	0,5	5,0	1,0	-3,0	-6,0	-8,0
Tem. media de las máximas	9,5	10,0	12,2	14,7	19,8	24,7	27,6	28,3	22,0	15,8	11,5	7,9
Tem. media de las mínimas	-1,3	-0,6	0,1	2,4	6,1	8,9	10,9	12,5	8,6	4,0	0,6	-1,5
Temperatura media	4,1	4,7	6,0	8,5	12,9	16,8	19,2	20,4	15,3	9,9	6,0	3,2
Precipitación media	56,0	80,1	77,4	65,5	84,9	82,3	38,5	77,6	74,7	66,7	94,4	85,0
Precp. máxima en 24 horas	30,5	36,0	42,0	32,0	33,0	45,5	21,0	55,0	32,0	39,0	48,0	49,0
Nºde días de precipitación	8,0	9,0	8,0	7,0	8,0	7,0	5,0	5,0	7,0	8,0	7,0	6,0
(****)	16,0	94,0	111,0	27,0	3,0	50,0	27,0	6,0	9,0	184,0	75,0	106,0

<u>ESCARRILLA</u>	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	19,0	13,0	20,0	21,0	27,0	26,0	30,0	31,0	26,0	23,0	18,0	16,0
Temperatura mínima absoluta	-9,0	-10,0	-10,0	-8,0	0,0	2,0	5,0	6,0	1,0	-3,0	-5,0	-10,0
Tem. media de las máximas	7,2	5,4	6,9	9,6	14,5	19,8	22,9	23,1	17,2	11,5	8,5	6,2
Tem. media de las mínimas	-0,6	-1,8	-0,4	1,0	6,2	9,1	11,2	12,0	6,9	3,8	1,4	-0,6
Temperatura media	3,3	1,8	3,2	4,3	10,3	14,4	17,0	17,5	12,0	7,6	4,9	2,8
Precipitación media	111,0	98,2	87,5	78,3	134,4	103,6	54,3	90,8	107,1	91,2	143,9	122,2
Precp. máxima en 24 horas	69,2	45,5	40,2	41,0	46,3	77,9	33,6	86,4	45,6	43,7	60,2	63,2
Nºde días de precipitación	8,0	10,0	9,0	9,0	13,0	11,0	7,0	7,0	12,0	10,0	9,0	5,0
(****)	22,0	89,0	82,0	3,0	12,0	59,0	28,0	11,0	24,0	187,0	108,0	70,0

ESCUER	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	16,0	24,0	26,0	30,0	31,0	35,0	36,0	31,0	27,0	20,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-14,0	-12,0	-11,0	-8,0	-4,0	-3,0	2,0	2,0	-2,0	-7,0	-10,0	-13,0
Tem. media de las máximas	7,4	10,3	11,7	15,1	19,4	24,6	28,3	27,9	21,8	16,0	11,9	8,2
Tem. media de las mínimas	-4,2	-3,4	-3,1	-0,1	4,5	7,6	10,0	10,7	6,8	0,7	-2,8	-5,1
Temperatura media	1,6	3,4	4,3	7,5	11,9	16,1	19,1	19,3	14,3	8,3	4,5	1,5
Precipitación media	88,1	49,3	79,9	65,8	107,7	72,9	38,9	76,6	89,6	74,1	80,0	70,0
Precp. máxima en 24 horas	47,4	26,0	47,4	34,5	38,5	78,3	23,5	32,7	37,5	46,6	50,6	36,9
Nºde días de precipitación	7,0	7,0	7,0	5,0	9,0	7,0	5,0	7,0	8,0	7,0	7,0	5,0
(****)	66,0	88,0	106,0	26,0	2,0	45,0	29,0	6,0	7,0	222,0	84,0	59,0

FORMIGAL	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	12,5	10,6	16,5	18,0	23,5	25,6	28,5	28,0	25,0	20,0	17,4	15,0
Temperatura mínima absoluta	-12,5	-11,0	-11,5	-9,0	-5,0	-1,0	2,0	1,0	-3,0	-8,0	-11,0	-16,0
Tem. media de las máximas	4,6	3,2	5,7	8,7	14,4	17,9	21,0	21,8	15,9	10,5	7,1	4,7
Tem. media de las mínimas	-2,5	-3,5	-2,6	-0,3	3,9	7,2	9,6	9,9	5,9	1,8	-0,8	-2,5
Temperatura media	1,0	-0,1	1,5	4,2	9,1	12,5	15,3	15,8	10,9	6,1	3,1	1,1
Precipitación media	103,5	76,5	97,7	62,2	128,6	94,9	73,0	109,9	109,0	95,3	118,1	76,9
Precp. máxima en 24 horas	70,0	40,0	60,0	43,0	46,0	48,5	34,5	40,2	76,0	40,0	60,0	71,0
Nºde días de precipitación	6,0	5,0	7,0	7,0	11,0	9,0	6,0	7,0	9,0	8,0	6,0	4,0
(****)	46,0	102,0	57,0	0,0	12,0	39,0	26,0	12,0	25,0	191,0	67,0	107,0

LARRES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	17,0	17,3	20,0	25,0	29,0	34,0	35,0	36,0	32,0	28,0	20,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-10,0	-8,0	-8,0	-7,0	-3,0	-1,0	4,0	5,0	1,0	-3,0	-6,0	-9,0
Tem. media de las máximas	7,5	8,7	9,2	12,9	18,7	23,6	27,2	26,4	23,9	16,4	11,7	7,6
Tem. media de las mínimas	-1,4	-1,0	0,3	1,9	6,1	9,1	11,3	12,2	8,2	4,2	0,4	-1,8
Temperatura media	3,0	3,8	4,5	7,4	12,4	16,3	19,2	19,3	16,0	10,3	6,0	2,9
Precipitación media	73,1	49,8	62,5	51,8	71,9	55,2	14,3	41,9	82,8	40,1	58,3	56,2
Precp. máxima en 24 horas	30,0	16,0	48,8	31,0	45,0	49,7	24,0	31,0	72,0	16,0	32,0	26,8
Nºde días de precipitación	6,0	6,0	6,0	6,0	9,0	7,0	3,0	6,0	8,0	8,0	6,0	6,0
(****)	24,0	85,0	101,0	19,0	8,0	44,0	22,0	3,0	6,0	187,0	95,0	83,0

PANZANO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Máxima absoluta	21,0	18,0	23,0	28,0	32,0	36,0	37,0	38,0	32,0	28,0	21,0	18,0
Temperatura mínima absoluta	-10,0	-7,0	-6,0	-5,0	0,0	2,0	4,0	9,0	4,0	-1,0	-5,0	-9,0
Tem. media de las máximas	9,4	10,8	13,9	16,0	22,0	27,2	30,7	30,6	24,7	18,1	13,5	9,3
Tem. media de las mínimas	0,1	1,4	2,1	4,5	9,3	13,6	16,5	16,9	12,7	7,0	3,4	0,4
Temperatura media	4,7	6,1	8,0	10,2	15,6	20,4	23,6	23,7	18,7	12,5	8,4	4,8
Precipitación media	34,1	33,6	66,2	56,9	81,1	107,2	26,9	76,6	74,8	53,1	35,8	65,9
Precp. máxima en 24 horas	20,6	21,5	56,2	28,0	55,6	57,5	17,7	85,7	90,0	23,0	35,5	32,0
Nºde días de precipitación	4,0	5,0	8,0	7,0	10,0	8,0	4,0	6,0	6,0	6,0	5,0	6,0
(****)	9,0	59,0	104,0	55,0	18,0	38,0	21,0	4,0	1,0	204,0	123,0	38,0

SALVATIERRA DE ESCA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	15,0	15,0	22,0	23,0	31,0	33,0	35,0	37,0	33,0	25,0	18,0	12,0
Temperatura mínima absoluta	-7,0	-7,0	-7,0	-3,0	1,0	5,0	9,0	8,0	3,0	-3,0	-6,0	-9,0
Tem. media de las máximas	8,3	8,2	10,4	12,9	18,8	23,4	27,1	27,5	21,6	15,0	10,5	7,8
Tem. media de las mínimas	-0,9	0,6	1,2	4,3	7,7	11,9	13,5	13,1	9,8	5,2	2,1	-0,8
Temperatura media	3,7	4,4	5,8	8,6	13,2	17,6	20,3	20,3	15,7	10,1	6,3	3,5
Precipitación media	80,9	94,0	108,9	39,3	89,0	93,0	41,8	61,7	80,8	102,2	121,9	98,8
Precp. máxima en 24 horas	45,2	35,2	37,4	32,4	62,4	70,4	27,4	36,4	35,4	48,2	53,2	37,3
Nºde días de precipitación	5,0	8,0	7,0	3,0	5,0	4,0	3,0	4,0	5,0	8,0	7,0	6,0
(****)	20,0	56,0	88,0	28,0	0,0	25,0	23,0	7,0	3,0	152,0	66,0	147,0

SAN JUAN DE LA PEÑA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima absoluta	12,0	15,0	20,0	21,4	25,0	26,0	31,0	32,0	27,0	23,0	18,0	16,5
Temperatura mínima absoluta	-9,0	-10,0	-8,0	-7,6	-3,0	-1,0	4,0	4,0	2,0	-6,5	-6,6	-9,6
Tem. media de las máximas	6,4	5,8	7,9	10,9	15,9	19,8	23,1	23,4	17,9	12,4	9,4	6,6
Tem. media de las mínimas	-1,5	-2,6	-1,5	0,1	4,9	8,4	10,5	11,0	7,6	3,4	0,9	-1,8
Temperatura media	2,4	1,6	3,2	5,4	10,4	14,1	16,8	17,2	12,7	7,9	5,1	2,4
Precp. media	56,3	79,9	77,6	66,0	115,7	85,9	29,6	76,9	69,4	84,9	91,1	80,9
Precp. máxima en 24 horas	32,7	34,5	41,1	30,5	71,6	49,1	15,8	44,5	36,1	52,4	36,3	29,6
Nºde días de precipitación	8,0	10,0	11,0	8,5	11,0	8,0	5,0	7,0	9,0	10,0	8,0	8,0
(****)	27,0	110,0	84,0	4,0	15,0	54,0	29,0	5,0	20,0	207,0	75,0	83,0

SANTA CRUZ DE LA SEROS												
Temperatura máxima absoluta	15,8	15,0	22,0	25,3	29,0	30,0	34,5	35,0	30,0	25,0	18,5	11,0
Temperatura mínima absoluta	-12,0	-9,0	-6,0	-5,0	0,0	1,0	6,0	7,0	1,0	-5,0	-7,0	-10,0
Tem. media de las máximas	6,9	8,1	9,9	12,7	18,1	22,9	26,6	26,3	20,6	13,4	9,7	5,9
Tem. media de las mínimas	-1,4	-0,2	0,2	1,9	7,1	10,5	12,5	13,5	10,3	5,6	1,1	-1,3
Temperatura media	2,7	3,9	5,0	7,3	12,6	16,7	19,5	19,9	15,4	9,5	5,4	2,3
Precipitación media	40,7	58,7	51,5	55,8	94,0	51,8	22,8	67,6	45,9	66,1	79,2	63,6
Precp. máxima en 24 horas	34,5	44,0	30,0	24,0	40,0	36,0	21,0	55,0	30,0	40,0	35,0	30,0
Nºde días de precipitación	4,0	7,0	4,0	6,0	9,0	4,0	4,0	5,0	7,0	6,0	6,0	5,0
(****)	19,0	86,0	104,0	17,0	3,0	38,0	24,0	4,0	6,0	220,0	34,0	111,0

SIGÜES												
Temperatura máxima absoluta	16,0	17,0	22,0	29,0	33,0	35,0	39,5	40,0	35,0	28,0	20,0	16,0
Temperatura mínima absoluta	-7,0	-6,0	-7,0	-4,0	0,0	2,0	7,0	8,0	3,0	-4,0	-6,0	-8,0
Tem. media de las máximas	8,9	9,4	11,6	14,3	17,6	24,8	28,4	28,8	23,2	16,4	11,7	8,9
Tem. media de las mínimas	0,6	1,6	1,6	4,1	8,2	11,4	14,0	14,4	10,9	6,4	2,5	0,8
Temperatura media	4,7	5,5	6,6	9,2	12,9	18,1	21,2	21,6	17,0	11,4	7,1	4,8
Precipitación media	56,4	72,4	73,1	47,6	108,1	52,1	35,3	46,3	56,4	63,4	88,8	72,4
Precp. máxima en 24 horas	20,0	29,0	45,0	21,0	57,0	38,0	48,0	32,0	25,0	35,0	45,0	30,0
Nºde días de precipitación	8,0	9,0	8,0	6,0	10,0	5,0	5,0	4,0	7,0	9,0	9,0	7,0
(****)	12,0	64,0	97,0	35,0	11,0	52,0	25,0	4,0	6,0	203,0	65,0	97,0

HECHO												
Temperatura máxima absoluta	16,0	16,0	21,0	23,0	29,0	30,0	34,0	36,0	29,0	25,0	17,0	16,0
Temperatura mínima absoluta	-9,0	-11,0	-8,0	-5,0	-2,0	1,0	4,0	6,0	0,0	-3,0	-7,0	-11,0
Tem. media de las máximas	8,7	7,2	10,7	12,1	17,7	21,5	24,9	25,1	20,1	14,3	10,8	8,4
Tem. media de las mínimas	-0,7	-0,2	-0,1	1,7	4,6	7,0	9,5	9,8	7,2	3,6	0,7	-0,9
Temperatura media	4,0	3,5	5,3	6,9	11,1	14,2	17,2	17,4	13,6	8,9	5,7	3,7
Precipitación media	91,4	87,2	92,0	90,7	114,2	85,6	51,5	79,8	93,9	97,8	116,4	102,1
Precp. máxima en 24 horas	37,1	28,4	55,6	48,0	37,1	80,3	36,7	52,7	39,3	57,8	94,0	46,0
Nºde días de precipitación	10,0	11,0	9,0	12,0	12,0	9,0	8,0	8,0	11,0	12,0	10,0	9,0
(****)	19,0	88,0	93,0	15,0	21,0	62,0	37,0	8,0	12,0	146,0	103,0	116,0

YE B R A D E B A S A												
Temperatura máxima absoluta	15,0	16,0	22,0	23,0	29,5	30,0	34,0	34,0	30,0	25,0	18,0	16,0
Temperatura mínima absoluta	-13,0	-9,0	-8,0	-7,0	-4,0	-1,0	3,5	6,0	0,0	-3,5	-7,0	-10,0
Tem. media de las máximas	8,1	8,3	10,8	13,1	17,8	22,5	26,5	26,3	20,6	14,2	10,6	7,3
Tem. media de las mínimas	-1,9	-1,7	-1,3	1,2	5,9	9,4	11,7	12,7	8,5	3,2	1,0	-1,9
Temperatura media	3,1	3,3	4,7	7,1	11,8	16,0	19,1	19,5	14,5	8,7	5,8	2,7
Precipitación media	52,6	48,1	68,1	68,3	118,0	99,8	48,1	73,9	99,2	65,1	74,7	83,9
Precp. máxima en 24 horas	28,0	31,0	58,0	29,0	41,0	42,0	89,0	75,0	59,0	36,0	56,0	43,0
Nºde días de precipitación	7,0	9,0	8,0	9,0	11,0	10,0	5,0	7,0	7,0	8,0	7,0	8,0
(****)	27,0	107,0	105,0	14,0	15,0	58,0	25,0	4,0	13,0	171,0	98,0	96,0

Y E S E R O												
Temperatura máxima absoluta	14,0	15,0	22,0	25,0	27,0	30,0	35,0	35,0	28,0	25,0	25,0	13,0
Temperatura mínima absoluta	-9,0	-7,0	-8,0	-5,0	-1,0	0,0	3,0	5,0	-0,5	-4,0	-5,0	-9,0
Tem. media de las máximas	7,8	7,7	10,5	12,1	17,2	23,1	26,3	25,7	19,6	15,2	10,7	7,6
Tem. media de las mínimas	-1,5	-0,8	-0,7	1,7	5,7	9,1	11,5	11,9	8,2	4,2	-0,2	-1,5
Temperatura media	3,1	3,4	4,9	6,9	11,4	16,1	18,9	18,8	13,9	9,7	5,2	3,0
Precipitación media	112,9	80,5	118,0	91,7	136,5	96,6	61,9	109,2	115,2	136,9	131,6	128,0
Precp. máxima en 24 horas	75,0	75,0	100,0	40,0	60,0	32,0	28,0	52,0	66,0	76,0	98,0	94,0
Nºde días de precipitación	6,0	6,0	7,0	7,0	10,0	7,0	7,0	7,0	7,0	12,0	7,0	6,0
(****)	14,0	115,0	132,0	11,0	2,0	41,0	34,0	12,0	11,0	179,0	76,0	110,0

N O C I T O												
Temperatura máxima absoluta	19,0	17,0	22,0	25,0	28,0	30,0	34,0	36,0	29,0	24,0	19,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-11,0	-9,0	-9,0	-6,0	-4,0	0,0	3,0	4,0	-1,0	-6,0	-8,0	-12,0
Tem. media de las máximas	9,4	9,1	10,9	13,6	18,5	23,5	27,1	26,9	21,2	13,2	11,1	8,5
Tem. media de las mínimas	-2,7	-2,2	-1,1	1,1	5,3	8,5	10,8	11,4	7,2	2,9	-0,3	-0,4
Temperatura media	3,3	3,4	4,9	7,3	11,9	16,0	18,9	19,1	14,2	8,0	5,4	4,0
Precipitación media	56,9	68,7	42,6	72,9	93,9	104,0	32,6	64,1	78,8	63,1	74,1	129,3
Precp. máxima en 24 horas	56,5	62,0	32,0	37,0	69,0	42,7	40,0	42,5	38,0	54,6	67,5	102,0
Nºde días de precipitación	7,0	9,0	9,0	10,0	11,0	11,0	5,0	7,0	8,0	7,0	7,0	8,0
(****)	35,0	105,0	107,0	18,0	24,0	56,0	19,0	7,0	12,0	196,0	77,0	92,0

PANTANO DE LA PEÑA												
Temperatura máxima absoluta	17,0	17,0	23,0	27,0	30,0	33,0	37,0	38,0	31,0	27,0	20,0	16,0
Temperatura mínima absoluta	-12,0	-9,0	-6,0	-3,5	1,0	2,0	7,0	7,0	1,0	-3,0	-6,0	-9,0
Tem. media de las máximas	9,8	10,2	10,9	13,4	19,5	23,7	28,0	29,7	23,5	17,1	12,7	8,9
Tem. media de las mínimas	-1,5	-0,1	1,4	3,0	7,4	10,2	12,2	13,1	9,2	4,2	0,8	-0,8
Temperatura media	4,1	5,0	6,1	8,2	13,4	16,9	20,1	21,4	16,3	10,6	6,7	4,0
Precipitación media	50,3	51,8	63,1	48,0	84,6	78,4	14,1	70,3	53,8	57,8	66,6	62,8
Precp. máxima en 24 horas	27,0	25,0	60,0	23,0	39,0	43,0	18,5	70,0	26,0	40,0	44,0	34,0
Nº de días de precipitación	7,0	7,0	6,0	6,0	9,0	7,0	3,0	6,0	6,0	7,0	7,0	6,0
(****)	27,0	66,0	91,0	37,0	2,0	53,0	21,0	4,0	1,0	218,0	88,0	59,0

URRIES												
Temperatura máxima absoluta	16,0	15,0	20,0	30,0	33,0	35,0	37,0	37,0	33,0	27,0	18,0	13,0
Temperatura mínima absoluta	-6,0	-4,0	-4,0	-1,0	1,0	5,0	9,0	7,0	5,0	2,0	-2,0	-7,0
Tem. media de las máximas	8,8	9,2	10,8	14,7	19,2	24,5	27,9	26,7	23,1	16,1	11,8	7,1
Tem. media de las mínimas	1,9	3,6	3,2	5,7	8,6	12,3	17,8	16,8	14,1	6,6	2,0	0,7
Temperatura media	5,3	6,4	7,0	10,2	13,9	18,4	22,8	21,7	18,6	11,3	6,9	3,8
Precipitación media	29,6	43,9	80,9	39,9	76,6	40,8	43,8	42,3	58,9	51,8	54,8	80,5
Precp. máxima en 24 horas	15,0	20,0	67,0	34,0	82,0	23,0	35,5	40,0	50,0	36,0	31,0	60,0
Nº de días de precipitación	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0	7,0	5,0	6,0
(****)	2,0	38,0	104,0	31,0	5,0	35,0	16,0	5,0	4,0	175,0	90,0	100,0

BIESCAS												
Temperatura máxima absoluta	18,0	18,0	23,5	24,5	34,0	33,0	37,0	38,0	34,0	26,5	20,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-12,5	-9,0	-8,0	-6,0	-1,5	0,0	5,0	5,5	0,0	-4,0	-7,0	-10,0
Tem. media de las máximas	9,6	9,6	11,7	14,6	20,2	24,5	29,0	29,5	22,4	15,9	11,8	8,6
Tem. media de las mínimas	-3,0	-1,9	-1,2	1,7	6,1	9,0	11,4	12,4	8,1	2,9	-0,5	-2,4
Temperatura media	3,3	3,8	5,2	8,1	13,1	17,2	20,2	20,9	15,2	9,4	5,6	3,1
Precipitación media	95,7	71,1	97,9	62,7	120,6	78,9	39,8	91,9	102,6	100,2	117,8	33,8
Precp. máxima en 24 horas	63,0	24,2	51,2	28,5	35,8	83,0	19,4	37,0	36,0	50,4	66,7	64,5
Nº de días de precipitación	9,0	10,0	11,0	10,0	14,0	11,0	6,0	9,0	11,0	12,0	10,0	9,0
(****)	25,0	89,0	101,0	25,0	28,0	56,0	33,0	6,0	15,0	180,0	80,0	105,0

JACA												
Temperatura máxima absoluta	17,0	16,0	22,0	24,8	29,0	30,0	34,0	35,0	30,0	26,2	18,5	17,0
Temperatura mínima absoluta	-11,0	-8,0	-7,0	-4,8	-1,0	0,4	4,0	5,5	-1,0	-2,0	-6,6	-7,5
Tem. media de las máximas	9,5	9,9	11,6	15,2	19,1	23,6	26,7	27,7	21,3	15,5	11,8	8,5
Tem. media de las mínimas	-1,0	-0,2	0,5	2,3	5,9	9,7	11,6	12,9	9,5	3,9	1,3	-0,3
Temperatura media	4,2	4,8	6,0	8,7	12,5	16,6	19,1	20,3	15,4	9,7	6,5	4,1
Precipitación media	61,0	58,2	84,9	71,6	100,2	74,5	36,0	88,3	78,2	72,2	81,9	85,5
Precp. máxima en 24 horas	61,0	33,1	50,2	37,0	39,2	51,0	24,7	51,4	33,4	55,5	40,7	40,4
Nº de días de precipitación	8,0	11,0	10,0	12,0	13,0	8,0	6,0	7,0	9,0	9,0	10,0	9,0
(****)	13,0	86,0	103,0	16,0	30,0	52,0	25,0	6,0	12,0	134,0	89,0	142,0

BIEL												
Temperatura máxima absoluta	16,0	17,0	24,0	27,0	31,0	33,0	35,0	35,0	32,0	27,0	18,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-8,0	-6,0	-4,0	-2,0	1,0	3,0	4,0	7,0	4,0	4,0	-5,0	-7,0
Tem. media de las máximas	9,0	8,8	11,1	15,0	20,3	24,7	28,7	28,2	22,8	15,6	11,2	8,2
Tem. media de las mínimas	0,2	0,6	1,2	3,2	7,1	10,3	12,7	13,1	9,7	5,3	2,1	0,2
Temperatura media	4,6	4,7	6,1	9,1	13,7	17,5	20,7	20,6	16,2	10,4	6,6	4,2
Precipitación media	71,0	88,3	85,8	61,9	99,3	43,4	22,6	60,5	49,0	72,6	96,9	91,4
Precp. máxima en 24 horas	43,0	49,0	53,8	35,0	35,0	38,8	25,5	31,8	23,5	36,0	44,0	60,0
Nº de días de precipitación	8,0	10,0	10,0	7,0	10,0	6,0	5,0	6,0	7,0	9,0	9,0	7,0
(****)	5,0	67,0	98,0	36,0	8,0	59,0	24,0	4,0	10,0	217,0	76,0	72,0

HOSTAL DE IPIES												
Temperatura máxima absoluta	17,0	18,0	23,0	26,0	32,0	32,0	37,0	37,0	30,0	27,0	17,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-11,0	-11,0	-11,0	-8,0	-4,0	-1,0	4,0	5,0	-2,0	-7,0	-11,0	-11,0
Tem. media de las máximas	8,8	9,8	11,9	15,3	20,0	24,9	28,6	28,8	22,9	15,7	11,9	8,9
Tem. media de las mínimas	-3,8	-3,5	-2,9	0,7	6,2	9,5	13,2	12,4	8,4	2,2	-1,9	-3,4
Temperatura media	2,5	3,1	4,5	8,0	13,1	17,2	20,9	20,6	15,6	8,9	5,0	2,7
Precipitación media	35,5	43,6	67,9	68,0	78,6	82,1	30,8	72,2	91,8	40,9	49,1	62,9
Precp. máxima en 24 horas	32,0	21,5	48,4	32,0	32,0	41,0	17,8	85,5	52,5	28,0	30,0	38,0
Nº de días de precipitación	6,0	7,0	6,0	8,0	11,0	8,0	5,0	6,0	7,0	6,0	4,0	7,0
(****)	59,0	97,0	105,0	41,0	4,0	51,0	23,0	4,0	5,0	182,0	104,0	79,0

JAVIERREGAY

Temperatura máxima absoluta	16,0	16,0	22,0	25,0	30,0	31,0	36,0	36,0	32,0	22,0	19,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-10,0	-8,0	-6,0	-6,5	-1,0	-4,0	6,0	6,0	2,0	-3,0	-5,0	-8,0
Tem. media de las máximas	9,9	9,9	11,9	14,6	18,8	24,1	27,9	27,7	21,2	15,9	12,2	9,1
Tem. media de las mínimas	-0,5	0,1	0,4	2,3	6,5	9,7	11,5	13,1	8,7	5,0	1,5	-0,2
Temperatura media	4,7	4,9	6,1	8,4	12,6	16,9	19,7	20,4	14,9	10,4	6,8	4,4
Precipitación media	44,7	59,2	72,9	57,9	86,5	64,9	42,0	85,9	56,9	62,2	95,0	61,4
Precp. máxima en 24 horas	27,1	27,2	54,3	28,3	36,5	40,3	28,3	74,3	19,2	30,4	61,0	39,7
Nºde días de precipitación	8,0	10,0	8,0	9,0	11,0	10,0	7,0	7,0	7,0	11,0	9,0	7,0
(****)	13,0	89,0	101,0	24,0	32,0	50,0	26,0	3,0	10,0	222,0	64,0	79,0

LOARRE

Temperatura máxima absoluta	20,0	18,0	24,0	27,0	30,0	33,0	36,0	36,0	32,0	28,0	22,0	14,0
Temperatura mínima absoluta	-9,0	-8,0	-7,0	-5,0	0,0	3,0	7,0	8,0	3,0	-2,0	-8,0	-11,0
Tem. media de las máximas	10,7	10,6	13,3	16,0	20,0	25,9	29,5	29,1	13,4	18,0	13,9	10,4
Tem. media de las mínimas	-0,7	-0,2	0,9	3,3	7,4	10,8	13,7	14,1	10,5	5,3	1,9	0,0
Temperatura media	5,0	5,2	7,1	9,6	13,7	18,3	21,6	21,6	16,9	11,6	7,9	5,2
Precipitación media	38,9	59,2	62,1	54,7	59,8	59,1	15,9	50,2	70,9	53,2	52,0	52,5
Precp. máxima en 24 horas	22,5	41,3	44,0	28,0	30,0	41,5	16,0	28,0	51,0	73,5	42,5	22,0
Nºde días de precipitación	4,0	8,0	7,0	6,0	8,0	6,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0
(****)	14,0	75,0	104,0	40,0	6,0	38,0	22,0	3,0	2,0	228,0	65,0	72

ARATORES

Temperatura máxima absoluta	19,0	17,0	22,0	25,0	29,0	28,0	32,0	34,0	29,0	25,0	19,0	17,0
Temperatura mínima absoluta	-10,0	-10,0	-9,0	-8,0	-2,0	-1,0	4,0	5,0	0,0	-5,0	-8,5	-10,0
Tem. media de las máximas	9,9	9,7	11,3	13,8	18,1	22,2	25,4	25,8	20,2	14,9	12,0	9,6
Tem. media de las mínimas	-3,5	-2,2	-1,7	0,9	4,7	7,1	8,9	9,9	6,5	1,9	-0,9	-3,3
Temperatura media	3,2	3,7	4,8	7,3	11,4	14,6	17,1	17,8	13,3	8,4	5,5	3,1
Precipitación media	81,8	83,5	95,8	101,3	144,4	96,9	26,1	83,0	89,8	100,0	115,4	108,9
Precp. máxima en 24 horas	46,3	29,3	40,2	42,0	95,0	64,2	22,8	50,2	25,3	46,2	47,3	61,6
Nºde días de precipitación	8,0	9,0	10,0	10,0	10,0	9,0	5,0	6,0	10,0	10,0	10,0	7,0
(****)	45,0	95,0	108,0	11,0	15,0	53,0	30,0	8,0	19,0	181,0	77,0	107,0

NUENO

Temperatura máxima absoluta	18,0	17,0	21,0	23,0	29,0	31,0	35,0	35,0	31,0	26,0	19,0	15,0
Temperatura mínima absoluta	-10,0	-9,0	-6,0	-2,0	2,0	5,0	10,0	11,0	6,0	-1,0	-5,0	-9,0
Tem. media de las máximas	9,5	9,3	11,5	14,2	19,7	24,7	28,5	28,1	22,5	16,5	12,3	8,6
Tem. media de las mínimas	1,1	1,6	2,6	4,6	9,7	13,3	16,0	16,4	12,2	7,2	3,4	0,4
Temperatura media	5,3	5,4	7,0	9,4	14,7	19,0	22,2	22,2	18,7	11,8	7,8	4,5
Precipitación media	33,8	56,8	89,7	57,7	69,5	75,1	32,8	54,8	55,4	54,4	52,5	61,8
Precp. máxima en 24 horas	18,0	25,5	51,5	21,5	57,3	52,0	27,7	48,8	34,0	53,0	53,1	25,4
Nºde días de precipitación	5,0	6,0	8,0	7,0	7,0	7,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	7,0
(****)	6,0	45,0	111,0	27,0	6,0	39,0	23,0	3,0	2,0	222,0	89,0	54,0

RASAL

Temperatura máxima absoluta	17,0	16,0	25,0	25,0	27,0	30,0	34,0	34,0	32,0	29,0	24,0	19,0
Temperatura mínima absoluta	-7,0	-6,0	-7,0	-5,0	0,0	3,0	6,0	4,0	2,0	1,0	-5,0	-6,0
Tem. media de las máximas	12,5	11,9	14,4	15,8	20,0	25,2	29,9	29,4	24,2	21,5	15,5	13,1
Tem. media de las mínimas	-3,2	-1,1	-0,5	1,6	4,1	6,0	8,4	8,4	5,8	3,8	0,5	-1,5
Temperatura media	4,6	5,4	6,9	8,7	12,0	15,6	19,1	18,9	15,0	12,6	8,0	5,8
Precipitación media	39,2	86,6	74,8	57,3	81,5	75,8	18,0	85,4	68,8	56,8	66,8	58,6
Precp. máxima en 24 horas	22,0	65,0	52,0	34,0	37,0	60,0	14,0	60,0	43,0	35,0	59,0	30,0
Nºde días de precipitación	4,0	6,0	6,0	5,0	3,0	6,0	2,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0
(****)	20,0	72,0	137,0	34,0	2,0	34,0	21,0	6,0	2,0	249,0	75,0	41,0

UNCASTILLO

Temperatura máxima absoluta	18,0	19,0	24,0	29,0	33,0	37,0	39,0	41,0	34,0	30,0	21,0	20,0
Temperatura mínima absoluta	-8,0	-8,0	-5,0	-3,0	0,0	3,0	7,0	6,0	2,0	-2,0	-5,0	-11,0
Tem. media de las máximas	9,9	10,2	13,1	16,1	21,8	27,3	30,9	30,6	22,8	15,5	12,1	9,0
Tem media de las mínimas	-0,5	0,5	0,8	3,5	7,8	10,8	13,3	14,2	9,6	5,8	2,1	0,0
Temperatura media	4,7	5,3	6,9	9,8	14,8	19,0	22,1	22,4	16,2	10,6	7,1	4,5
Precipitación media	28,4	48,5	54,4	40,5	65,4	39,4	33,8	51,6	52,4	50,3	66,9	38,9
Precp. máxima en 24 horas	11,5	21,5	44,0	27,5	30,0	23,0	33,0	26,0	23,0	27,8	27,0	27,0
Nºde días de precipitación	9,0	9,0	8,0	9,0	9,0	7,0	6,0	5,0	7,0	11,0	10,0	6,0
(****)	13,0	73,0	94,0	60,0	24,0	54,0	16,0	1,0	9,0	206,0	74,0	85,0

BALNEARIO - PANTICOSA

Temperatura máxima absoluta	13,0	14,0	18,0	18,0	24,0	23,5	28,0	29,0	24,0	22,0	18,0	14,0
Temperatura mínima absoluta	-10,0	-11,0	-13,5	-10,0	-5,0	-2,0	3,0	4,0	0,0	-5,0	-6,0	-15,0
Tem. media de las máximas	6,1	4,5	4,4	7,3	11,3	16,5	20,4	18,3	15,0	10,1	6,7	4,9
Tem. media de las mínimas	-2,3	-3,5	-3,6	-1,2	2,9	6,4	9,2	10,5	6,5	2,0	0,1	-0,9
Temperatura media	1,9	0,5	0,4	3,0	7,1	11,4	14,8	14,4	10,7	6,0	3,4	2,0
Precipitación media	142,8	117,7	153,1	83,7	145,6	108,8	69,1	106,5	133,3	122,8	185,3	138,9
Precp. máxima en 24 horas	72,0	29,0	66,0	34,0	36,0	93,0	43,0	58,0	46,0	47,0	58,0	52,0
Nº de días de precipitación	10,0	12,0	15,0	13,0	14,0	12,0	9,0	11,0	13,0	11,0	11,0	10,0
(****)	51,0	112,0	40,0	0,0	15,0	75,0	39,0	11,0	63,0	170,0	73,0	122,0

SABIÑANIGO

Temperatura máxima absoluta	17,4	19,0	21,0	26,0	33,0	32,0	35,8	37,0	32,0	27,2	20,2	18,0
Temperatura mínima absoluta	-9,0	-7,6	-7,4	-6,0	-2,0	-1,0	4,0	5,6	0,0	-5,0	-8,8	-9,2
Tem. media de las máximas	10,9	11,1	11,7	15,6	19,8	24,7	28,9	28,9	23,1	17,7	12,9	9,7
Tem. media de las mínimas	-3,4	-1,8	-2,0	0,9	5,3	8,3	11,5	11,9	7,5	1,2	-2,1	-4,0
Temperatura media	3,7	4,6	4,8	8,2	12,5	16,5	20,2	20,4	15,3	9,4	5,4	2,8
Precipitación media	61,3	39,9	81,3	61,2	86,0	85,7	30,7	72,1	77,1	58,3	68,3	77,5
Precp. máxima en 24 horas	25,6	15,7	43,8	23,4	27,2	48,0	19,0	51,6	35,8	35,6	49,8	32,4
Nº de días de precipitación	8,0	11,0	10,0	11,0	13,0	11,0	6,0	8,0	9,0	10,0	8,0	10,0
(****)	45,0	89,0	101,0	32,0	33,0	55,0	25,0	3,0	13,0	196,0	92,0	77,0

YESA

Temperatura máxima absoluta	17,0	17,0	21,0	29,0	34,0	35,0	39,0	40,0	35,0	29,0	21,0	16,0
Temperatura mínima absoluta	-3,0	-4,0	-2,0	-1,0	3,0	6,0	10,0	9,0	5,0	1,0	-3,0	-5,0
Tem. media de las máximas	10,1	10,6	11,5	15,8	19,7	24,7	29,2	29,7	23,8	17,9	12,4	8,1
Tem. media de las mínimas	3,0	3,7	4,2	6,8	10,9	13,7	15,8	16,7	13,5	8,4	5,3	2,8
Temperatura media	6,5	7,1	7,8	11,3	15,3	19,2	22,5	23,2	18,6	13,1	8,8	5,4
Precipitación media	51,5	67,5	102,0	64,6	85,0	34,5	35,8	55,0	72,9	76,9	104,5	54,3
Precp. máxima en 24 horas	20,0	23,0	63,0	45,0	39,0	25,0	44,0	35,0	40,0	30,0	45,0	27,0
Nº de días de precipitación	8,0	10,0	10,0	8,0	8,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	10,0	8,0
(****)	1,0	22,0	99,0	36,0	1,0	66,0	22,0	5,0	4,0	198,0	62,0	105,0

INSTITUTO DE ESTUDIOS PIRENAICOS  
del  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

*Director:*

ENRIQUE BALCELLS ROCAMORA

*Secretario:*

CARLOS-ENRIQUE MARTI-BONO

*Vocales del Consejo Técnico:*

Excmo. Sr. D. LUIS SOLE SABARÍS; Excmo. Sr. D. JOSE MANUEL CASAS-TORRES;  
Excmo. Sr. D. JOSE MARIA LACARRA DE MIGUEL; Excmo. Sr. D. JUAN-ANTONIO  
CREMADES ROYO; Excmo. Sr. D. MIGUEL SANCHO IZQUIERDO

*Toda la correspondencia dirigirla al:*

INSTITUTO DE ESTUDIOS PIRENAICOS  
Apartado 64, Jaca (provincia de Huesca) (España)



El 4 de octubre de 1967, con situación foehn, el macizo del Collarada y Peña Telera desde la cumbre de Oroel. El frente nuboso presentaba distinto desarrollo más al E., como puede verse en la fotografía reproducida en la sobrecubierta.

I

C

E  
E

“...le météorologiste analyse, en physicien, la température, les précipitations, le vent, etc. Le géographe, au contraire, veut connaître la résultante, le complexe déterminé par l'organisation interne des ces éléments...”  
PEDELABORDE, P., 1957: *Le climat du Bassin Parisien*.  
Editions Génin, 359 pp. Paris (p. 42).

## SUMARIO

1. *Preámbulo*. — 2. *Aspectos generales del relieve*: Breve descripción de las unidades. — 3. *Factores genéricos del clima altoaragonés*: A) Circunlación general. B) Situación entre dos mares. C) Función del relieve. — 4. *Aspectos metodológicos*: A) Nuestro enfoque regional. B) Datos en que se apoya el estudio. C) Explicación del método. — 5. *Tipos de tiempo en primavera*: A) Anticiclónicos: a. muy fríos y sin precipitaciones; b. fríos con precipitaciones; c. fríos y sin precipitaciones; d. templados con precipitaciones; e. templados sin precipitaciones; f. cálidos con precipitaciones; g. cálidos sin precipitaciones; h. muy cálidos sin precipitaciones. B) Ciclónicos: a. muy fríos con precipitaciones; b. muy fríos sin precipitaciones; c. fríos con precipitaciones; d. fríos sin precipitaciones; e. templados con precipitaciones; f. templados sin precipitaciones; g. cálidos con precipitaciones; h. cálidos sin precipitaciones. C) Resumen general de los tipos de tiempo en primavera. — 6. *Tipos de tiempo en verano*: A) Anticiclónicos: a. templados sin precipitaciones; b. cálidos con precipitaciones; c. cálidos sin precipitaciones; d. muy cálidos con precipitaciones; e. muy cálidos sin precipitaciones. B) Ciclónicos: a. cálidos con precipitaciones; b. cálidos sin precipitaciones; c. muy cálidos con precipitaciones; d. muy cálidos sin precipitaciones. C) Resumen general de los tipos de tiempo en verano. — 7. *Tipos de tiempo en otoño*: A) Anticiclónicos: a. muy fríos sin precipitaciones; b) fríos sin precipitaciones; c. templados con precipitaciones; d. templados sin precipitaciones; e. cálidos con precipitaciones; f. cálidos sin precipitaciones; g. muy cálidos sin precipitaciones. B) Ciclónicos: a. muy fríos con precipitaciones; b. muy fríos sin precipitaciones; c. fríos con precipitaciones; d. fríos sin precipitaciones; e. templados con precipitaciones; f. templados sin precipitaciones; g. cálidos con precipitaciones; h. cálidos sin precipitaciones; i. muy cálidos sin precipitaciones. C) Resumen general de los tipos de tiempo en otoño. — 8. *Tipos de tiempo en invierno*: A) Anticiclónicos: a. muy fríos con precipitaciones; b. muy fríos sin precipitaciones; c. fríos con precipitaciones; d. fríos sin precipitaciones; e. templados con precipitaciones; f. templados sin precipitaciones; g. cálidos sin precipitaciones. B) Ciclónicos: a. muy fríos con precipitaciones; b. muy fríos sin precipitaciones; c. fríos con precipitaciones; d. fríos sin precipitaciones; e. templados con precipitaciones. C) Resumen general de los tipos de tiempo en invierno. — 9. *Resumen anual de los tipos de tiempo*. — 10. *Duración y frecuencia media de cada tipo de tiempo*: A) En primavera. B) En verano. C) En otoño. D) En invierno. — 11. *Contribución de cada flujo a la precipitación total*. — 12. *Ensayo de clasificación climática*: A) Introducción. B) Metodología y variables introducidas. C) Valores de cada componente. D) Análisis de la varianza. E) Ejes segundo, tercero y cuarto. Valores medios para cada año. F) Eje primero. G) Desviación de la regresión con al altitud. H) Ejes primero y quinto. Sus relaciones con la vegetación. I) Características de las temperaturas y precipitaciones en su conjunto. — 13. *Algunos aspectos de la incidencia del clima sobre las actividades primarias y turísticas*: A) El período vegetativo. B) Régimen pluviométrico de precipitaciones intensas. C) Innivación. D) Año secos y años húmedos en el cultivo de las paúles y coronas de la Depresión Media. E) Déficit de humedad estival. F) Aprovechamiento de prado de siega. G) Rastrojeras. H) Otros aspectos climático-turísticos. — 14. *Publicaciones citadas*. — 15. *Anexo*.

\* Instituto de Estudios Pirenaicos (C.S.I.C.) y Departamento de Geografía de la Universidad de Navarra.

## 1. PREÁMBULO

El estudio del medio físico que nos rodea es de la mayor importancia, no sólo para la explicación de muchos caracteres dentro del marco de la biosfera, sino también para la comprensión y ordenación de un territorio. Dentro de este medio físico, los aspectos climáticos están íntimamente entremezclados con los hechos que se producen en la vida diaria, lo cual se manifiesta a través de una serie de acciones y reacciones entre el ser y el medio. En cierto sentido puede decirse que el medio externo es parte integrante del ser vivo y, tanto para los animales terrestres como para las plantas, dicho medio viene dado por el suelo y la atmósfera.

Por ello, es fundamental un conocimiento lo más exacto posible de los aspectos climáticos, tanto de su desenvolvimiento general como de sus variedades locales más representativas, dada la importancia que estos factores ejercen sobre la ecología de una región, especialmente si es montañosa.

Un proceso tan fugaz y pasajero como es el tiempo no puede describirse sino a base de una abstracción de los hechos diarios (CREUS-NOVAU, 1975), sintetizando los rasgos que le caracterizan, sin que por ello pasemos al campo de lo irreal. Así sucedería si describiéramos unos elementos con más o menos coherencia pero sin hilazón necesaria entre ellos. Enfocado de este modo, nuestro objetivo será encontrar un dominante, un aglutinador, alrededor del cual ordenar —con relación a esta síntesis— los variados elementos que componen el clima. La nueva metodología de los “Tipos de tiempo” basada en el estudio de las “masas de aire”; puede ocupar este puesto, aunque no por ello debemos olvidar los aspectos clásicos de una climatología estadística.

Resulta pues, fundamental, el estudio coordinado de masas de aire que hasta allí lleva la circulación atmosférica con el de la influencia de la orografía local sobre ellas. Dicho planteamiento no puede ser más real y simple a la vez y, así sería si, todos estos procesos obedecieran a unas constantes en el tiempo: su análisis en el espacio no encerraría mayores dificultades. Ahora bien, aún intentando simplificar estos estudios resultan siempre prolijos y complicados por la multitud de fenómenos meteorológicos que hay que analizar y las circunstancias a tener en cuenta para explicarlos (CASAS TORRES, 1960).

Tradicionalmente se habían separado los conceptos de Climatología y Meteorología; ambas ciencias, en el sentido de la frase de Pédelaborde que encabeza el presente estudio, han sido tratadas por parte de profesionales de bien distinta formación. El físico analiza y en cierta manera intenta explicar causas de estados de tiempo en función o no de su predicción. Al geógrafo le interesan sobre todo los resultados, pudiendo así definir los rasgos generales del clima en función de su distribución.

Para el biólogo el clima interesa como un factor limitante más, incidiendo en seres vivos, su desarrollo, producción y condiciones residenciales. La Bioclimatología surge así como una importante faceta de las Ciencias Ambientales que permite apreciar las posibilidades y limitaciones de la vida y también, una mejor y adecuada utilización de los recursos bióticos cara al hombre.

El simple estudio estadístico de los factores climáticos anuales de un lugar ha permitido, tradicionalmente y por métodos comparados, la definición de tipos de clima a pequeña escala. Sin embargo al ampliarse las escalas, se ha visto p. ej.: que no iguales valores promedios de un mismo factor permitirían tipos de vida similares ni tampoco el establecimiento de biotas comunes.

La relación íntima entre la existencia de biotas y los recursos climáticos, la consideración del clima como factor general limitante de los distintos seres vivos (es decir la Bioclimatología), ha permitido no sólo ordenar el estudio del clima de una forma más operativa sino también extrapolar a gran escala y con más detalle el clima de distintos sectores relativamente pequeños de la superficie terrestre (Climatología regional y Topoclimatología). Los mapas fitoclimáticos representativos de las biocenosis potenciales y sus distintas facetas permiten así, un adecuado apoyo para el estudio de la distribución de los recursos y evaluar a su vez las posibilidades de aprovechamiento por el hombre.

La evolución del tiempo atmosférico estacional ofrece, en el interior de los continentes, alteraciones de todo orden; por una parte intra-anales: el proceso de la estación primaveral no es sucesivo, sino que presenta avances y retrocesos inesperados sorprendiendo a los seres vivos y afectándoles en momentos, a veces, sumamente críticos. Dichas alteraciones del ritmo estacional no se repiten tampoco todos los años. Unas y otras inciden en los recursos genéticos de los biotas, que reaccionan manteniendo poblaciones de gran heterogeneidad y así pueden a su vez perdurar como especies, frente a las variaciones súbitas e imprevisibles de los estados de tiempo atmosférico regional.

El cálculo estadístico adquiere en climatología una nueva faceta referida al estudio de la probabilidad, repetición, duración y distribución anual de las situaciones. Su estudio alcanza hoy solamente a los aspectos descriptivos de las causas de tales situaciones de tiempo, pero indudablemente está en la línea de la futura previsión a largo plazo, que quizás algún día permita tomar las oportunas previsiones sobre el plan anual de gestión de los cultivos con ciertas probabilidades de acierto (como las facilitadas por la firma Irving P. Krick Associates, Inc., de Palm Springs en California).

Las referidas situaciones afectan de manera amplia y diferente según las regiones, la forma de los continentes y la latitud geográfica (Previsiones Meteorológicas para Asistencia Agropecuaria Regional).

Sin embargo, dentro de la misma región no se distribuye uniformemente el efecto de las referidas situaciones generales y la trayectoria de las mismas sufre alteraciones profundas y más todavía cuando se trata de regiones muy accidentadas que ofrecen compleja acción de pantalla a los frentes y flujos climáticos. El estudio de los referidos efectos que permiten tener en cuenta posibles acciones y el cálculo de su probabilidad de producirse, no sólo permiten explicar las variaciones espaciales de recursos de todo orden en el mosaico denso de los países montañosos y las alteraciones interanuales en el ciclo de producción en los seres vivos, sino también colaborar a defendernos de ellas y así tomar previsiones oportunas.

El conocer los efectos de determinadas situaciones predichas a corto plazo y la probable repetición de ciertas situaciones generales, pueden ser materia útil para desarrollar y fomentar la discusión local del tema mediante comentarios sociales de notable interés para la intensificación de la producción montana y contribuir al diario quehacer.

Para el estudio ecológico del Alto Aragón occidental y sus recursos, se ha dedicado especial atención a la evaluación estadística del clima, aprovechando los datos existentes. En 1966 se publicó un primer esbozo de ese orden. Más adelante y de manera sucesiva se estableció un plan de observatorios meteorológicos formando una red relativamente densa y con disposición estratégica adecuada, permitiendo así poder juzgar las interferencias de la topografía al paso de los flujos. Para ello hubo que contar con las posibilidades en personas e instituciones desigualmente repartidas (guardas de ICONA, empresas hidroeléctricas y turísticas,

puestos de F.F.A.A., diversos particulares). Dicho plan fue establecido en el amplio marco de los servicios del Instituto Nacional de Meteorología y con su estrecho asesoramiento.

El referido plan se halla en fase de ejecución y se espera alcance una vigencia de diez años para proceder a su detallado estudio.

Mientras tanto, se ha elaborado un mapa fitoclimático (acompañado de su correspondiente memoria) de utilidad para el estudio de conjunto, se han realizado estudios bioclimáticos referidos al ciclo biológico de especies y biocenosis, se organizó en Jaca una reunión del Grupo de Trabajo de Climatología en 1975 (cuyas actas se han publicado ya) y se realizaron estudios específicos de interés topo y microclimático.

La monografía que hoy se ofrece se refiere al estudio de la incidencia y su distribución anual cuali-cuantitativa de las diversas situaciones estacionales, con arreglo a las diferentes combinaciones de presión, temperatura y precipitación en el territorio alto aragonés occidental.

Las aportaciones aquí realizadas, no solamente son útiles para el estudio especulativo ulterior de la biología de especies, sino que también afectan directamente al hombre, a la explotación de los recursos, a las condiciones necesarias de su habitación, "confort", actividades lúdicas y de salud. Cabe esperar así, que este interés alcance diversos aspectos desarrollables y pueda ser utilizado por agricultores, arquitectos, empresas turísticas, para ordenación del territorio, etc. En el último capítulo se ofrecen sólo algunos ejemplos de dichas posibilidades.

## 2. ASPECTOS GENERALES DEL RELIEVE

Sin pretender entrar en detalles de tipo geológico y litológico se señalan las líneas generales del relieve tanto en cuanto ayuden a comprender algunos de los hechos climáticos expuestos en los sucesivos capítulos.

Los factores orográficos los modifican de tal manera (apartado 3. C) que sin su conocimiento muchos rasgos —más o menos generales, más o menos locales— escaparían a nuestra comprensión: fenómenos del tipo embalsamientos, efectos barrera, orientaciones, frotamiento sobre el suelo, distintas capacidades caloríficas, etc. dan lugar a una gran variabilidad espacial de los elementos del clima.

El Alto Aragón occidental queda perfectamente enmarcado por las cuatro grandes unidades morfológicas que de norte a sur lo constituyen; Pirineo Axil, Sierras Interiores, Depresión Media o Canal de Berdún y Sierras Exteriores y Prepirenaicas.

Su límite oriental lo constituye la divisoria de aguas Ara-Gállego, siendo la provincia de Navarra la que lo delimita por la parte occidental. El límite septentrional viene dado por la frontera con Francia y el meridional por la línea de piedemonte que pasa al sur de las Sierras Exteriores prepirenaico-oscenses.

Su configuración geométrica, casi rectangular, abarca una superficie aproximada de unos 4.000 km<sup>2</sup> pertenecientes —administrativamente— al NW de la provincia de Huesca y N de la de Zaragoza; situada entre los 42°-10' y 42°-40' de latitud norte y los 0°-10' y 1°-10' de longitud oeste (M. G.) en la vertiente meridional de los Pirineos centro-occidentales.

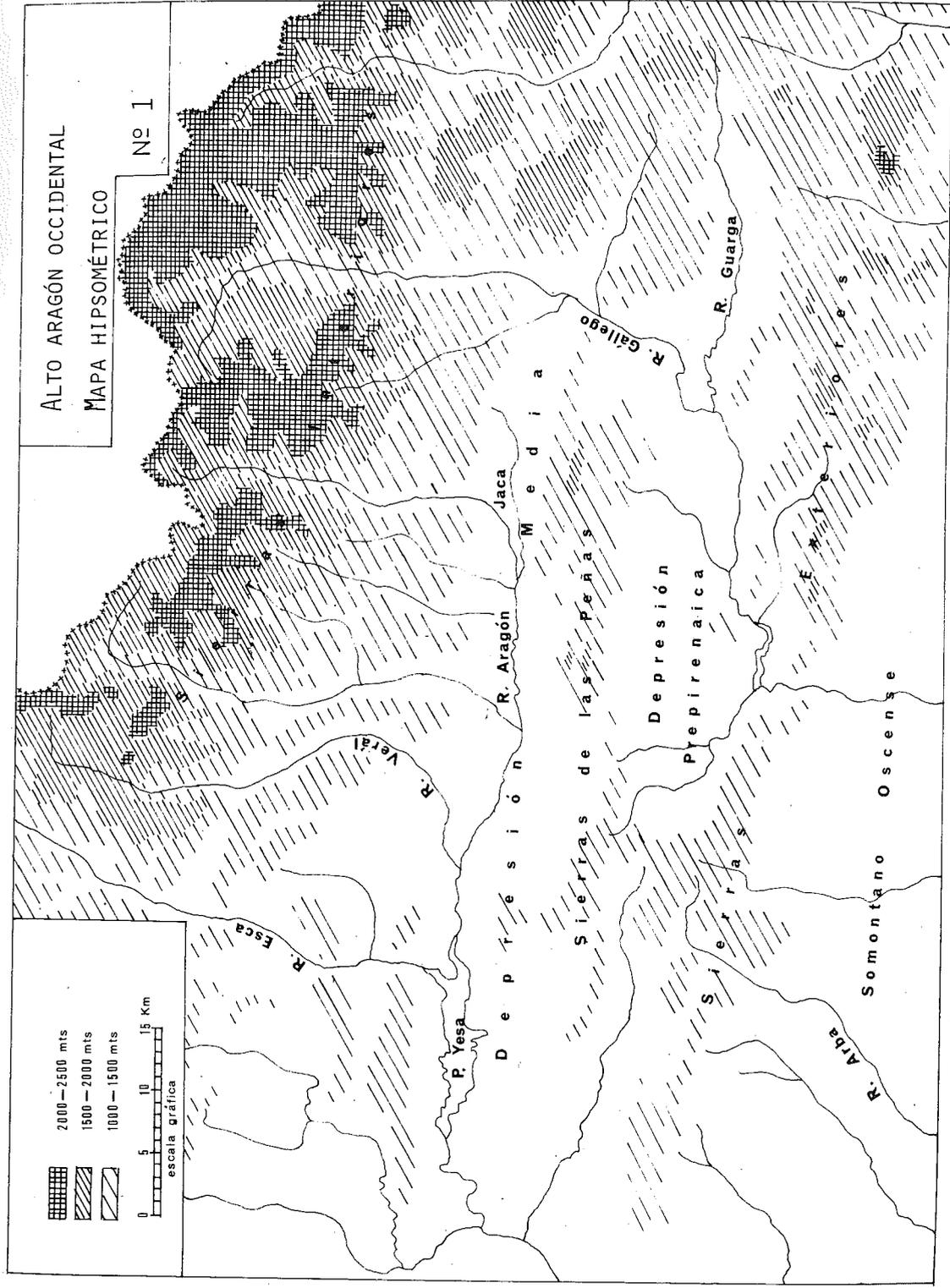
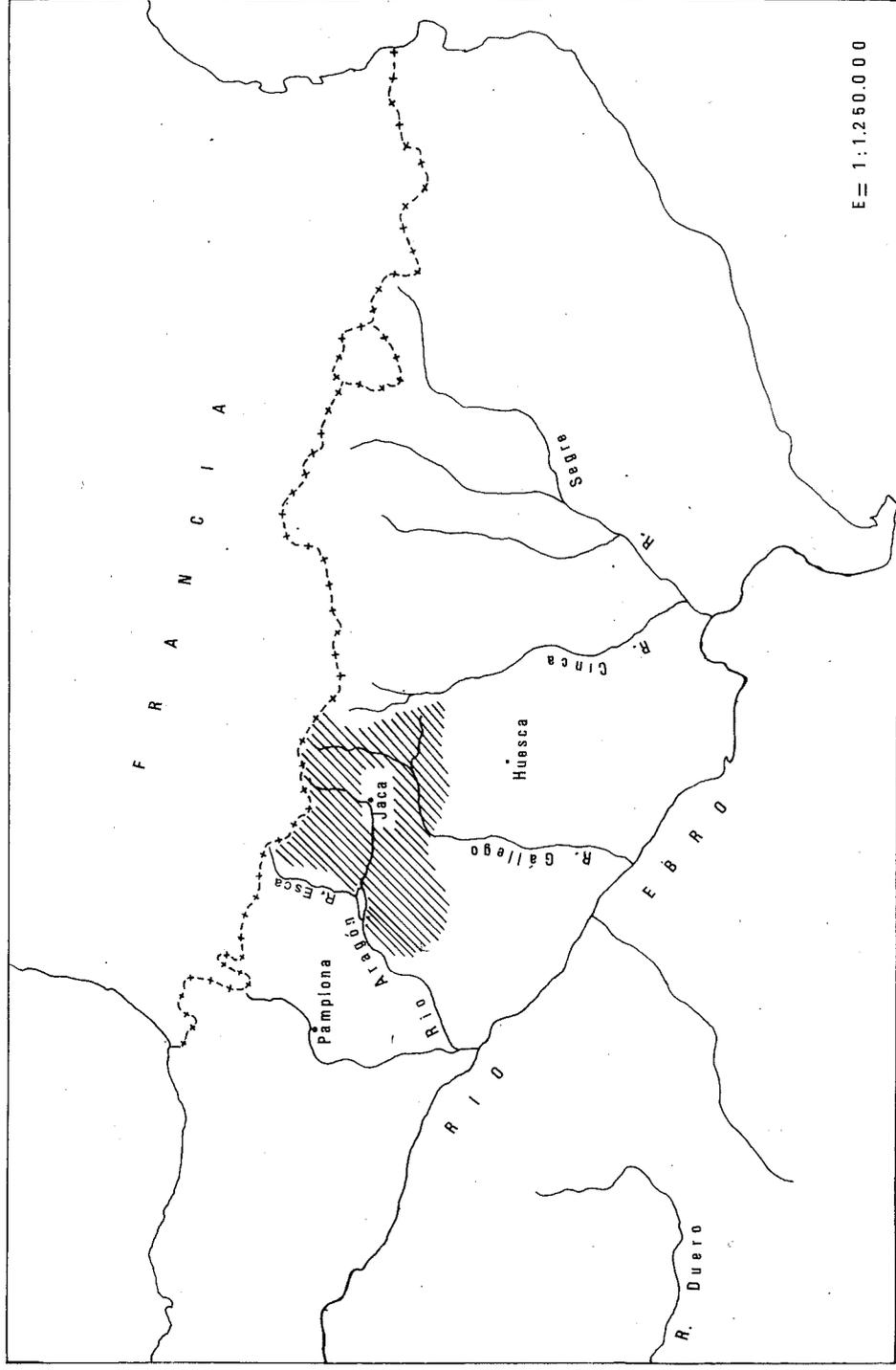
El conjunto, constituye un territorio montañoso, casi carente de superficies horizontales<sup>1</sup> y con grandes contrastes de altitud. Sus cotas varían entre los 600 m. s/M —en su extremo occidental— y los 2.886 m. s/M correspondientes al Pico de Collarda, en el centro-norte de la misma.

Aparte de estos contrastes hipsométricos cabe destacar también su elevada altitud media: el 50 % de la superficie está por encima de los 1.000 m. de altitud, el 20 % supera los 1.500 m. y el 10 % sobrepasa los 2.000 m. sin olvidar que todo el nordeste está coronado por un techo superior a los 2.500 m. aunque sólo represente el 1 % de la superficie total.

Desde la cadena fronteriza hasta el somontano oscense —ya en plena depresión del Ebro—, se escalonan una serie de relieves de dirección oeste-este que gradualmente van descendiendo en altitud.

<sup>1</sup> Excepción de la Depresión media —en que el río Aragón ha desarrollado un sistema de terrazas— y algún otro punto de origen aluvial a orillas del río Gállego.

SITUACIÓN DEL ALTO ARAGÓN OCCIDENTAL.



*Breve descripción de las unidades.* — Siguiendo un criterio topográfico, de norte a sur delimitaremos las siguientes unidades (SOLER y PUIGDEFABREGAS, 1970 y 1972).

—Los relieves calizos de las Sierras Interiores, formados por materiales cretácicos y eocénicos, constituyen una notable barrera dada su altitud media superior a los 2.000 m. Al norte de estas sierras se extiende el Pirineo Axil constituido por materiales pizarrosos paleozoicos mucho más erosionables. Por este motivo su altitud media es inferior, facilitando la penetración de los vientos del NW, pero que a su vez quedan frenados por las crestas más elevadas de las Sierras Interiores calizas.

—Entre éstas y las Sierras Exteriores se extiende una amplia Depresión Media constituida tectónicamente por un sinclinal terciario, apoyado en la línea meridional de terrenos secundarios que constituyen las Sierras Exteriores.

Litológicamente esta depresión, está delimitada al norte por una banda de flysch, muy homogénea, con predominio de relieves ondulados a excepción de los puntos en que afloran barras calizas. Dichas barras dan origen a foces al ser atravesadas por los ríos con dirección N-S hasta su desembocadura en el Aragón, ya en plena depresión.

Su parte central está recorrida por el citado río, asentado sobre las margas azules eocénicas, más blandas y débiles que los terrenos de flysch al norte y la serie continental oligocénica al sur. En ella, es notable el importante desarrollo que adquieren los terrenos cuaternarios a través de un extenso sistema de glaciares y terrazas. Depresión Media (Canal de Berdún y Val Ancha) totalmente abierta a occidente, y en consecuencia, a los vientos procedentes del NW. Su extremo oriental queda cerrado por el Cotejablo, pieza del anticlinal de Boltaña de dirección norte-sur. El límite sur de esta depresión, viene dado por una serie molásica con relieves de pudingas que da origen a las sierras de Oroel, San Juan de la Peña, etc.

A partir de las sierras de las Peñas y hasta las Sierras Exteriores se extienden una serie de depresiones y alineaciones montañosas que pueden calificarse con el apelativo común de Sierras Prepirenaicas. En general, su litología está formada por arcillas y areniscas que alternan con formaciones calcáreas. Esta últimas constituyen el flanco meridional prepirenaico. Su altitud media es menor en la parte oeste (Sierra de Santo Domingo), que en la este (Sierra de Guara).

En su conjunto, el relieve altoaragonés se dispone en dirección oeste-este, y, en consecuencia, opuesto tanto a los flujos del NW y NE como a los del SE y SW. Su disposición abierta al W deja penetrar fácilmente los que provienen de esta dirección, pero, según dominan unos u otros el comportamiento climático será distinto en los extremos de la zona.

### 3. FACTORES GENÉTICOS DEL CLIMA ALTOARAGONÉS

Como bien señala Max Sorre (1949) "la originalidad climática de los Pirineos consiste menos en la distribución de la temperatura que en la importancia y distribución de las lluvias. Ello se debe a su orientación con respecto a los centros atmosféricos, cuya acción determina los cambios de tiempo en Europa occidental". Los vientos cargados de humedad debidos a la sucesión de las depresiones atlánticas son relativamente frecuentes en su parte septentrional. Por el contrario, la vertiente sur, aun durante la época en que el frente polar alcanza su posición más meridional, se halla bajo una gran dependencia del anticiclón de Azores.

En consecuencia, los Pirineos presentan unos contrastes debidos principalmente a la exposición a los vientos lluviosos. Además de la oposición entre los matices dominados por la influencia atlántica que afecta a la parte occidental y los mecanismos de filiación mediterránea que dominan en la parte oriental, se añaden las características derivadas de la situación de abrigo, propias de la vertiente sur. A todo ello hay que añadir la proximidad de los efectos continentales peninsulares y los matices derivados de la altitud.

Desde el punto de vista de la dinámica atmosférica, en el Alto Aragón se da una amplia convergencia de procesos, gracias a la confluencia de masas de aire con caracteres originales muy distintos, si bien parcialmente transformadas durante su recorrido y por la orográfica local.

A) *La circulación general.* — Existen factores que podríamos llamar extrínsecos y que condicionan fuertemente el clima de un lugar. Son los debidos al juego de las masas de aire que se desplazan, aportando calor, frío, humedad, etc., propios de las regiones donde proceden o bien adquiridos en su desplazamiento. El planteamiento consiste en saber cuál es la situación de un lugar respecto de la circulación aérea.

El movimiento de traslación en latitud de la posición normal del frente polar<sup>2</sup>, está muy relacionado con la marcha anual de las precipitaciones, que conlleva el progreso o retirada del Anticiclón de Azores.

<sup>2</sup> PEDELABORDE señala los 45-60°, frente a los 42°-40' que pueden servir como límite septentrional del Alto Aragón: *Une exemple de circulation atmosphérique régionale. La circulation sur l'Europe occidentale. Annales de Géographie*, núm. 334, p. 401-417, Paris, 1953, p. 402.

Estos desplazamientos ocurren de modo oscilante durante el otoño y principios de invierno —avance hacia el sur— y la primavera y principios de verano —retroceso hacia el norte—. En consecuencia se crean dos épocas de inestabilidad que corresponden con los máximos de precipitación en nuestra zona.

Aun suponiendo que este movimiento fuera muy regular todos los años, no implicaría una estrecha relación con la llegada de los tipos de tiempo perturbados. Muchas familias de borrascas no toman la dirección oeste-este, sino que pueden derivar del NW según que el frente polar se muestre más o menos ondulado. Esta mayor o menor amplitud de onda hace que las depresiones tomen una dirección más paralela o más meridiana. De lo cual se puede deducir que el descenso del frente polar en invierno no supone necesariamente un aumento de tiempos perturbados, pues si disminuye su velocidad puede ondularse y dar una dirección más submeridiana a las familias de borrascas. Con una trayectoria de este tipo, nuestra zona queda a sotavento de la cadena montañosa.

En nuestras latitudes domina un régimen típico del W cuando el chorro es rápido y sin inflexiones; si la velocidad disminuye se forman ondas que se acentúan después y algunas se destacan como células que darán origen a anticiclones y depresiones dinámicas al N y S, respectivamente, de dicha corriente. Finalmente, una circulación más lenta se transforma en otras secundarias con predominio de los movimientos celulares sobre los zonales.

Estos centros de acción se convierten en auténticos artifices de la circulación atmosférica, ya que al dirigir las masas de aire tienden a compartimentar la circulación zonal, definiendo así los campos de presión.

En las figuras 2 y 3 puede observarse los centros más característicos y las trayectorias más frecuentes que rigen las perturbaciones influenciadas por estos centros. Para su comentario seguiremos a Pédelaborde el cual explica las características de cada uno de estos frentes (p. 109 y 110).

- Frente polar atlántico (FP)*. — Separa el aire polar del aire tropical. Suele ocupar todas las situaciones en latitud desde el paralelo 35° al 65°. Puede orientarse en dirección SW-NE, NW-SE, N-S, S-N, etc., según se sitúan los centros de acción.
- Frente ártico (FA)*. — Creado entre el aire de la cuenca ártica y el aire menos frío que circula por el Atlántico hacia el paralelo 60°, llamado aire polar. Suele actuar entre Islandia y Spitzberg, pero puede descender hasta el Mediterráneo, con la posibilidad de poner en contacto directo el aire ártico con el tropical. Cuando esto sucede son probables fuertes caídas de nieve.
- Frente polar derivado (FPD)*. — Orientado de NW a SE, se establece cada vez que el centro de acción atlántico aparece más activo que los centros de acción europeos.
- Frente mediterráneo (Fm1)*. — Separa el aire polar continental frío que desciende de Europa del aire mediterráneo templado, en invierno.

FIG. 2. CENTROS DE ACCIÓN POSITIVOS Y NEGATIVOS (SEGÚN P. PÉDELABORDE)

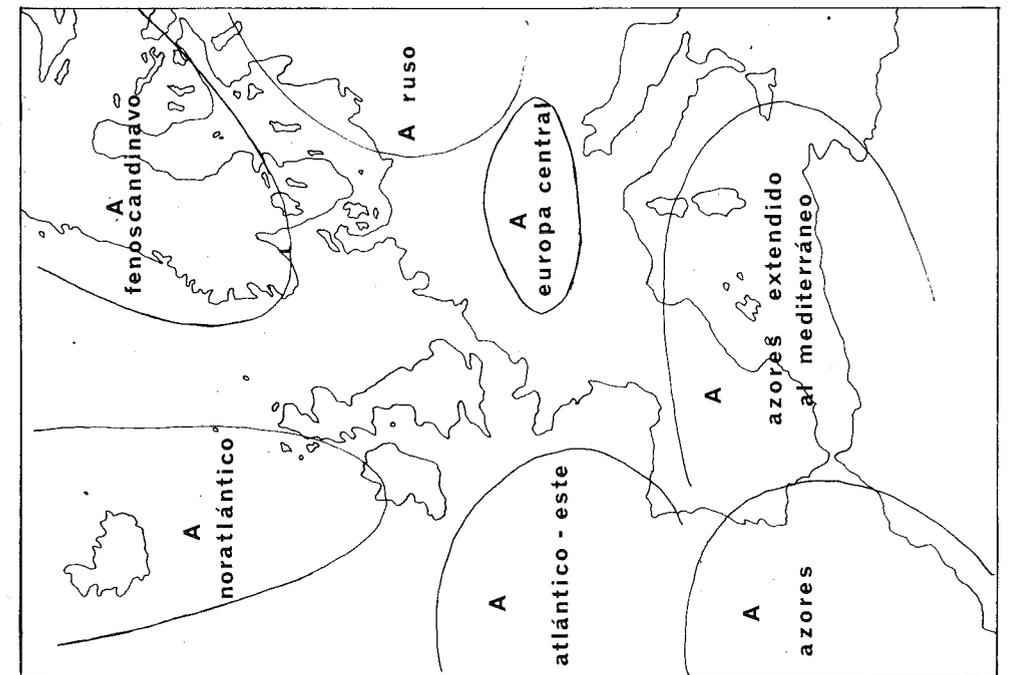
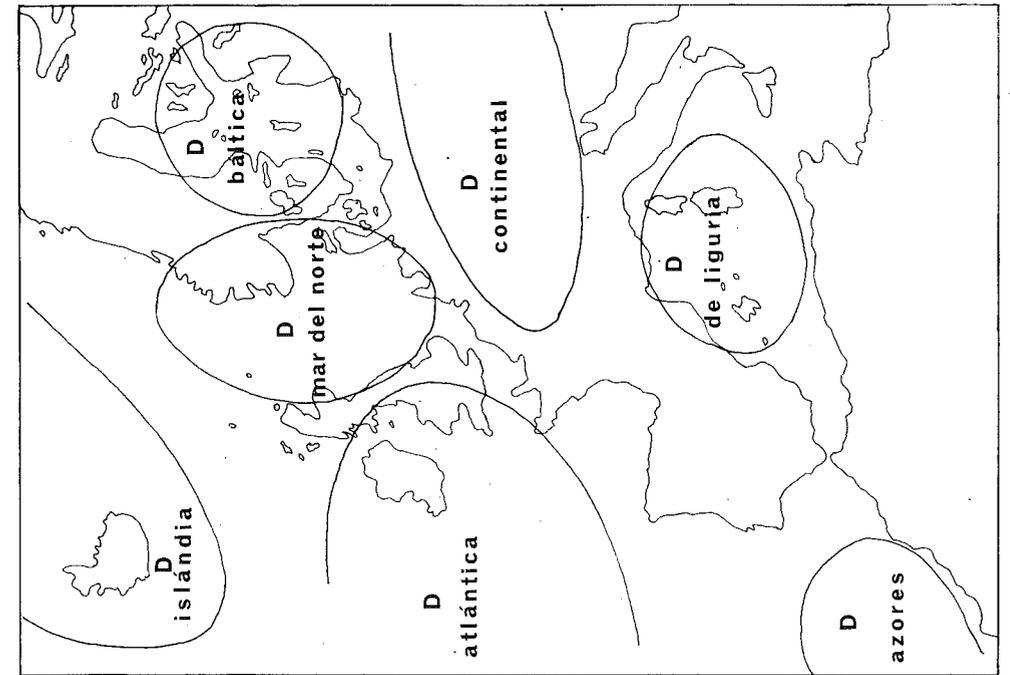
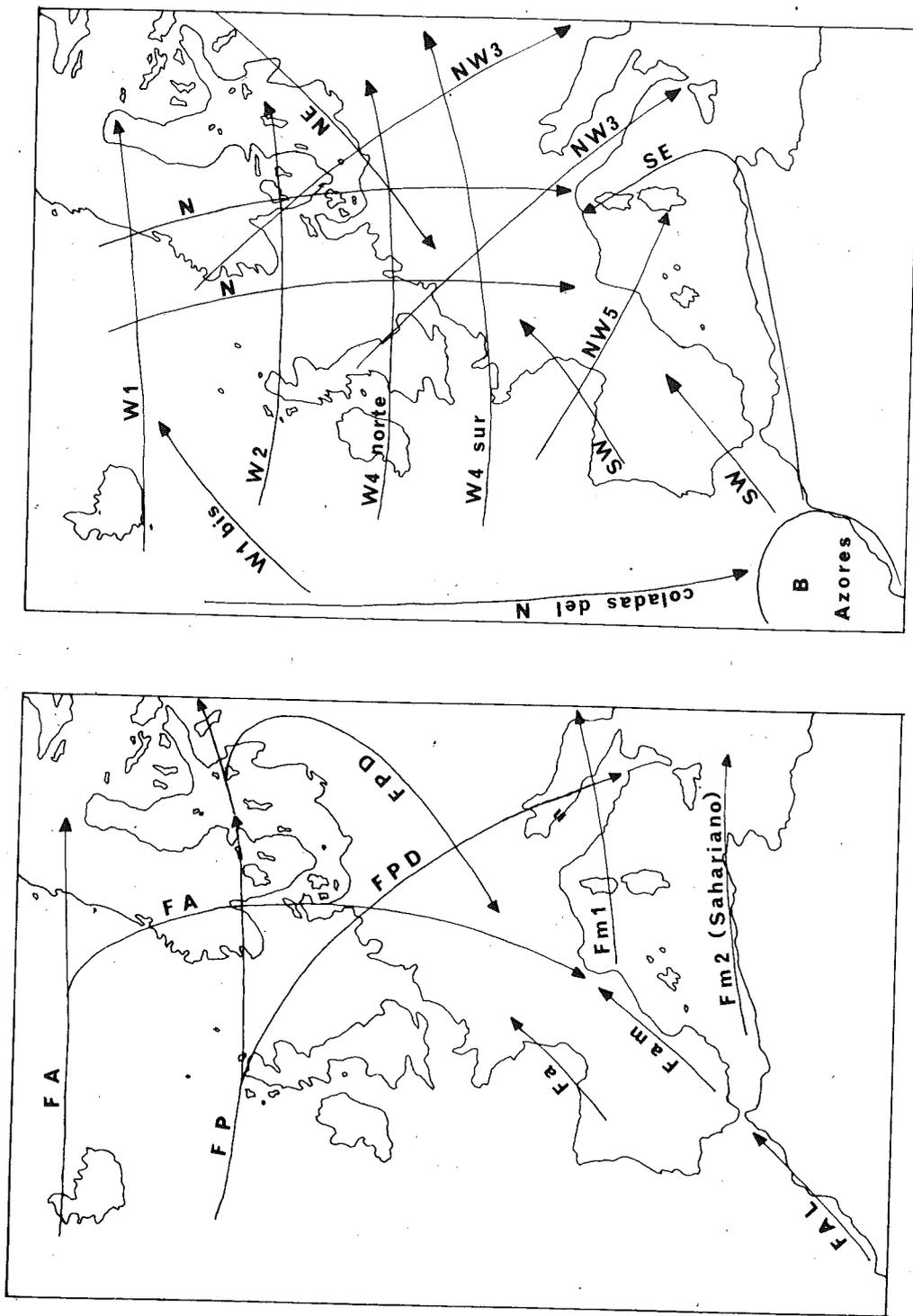


FIG. 3. GRANDES DISCONTINUIDADES Y CORRIENTES PERTURBADAS (SEGÚN P. PÉDELABORDE)



- e) *Frente euro-africano (Fm2)*. — Es un segundo frente mediterráneo, creado entre el aire mediterráneo y el sahariano.
- f) *Frente de los alisios (FAL)*. — Designado para delimitar la discontinuidad que separa al alisio marítimo del alisio sahariano.
- g) *Frente de Aquitania (Fa)*. — Con una mayor frecuencia en verano, designa el contacto entre el aire atlántico y el continental recalentado.

Todo este conjunto de depresiones, anticiclones y frentes jugarán un papel más o menos importante sobre nuestra zona en función de su mayor o menor cercanía. Entre los centros de acción que más directamente nos afectan podemos destacar: las grandes depresiones del Atlántico (Atlántico este y Azores) y Liguria; el anticiclón atlántico y de Azores (más o menos extendido al Mediterráneo) y el Continental.

Con mayor o menor basculamiento dirigen hacia nuestra zona las corrientes y masas de aire de distinta procedencia que, posteriormente, caracterizarán nuestro clima.

La actividad del frente polar se refleja en los diversos tipos de tiempo a que da lugar. Cuando el anticiclón de Azores se desplaza según estas oscilaciones del frente, los tipos que van sucediéndose guardan una estrecha relación. Si el anticiclón afecta a toda una región, ésta se caracteriza por un tiempo claro, cálido, sin vientos, etc. debido a que queda al abrigo de las perturbaciones. Si desciende más al sur las perturbaciones pueden pasar, si bien sigue empujando aire cálido no perturbado. Si desciende todavía más, predomina el aire polar con sus variadas consecuencias en la estabilidad. Ocupa entonces la posición en que el bloqueo a las perturbaciones del oeste es menos efectivo. El caminar de las borrascas atlánticas, unos años más desplazadas al sur y otros más hacia el norte, ejercen sobre el tiempo o bien una marcada abundancia de precipitaciones y alteraciones termométricas o simplemente una ligera oscilación barométrica, que, a lo sumo, produce lluvia en la parte septentrional.

Como hecho esencial en la falta de tiempos perturbados está nuestra proximidad a la alta de Azores y a sus efectos de subsidencia dinámica, además del predominio durante el año de altas presiones en altitud (abrigo aerológico) sobre las condiciones ciclónicas (depresiones frías) provocadas por aire frío con curvatura depresionaria al que normalmente van asociados los mecanismos de precipitación.

Nuestra posición meridional respecto de las trayectorias seguidas por las perturbaciones, el abrigo que la misma cadena crea cuando los flujos son zonales (y más todavía cuando son meridianos), la posición relativamente avanzada del anticiclón de las Azores, altas presiones en altitud, etc., pueden ser las características más importantes del Alto Aragón con respecto a la circulación general. Como contrapartida, las perturbaciones de tipo orográfico juegan un importante papel. Si la posición meridional trae consigo, a menudo, tiempos de calma, provoca, por el contrario, períodos violentos por efecto del relieve además de fuerte inestabilidad durante la época cálida como consecuencia de los matices continentalizados de sus áreas limítrofes.

B) *Situación entre dos mares.* — La proximidad de dos mares con regímenes térmicos muy diferentes influye en gran manera en el comportamiento climático altoaragonés. Sus distintas características dan origen a un contraste entre las masas de aire atlántico y mediterráneo, que permite el desencadenamiento de mecanismos frontales de origen y dirección casi meridional.

Aparte de las características peculiares de cada mar y las distintas masas que por ellos circulan o se estancan, debemos considerar el papel que juega el contraste tierra-agua.

La línea de costa representa una línea de discontinuidad física capaz de crear contrastes atmosféricos. Tierra y agua poseen distintos coeficientes de conductibilidad térmica derivados de sus diferentes capacidades caloríficas. No es de extrañar que estas zonas sean propicias a la frontogénesis o que muchos frentes envejecidos cobren de nuevo vigor al cruzar la línea de costa.

El Atlántico juega un papel regulador térmico y termodinámico, humedeciendo y recalentando las masas de aire secas y frías de origen septentrional. Su inercia térmica hace que durante la estación fría todavía conserva parte del calor almacenado durante la época estival, sucediendo lo contrario durante el verano. Ello da origen a una desimetría que se traduce en que los mínimos térmicos no aparecen hasta finales de invierno y los máximos hasta mediados de verano. En febrero presenta una desimetría de hasta 4 y 5 grados menos con respecto al Mediterráneo, alcanzando en agosto diferencias de hasta 7 y 8 grados.

Su frontogénesis viene dada, principalmente, por las descargas polares en contacto con las masas de agua que almacenan calor en su interior por convección, y por las irrupciones subtropicales cuando estas masas están más frías a finales de invierno. En verano, el agua está más fría que el aire (RAMANQUSKY) por lo que las irrupciones subtropicales, más cálidas, serán igualmente factor de inestabilidad. Sus combinaciones y las características que, estacionalmente, adquieren por su largo recorrido sobre el agua, darán lugar a la mayor o menor frecuencia de perturbaciones.

El Mediterráneo, mucho más pequeño, a menor latitud y su condición de mar cerrado, harán de él un mar mucho más cálido. Al igual que el Atlántico, también se dan cita toda la variedad de masas de aire externas y a veces, de origen muy lejano. Pero su mayor capacidad térmica será causa del desencadenamiento de un rápido frente o de homogeneización en pocos días con la masa autóctona. Así pues, el Mediterráneo es a la vez cuenca donde permanecen estancadas las masas de aire y donde se elaboran las discontinuidades o frentes.

Cualquier masa de aire que llegue a remansarse en esta cuenca adquiere pronto las características de masa de aire mediterráneo. Por eso, aunque la masa de aire mediterránea proceda, la mayor parte de las veces, del aire polar después de alimentar un sector frío de una

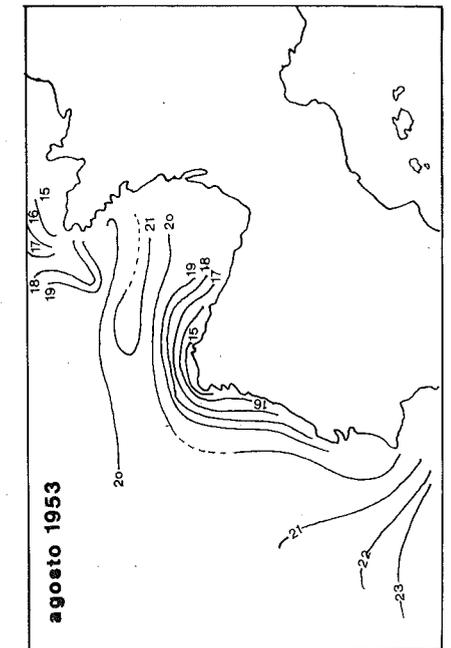
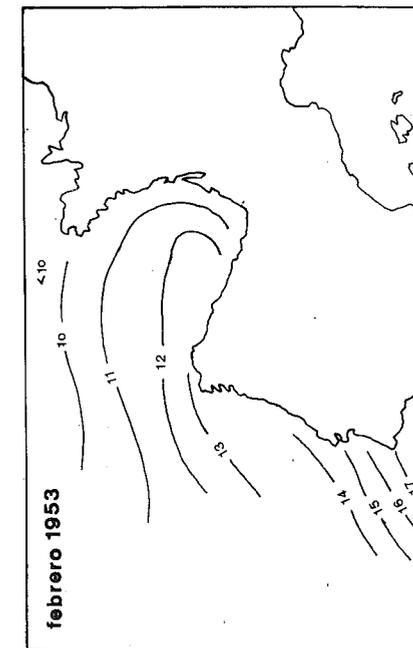
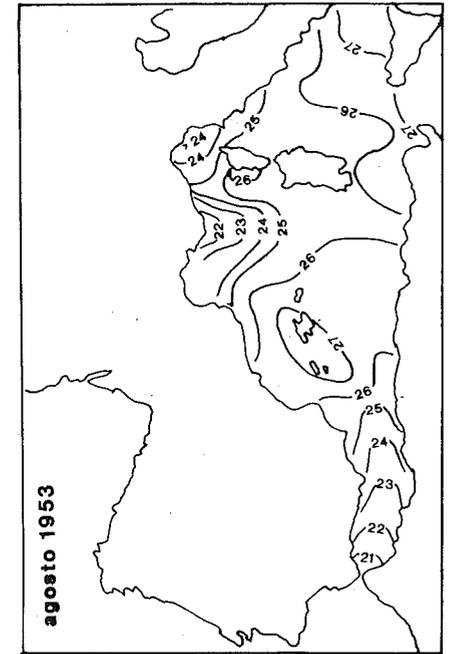
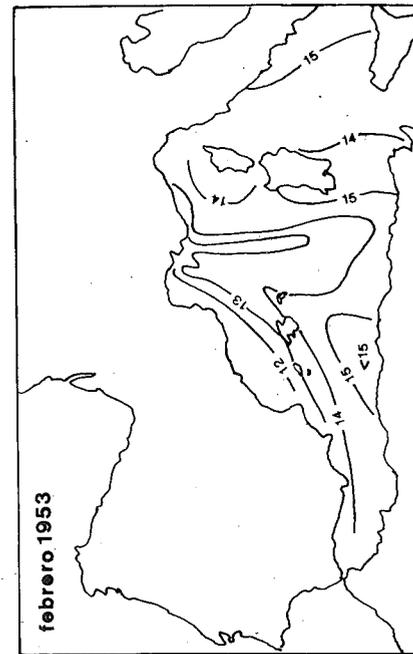


FIG. 4. TEMPERATURAS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES (SEGÚN P. PÉDELABORDE)

perturbación el calor de sus aguas y la humedad que adquiere pronto la homogeneizan (JANSA, 1966).

En invierno, su temperatura apenas desciende de los 12-13 grados. En verano, como las aguas caldeadas se mantienen en superficie debido a su menor densidad, la temperatura puede elevarse por encima de los 27 grados.

Estas condiciones difieren sensiblemente de las regiones continentales vecinas —más frías en invierno y más cálidas en verano—, pero es, fundamentalmente, en invierno cuando estos contrastes se acusan mayormente y predisponen a la frontogénesis. Los fríos intensos que descienden de los territorios vecinos darán lugar, bien al frente mediterráneo (contrastos entre el aire mediterráneo y el aire continental europeo) con una posición más septentrional, bien al frente sahariano (entre las aguas mediterráneas y los aires africanos de las montañas del norte de este continente) de posición más meridional.

Esta inestabilidad que puede caracterizar al mediterráneo determina la humidificación intensa de las masas foráneas a causa de la turbulencia del aire, explicando las tormentas de dirección este, con sus variantes noreste y sureste según se trate del frente mediterráneo o sahariano.

Dicha inestabilidad le llega toda del exterior, pues su homogeneidad térmica necesita de un detonador que la ponga en marcha. Esta función viene dada por la llegada de masas frías foráneas a la cuencia.

En este sentido, Mediterráneo y Atlántico, juegan un papel de zonas manantiales de distintas características térmica y dinámicas que dan lugar a un enfrentamiento de masas de aire. Proceso especialmente frecuente cuando, la temperatura de sus aguas (y, por tanto, la masa de aire suprayacente) alcanzan las mayores diferencias.

C) *Interferencias del relieve.* — “Si el clima sólo estuviera determinado por factores astronómicos no sería más que función de la latitud. Pero no es así: la distribución de los regímenes climatológicos se complica extraordinariamente por la acción de gran número de factores geográficos” (JANSA, 1969).

El más importante y evidente de ellos es la repartición de las superficies de tierras-mares, y que, dentro de nuestra escala regional ya hemos visto en el apartado 3. B. La dinámica atmosférica resultante es modificada, posteriormente, por los factores topográficos a través de una compleja influencia en la evolución y comportamiento de cada punto en concreto.

El tiempo teórico que podemos deducir de una distribución de presiones en cualquier mapa del tiempo es una realidad muy distinta de unas regiones a otras, como consecuencia de la influencia del relieve (GARCIA DE PEDRAZA, 1964). En este sentido, la circulación regional es esencialmente una resultante del relieve pues su fragmentación está en razón directa con la variedad de condiciones climáticas.

Todo ello hace que la influencia del relieve sobre la meteorología no sea nada simple, valorándolo esencialmente según la mayor o menor deformación que ejerce sobre los procesos más generales.

A veces, resulta imposible resolver problemas muy concretos de climatología sin un conocimiento muy completo de todos los factores geográficos, cuya resultante son unos fenómenos producidos por la acción combinada entre relieve y circulación.

Enumerando nada más que las principales, señalaremos:

—*Variaciones de presión con la altitud.* — Una región elevada recibe durante el día mayor cantidad de calor que una región vecina de altitud menor; mientras que por la noche es la región elevada la que se enfría más deprisa. De ello resulta que la variación diurna de la temperatura y de la presión es más grande en las partes altas que en las zonas bajas. Consecuencia muy directa de ello son las brisas de montaña.

—*Inversiones térmicas:* en aquellos puntos en que la topografía facilita el embalsamiento de aire frío procedente de los territorios montañosos vecinos. Genera acusados descensos de temperatura.

—*Efectos foehn:* el aire húmedo que asciende por la ladera de barlovento se enfría, condensándose. Cuando empieza a descender se calienta adiabáticamente por compresión. Circunstancias que ocasionan importantes diferencias termoplúviométricas entre ambas laderas.

—*Efecto macizo:* cuando una masa de aire alcanza el borde de una cadena montañosa y se desplaza gran distancia sobre ella, sufrirá una progresiva desecación por efecto foehn, fenómeno que tendrá lugar al atravesar cada una de sus cadenas o crestas. Ello da un extraordinario carácter continental a la región de sotavento.

—*Diferencias de exposición:* la diferencia de energía recibida por radiación es grande. Su empleo en evaporar la humedad del suelo o en aumentar el calor sensible ocasionaría grandes contrastes. Su caldeoamiento puede provocar turbulencias a pequeña escala.

—*Estancamientos, vientos encajonados, núcleos convectivos, fondos de valle y depresiones, etc.,* pueden completar los aspectos más generales impuestos por el relieve.

Todos estos fenómenos dan una fuerte heterogeneidad espacial que se interacciona con las propiedades de las grandes masas de aire; de tal forma que muchos de los fenómenos citados tienden a modificar de un modo especial el régimen general que domina sobre la zona en que se encuentra la región montañosa.

Por su topografía, la vertiente meridional de los Pirineos no escapa a estas modificaciones y, aunque el flujo general del W que dirige el tiempo en Europa no evita los Pirineos, por efecto de barrera orográfica se crean a menudo situaciones de este tipo muchas veces no tenidas en cuenta (VIERS, 1973).

#### 4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A) *Nuestro enfoque regional.* — Cuando se emprende un estudio de climatología, enseguida se plantea cuál debe ser su amplitud, en el sentido de su extensión geográfica.

Un territorio montañoso incluye gran variedad de matices impuestos por la topografía. Querer abarcar un área muy extensa supone renunciar de antemano a descubrir los aspectos que diferencian unos puntos de otros dentro de una zona. El enfoque opuesto supondría querer entrar en los detalles más o menos locales que nos llevarían a un estudio microclimático.

Ante estas dos posibilidades nos decidimos por una posición intermedia, intentando hacer un estudio de climatología regional que, sin perder los detalles que pueden diferenciar unas zonas de otras, nos diera una visión de conjunto a través de una metodología sinóptica.

Que duda cabe que los rasgos generales de nuestra climatología peninsular están ya bastante bien conocidos, y que ahora procede ir estudiando los aspectos regionales por separado a través de análisis más minuciosos (LORENTE): Esta es la única forma de completar debidamente el cuadro climático peninsular, pues es imposible conocer la variedad de matices regionales si no es a través del estudio de cada uno de ellos.

Cualquier previsión sinóptica en cualquier mapa de tiempo es una realidad muy distinta de unas regiones a otras, pues las perturbaciones son modificadas por la distancia, el recorrido realizado, la orografía, etc. La forma en que una determinada situación afecta a lo largo de su recorrido implica un estudio sinóptico a pequeña escala para la región en concreto (VOIRON). Estas razones nos decieron por un estudio de carácter regional, pensando además que, en este orden de cosas, el conocimiento de los aspectos regionales significaría esbozar el camino para emprender estudios más concretos de cada una de las facies locales.

B) *Datos en que se apoya el trabajo.* — Desde 1968, el Centro pirenaico de Biología experimental, ha instalado una red de estaciones meteorológicas en el Alto Aragón occidental, en colaboración con el Servicio Meteorológico de la Cuenca del Ebro (I. N. de M)<sup>3</sup>.

En 1977 estaban en funcionamiento cerca de 60 estaciones que, repartidas más o menos regularmente por los 4.000 km<sup>2</sup> de la zona, suponen una respetable densidad de observaciones. Densidad más que suficiente para las zonas llanas carentes de obstáculos que impidan la libre circulación de los flujos, pero en un territorio montañoso como el nuestro se reduce considerablemente su efectividad debido a las múltiples variaciones que impone el relieve.

Nuestro propósito no es hacer un estudio microclimático exigente de un mayor detalle de observaciones, sino intentar señalar las líneas generales que rigen ese territorio, a la vez que las variaciones que se producen dentro de él. Para

<sup>3</sup> Conste también la importante colaboración de ICONA, en el control y observación diaria de algunas de las estaciones.

nuestro propósito, la densidad de estaciones meteorológicas existentes pueden cumplir su cometido.

Todas ellas (excepto 4) son de una observación diaria (7 horas TMG) y muchas alcanzan ya, una serie respetable. Cuatro, mucho más completas en cuanto al número de elementos climáticos que registran, son de 3 lecturas (7, 13 y 18 horas TMG).

A través de ellas se consigue ver la marcha de cualquier tipo de tiempo por el Alto Aragón y cómo va variando cualquier elemento climático de un punto a otro. Los Boletines Diarios y los de Información Técnica diaria del I.M.N., servirán para estudiar los aspectos sinópticos a los que se dedicará toda la primera parte.

Los datos que aportan el total de las estaciones referidas constituirán la base para la segunda parte del trabajo, dedicado al estudio de la distribución espacial de estos elementos.

C) *Explicación del método.* — El tema central de la climatología sinóptica es el tipo de relaciones que se establecen entre la circulación atmosférica y los climas zonales, regionales y locales.

En este punto coinciden plenamente climatología sinóptica y geografía, pues ésta también se plantea las correspondientes relaciones directas o inversas entre los diversos órdenes de fenómenos (BARRÈRE y CASSOU).

El estudio de estas relaciones, que se establecen entre los elementos del clima y los aspectos sinópticos, ha sido tratado en numerosas obras y casi podríamos decir que existen tantos puntos de vista como autores: desde clasificaciones numéricas que deducen el número de tipos de tiempo a través del número de elementos estudiados y del número de divisiones que hacen de cada elemento, a previamente determinar tipos de tiempo y, luego, encuadrarlos en un determinado tipo de circulación<sup>4</sup>.

De entre estas posibilidades hemos adoptado el tipo de clasificación que se basa en caracterizar los días según unos determinados valores y, a continuación, analizar las situaciones meteorológicas que las provocan. Método que nos permitirá comparar con otros trabajos realizados en los Pirineos franceses siguiendo un similar enfoque (KERBE).

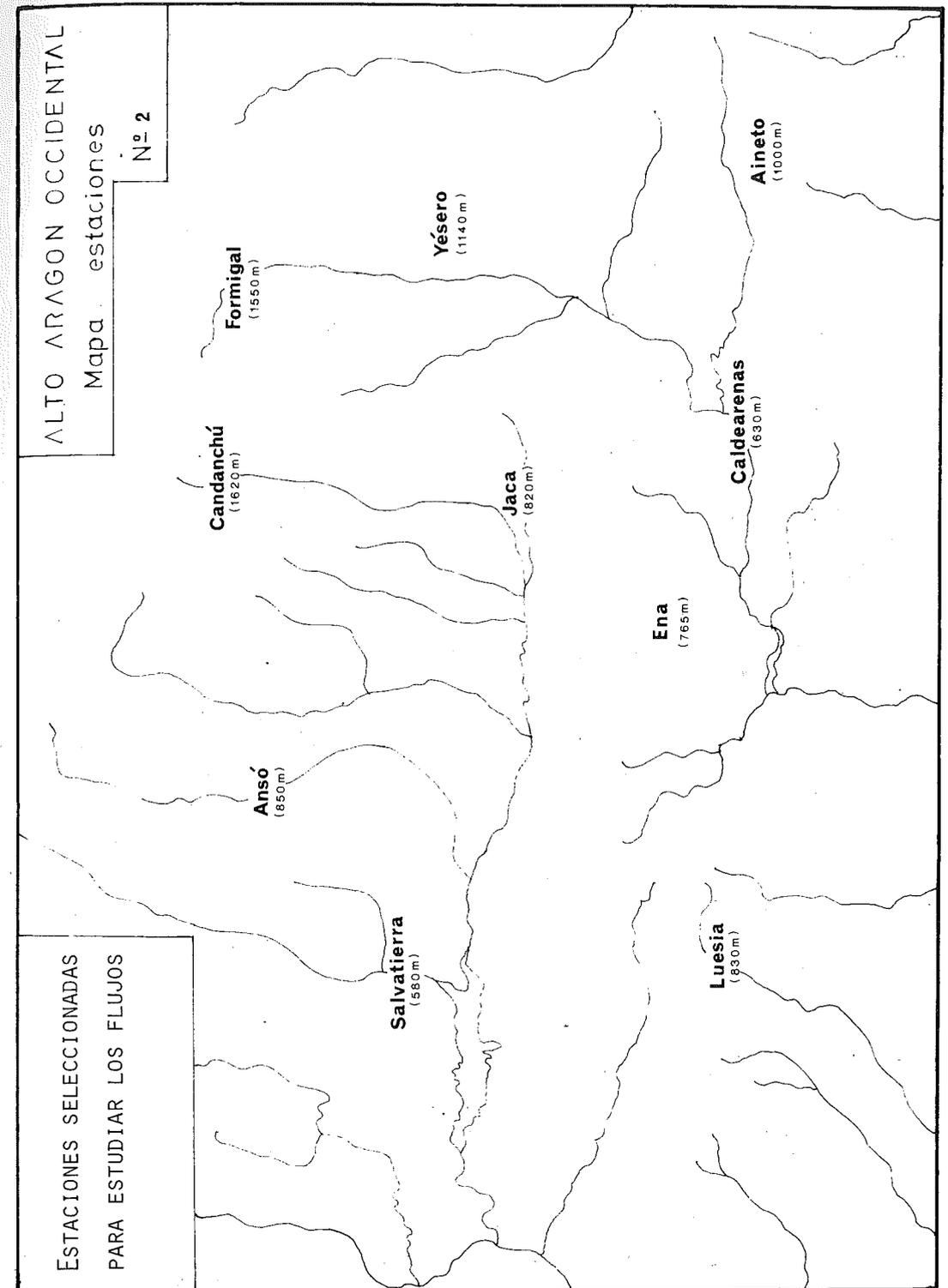
Si los fenómenos meteorológicos de las dos vertientes de la cadena montañosa presentan entre ellos relaciones de causa a efecto (ROESCH), conocer el comportamiento en ambas vertientes de una determinada situación nos aportará, sin duda, valiosos datos. De ellos podrán sacarse importantes conclusiones sobre el papel de una cadena montañosa en la evolución de una situación meteorológica.

Nuestro trabajo se propone conocer los grandes mecanismos representativos de las condiciones atmosféricas y el estudio de las influencias regionales y locales, imputables a las condiciones geográficas del lugar. Lo primero a través del estudio de los *Boletines de Información Técnica Diaria del S.M.N.* durante los años 1969-1970. Las influencias regionales a partir de elementos climáticos registrados en las 60 estaciones del Centro pirenaico de Biología experimental. Para ello, en el comentario de cada uno de los tipos seleccionados se añadirán los datos de 8 de ellas (mapa 5) que, por su representatividad nos mostrarán las variaciones que impone la topografía, y como evoluciona un determinado flujo a lo largo y ancho del Alto Aragón.

Con el fin de observar la marcha diaria de todos estos elementos climáticos, se ha dibujado para cada mes la película del tiempo real con base en los datos de la estación de Jaca. El mayor número de elementos que registra y sus tres lecturas diarias hacen de ella la estación más completa del total de las utilizadas.

Hemos considerado que 2 años podían ser suficientes para seleccionar los tipos de tiempo, mientras que el estudio de su frecuencia se ha basado en el recuento de cada uno de ellos durante los años 1968-1974.

<sup>4</sup> v. BAUR, HUFTY, 1971 y 1972, JAIL, KERBE, LITYNSKI y PEDELABORDE. Son varias las obras de este autor pero elegimos únicamente la de 1957 por ser la más representativa.



A estos 7 años corresponden los porcentajes que figuran en los resúmenes generales de cada estación anual, su duración, frecuencia y la contribución de cada flujo a la precipitación anual.

Dada la dificultad de encuadrar determinadas situaciones y con el fin de evitar un número exagerado de tipos, hemos basado la clasificación en tres criterios, siendo cada tipo una posible combinación de los tres:

—Sinópticos (ciclónicos y anticiclónicos). Según variaciones de los 920 mb. correspondientes a la presión normal en Jaca.

—Termométricos (muy fríos, fríos, templados, cálidos y muy cálidos):

Muy frío:	Temperatura máxima	<	5° C	
Frío:	Temperatura máxima	>	5	< 10
Templado:	Temperatura máxima	>	10	> 15
Cálido:	Temperatura máxima	>	15	> 25
Muy cálido:	Temperatura máxima	>	25	

La justificación de una clasificación térmica basada en las temperaturas máximas diarias reside en el intento de eliminar los efectos de inversiones térmicas que afectan a las temperaturas mínimas. Fenómeno muy frecuente en los terrenos montañosos, especialmente durante las estaciones equinocciales. Su gran influencia sobre las mínimas matinales no siempre es resultado de un determinado flujo o masa de aire que llega a nuestra región, si bien existen determinadas situaciones muy propicias para que dicha inversión alcance fuertes valores mínimos.

—Pluviométricos (con precipitaciones y sin precipitaciones). En la consideración de tipo de tiempo con precipitación no incluimos las precipitaciones inferiores a 0,1 mm. o "inapreciables".

De la clasificación barotermopluviométrica obtenida hemos relacionado el correspondiente mapa sinóptico de superficie y de 500 mb. para cada uno de los tipos más representativos, generalmente por su mayor frecuencias y significación estacional. Cada uno de estos mapas muestran la dirección de los flujos, el viento reinante y su velocidad en cualquier punto. Sus temperaturas nos permiten descubrir fenómenos del tipo "gotas frías", cuyo conocimiento es fundamental en el análisis y explicación del tiempo atmosférico. Su análisis en la topografía de 500 mb. (5.500 m. de altitud aproximadamente) permite conocer el mecanismo que las origina o apreciar la intensidad del fenómeno.

Ambos procesos aparecerían un tanto enmascarados si los estudiáramos únicamente en los de superficie, pues muchas veces una determinada situación que fácilmente observamos en el mapa de 500 mb. es la responsable de lo que ocurre en las capas bajas. El relieve y la situación en función de las corrientes perturbadas no lo explican todo: todavía más determinantes parecen las condiciones en altitud. (PEDELABORDE *et Allia*, 1956). El estudio de los 500 mb. no hace más que mejorar el conocimiento de lo que ocurre en la faz de tierra (LOPEZ-GOMEZ, 1955):

Nuestra metodología será esencialmente descriptiva pero no por ello dejarán de estudiarse las causas, pues no puede negarse que su análisis es muy conveniente para la comprensión de las condiciones climáticas (MILLER).

Quizá sea posible encontrar algún tipo de relación entre estos efectos climáticos y sus causas, en cuyos casos sería posible la previsión de resultados similares cuando actuaran causas análogas.

De ser así, sería un trabajo útil a la climatología, que tendría una descripción basada en una clasificación genética, y a la meteorología que podría predecir más fácilmente los resultados en superficie de una situación meteorológica dada.

## 5. TIPOS DE TIEMPO EN PRIMAVERA

El tránsito de la estación fría a los calores estivales se realiza dentro de una gran variedad e irregularidad de tipos de tiempo. A principio de la primavera las masas frías invernales mantienen su inestabilidad debido a los contrastes térmicos existentes. A medida que el cambio hacia el verano se hace más patente, van invirtiéndose los términos hasta igualarse los contrastes térmicos a la vez que van disminuyendo progresivamente las áreas ciclónicas. Todo ello hace que alternen tipos de tiempos cálidos y soleados con intervalos más fríos, con una frecuencia de 2 o 3 días. En su conjunto se caracteriza por inestabilidad atmosférica debida al paso de perturbaciones ligadas al frente polar.

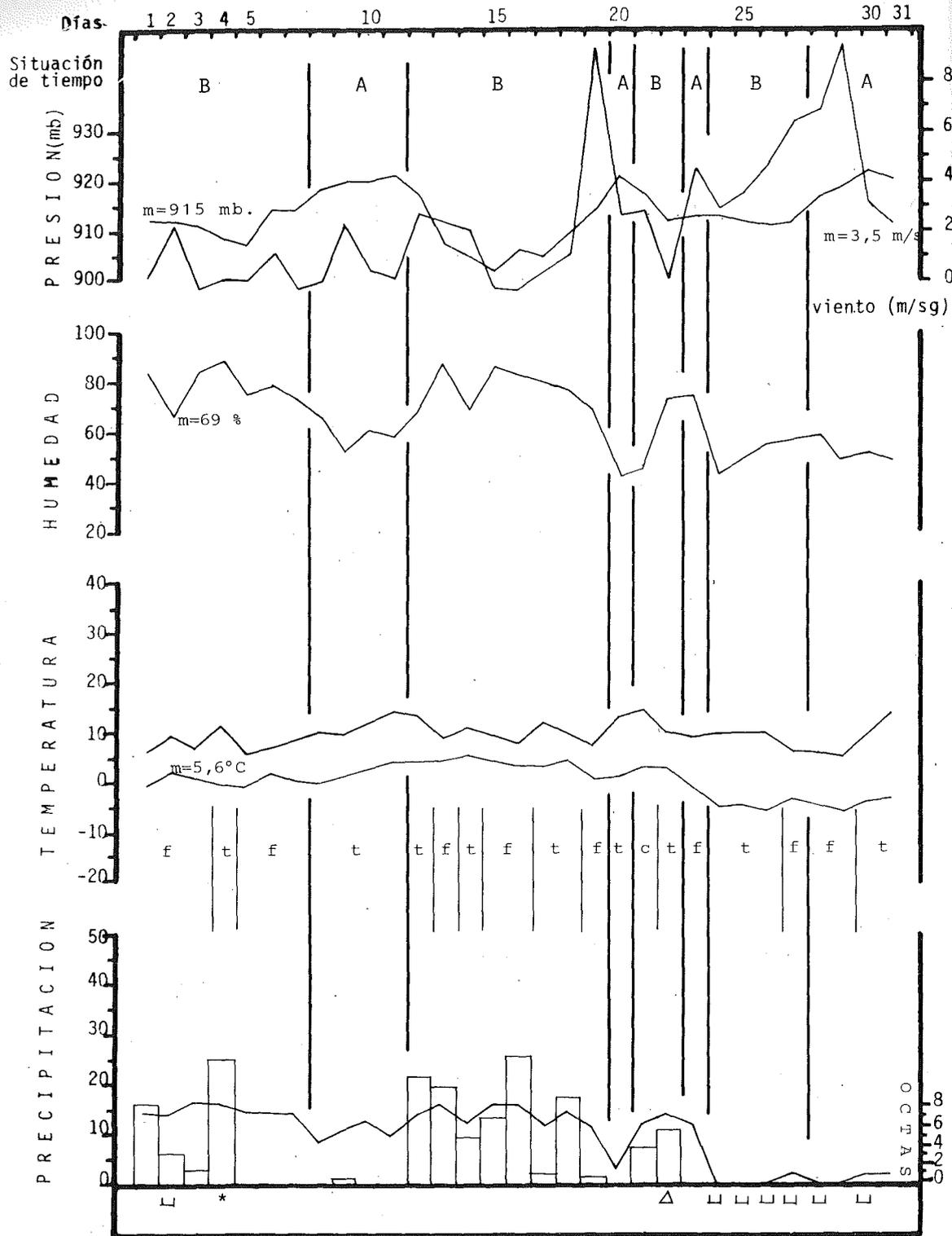
Desde marzo-abril los tipos de tiempo ciclónicos caracterizan períodos fríos, mientras que hacia el final de la estación van tendiendo a más templados a medida que el mar se acerca a las condiciones térmicas del verano.

Esta disminución de contrastes trae consigo elevaciones barométricas y, en definitiva, una disminución de las precipitaciones. Las altas presiones van estabilizándose a la vez que ascienden en latitud. Ambos procesos justifican la sustitución de la circulación zonal por otra más submeridiana cuando aquella es bloqueada por altas presiones ya al final de la estación.

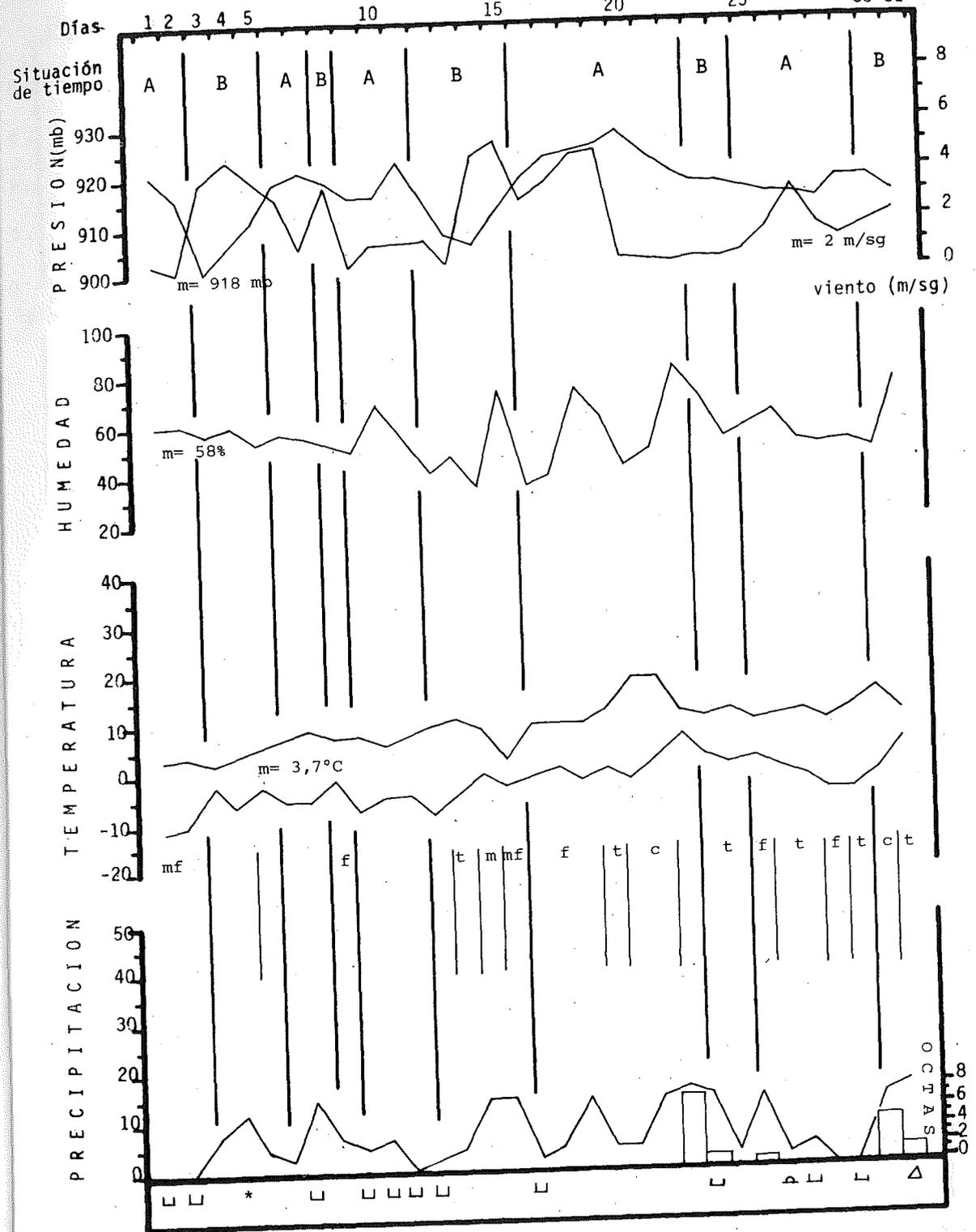
La variabilidad de tipos de tiempo que caracteriza a este período viene determinada por una circulación rápida durante los primeros meses y más lenta al final de ella. Las crestas, valles, depresiones, etc. que se suceden, dan lugar a variados tipos de tiempo según las masas de aire que mueven. Sucesiones que pueden llegar a dar precipitaciones nivosas en las zonas elevadas, si a esta circulación lenta le suceden irrupciones submeridianas de aire polar marítimo, o acusados descensos térmicos si es de aire polar continental.

Es la época en que los tipos ciclónicos alcanzan mayor tanto por ciento, por encima de los anticiclónicos (52 y 47 %). Los primeros tienden a ser templados y con precipitaciones cuando su génesis es oceánica. Mucho más cálidos cuando esta inestabilidad penetra con vigor en las masas tropicales, creando sobre la península una circulación del SW. Los anticiclónicos de tipo marítimo manifiestan una ligera superioridad sobre los de carácter continental, más cálidos los

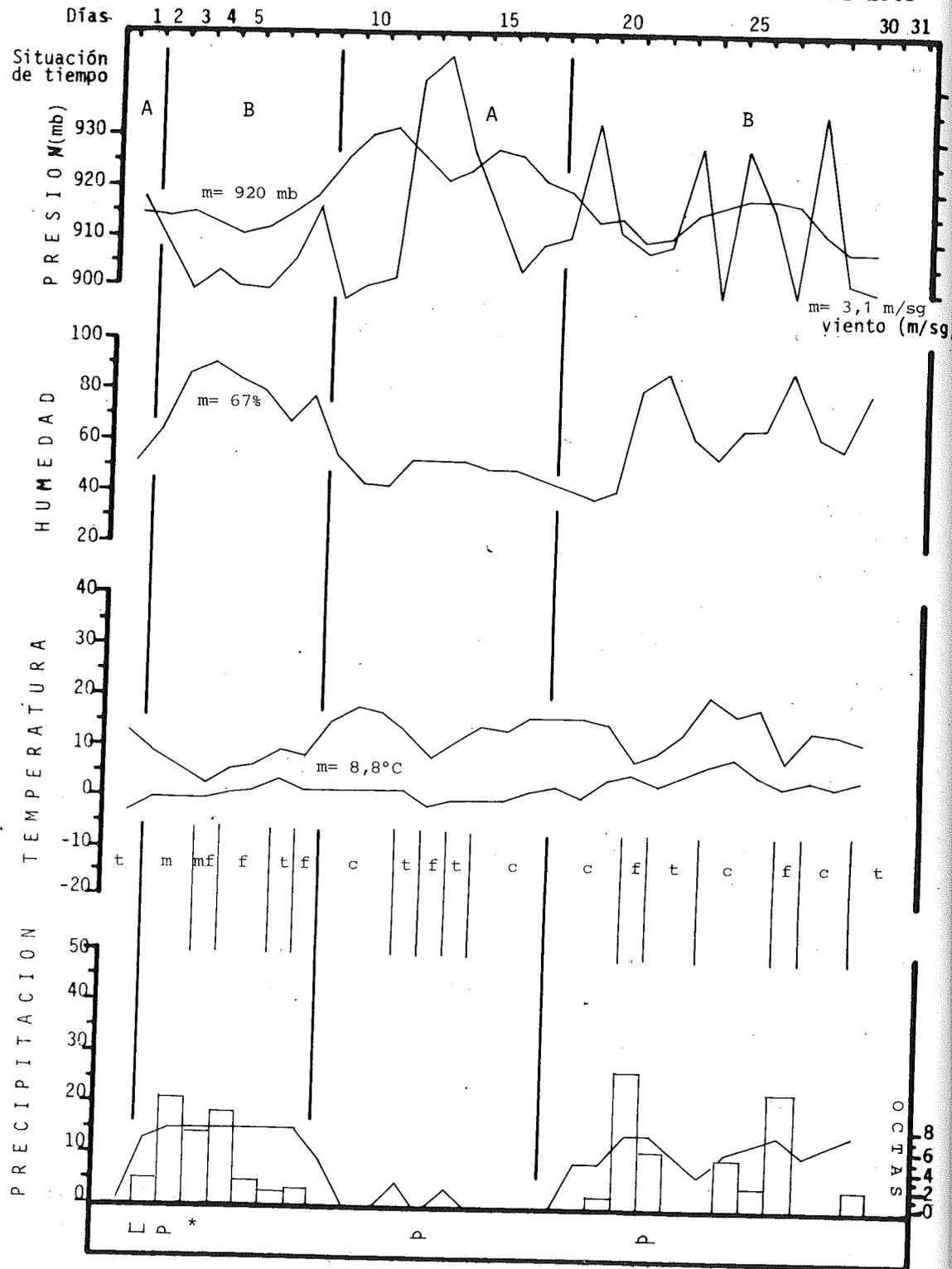
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, MARZO DE 1969



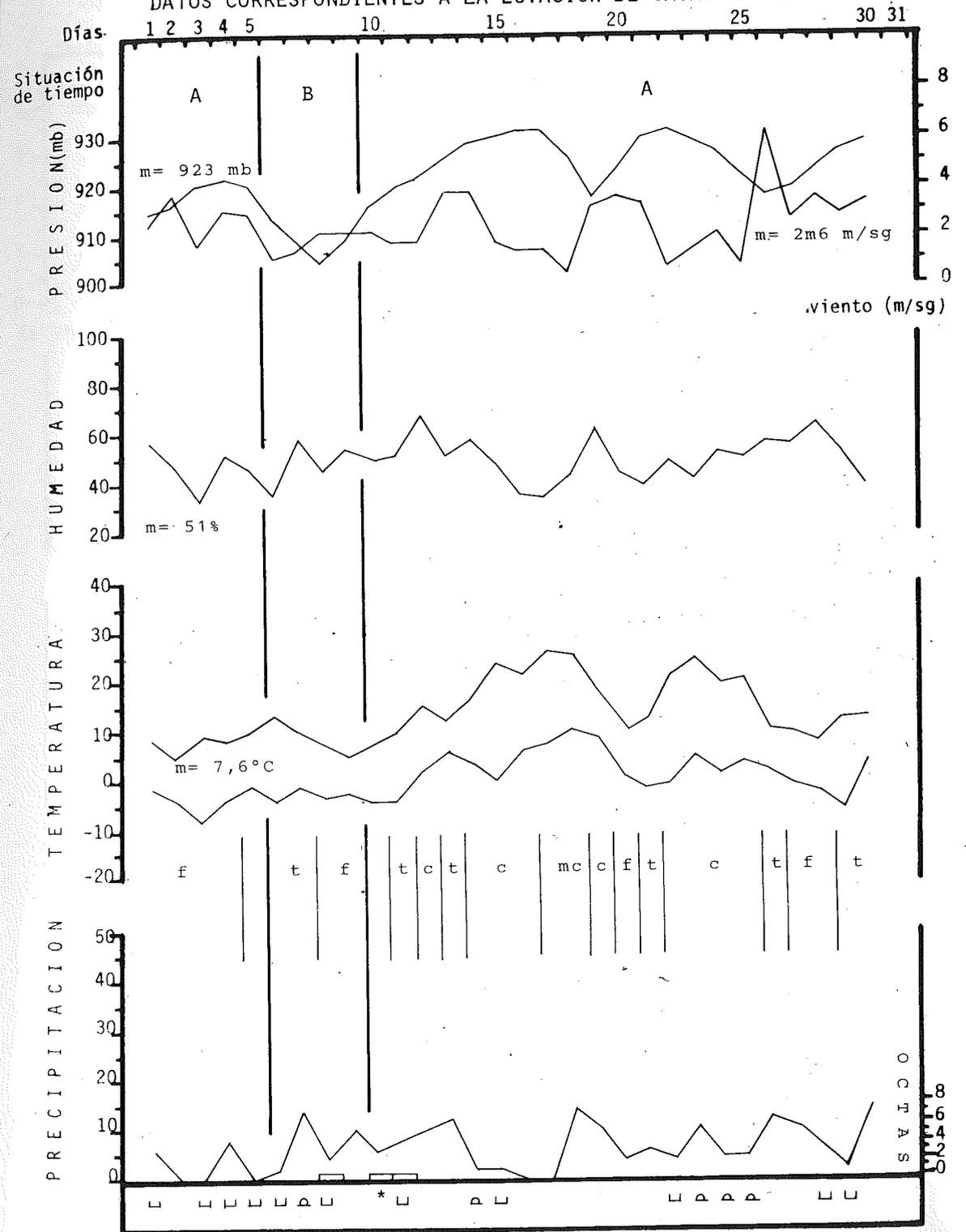
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, MARZO DE 1970



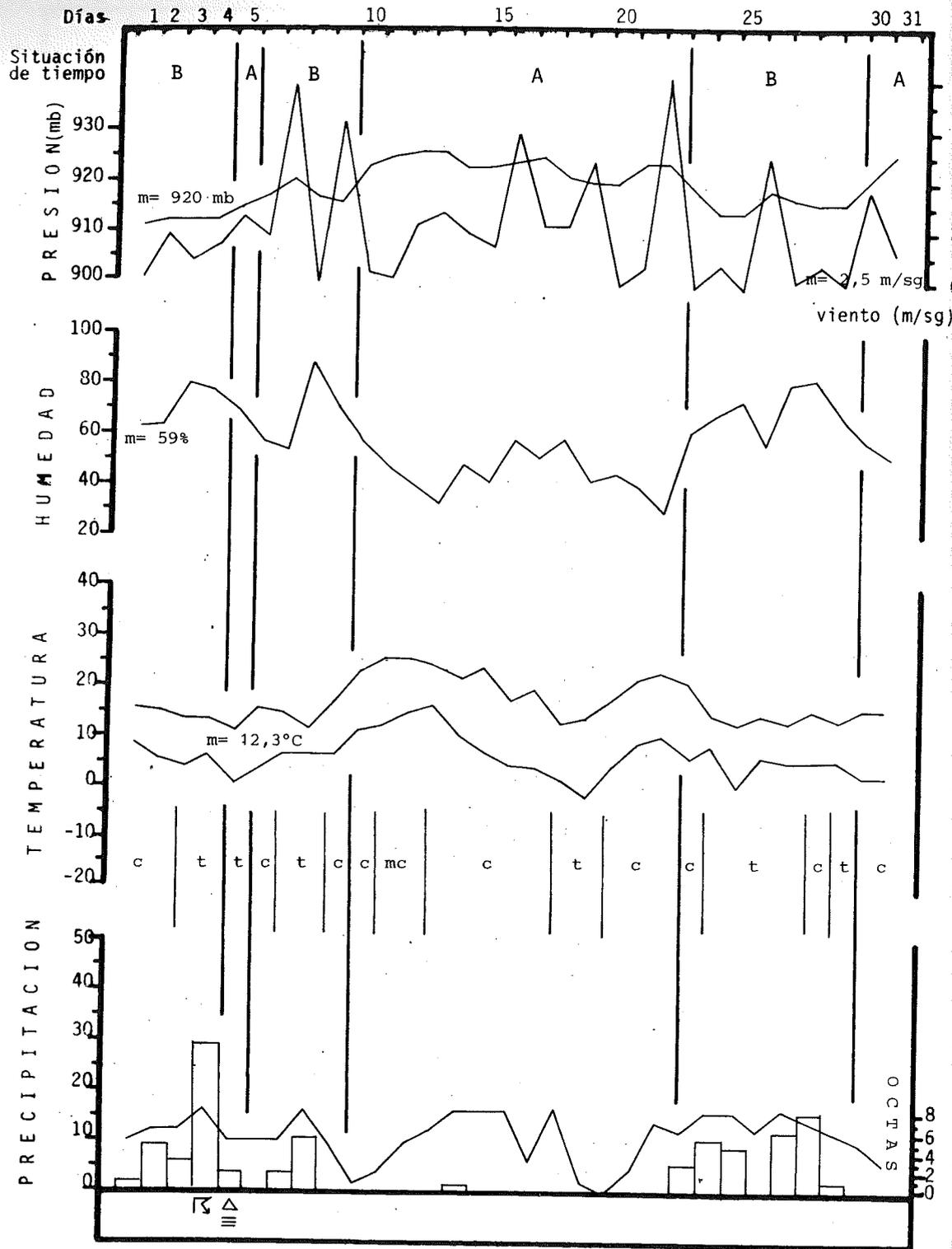
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, ABRIL DE 1969



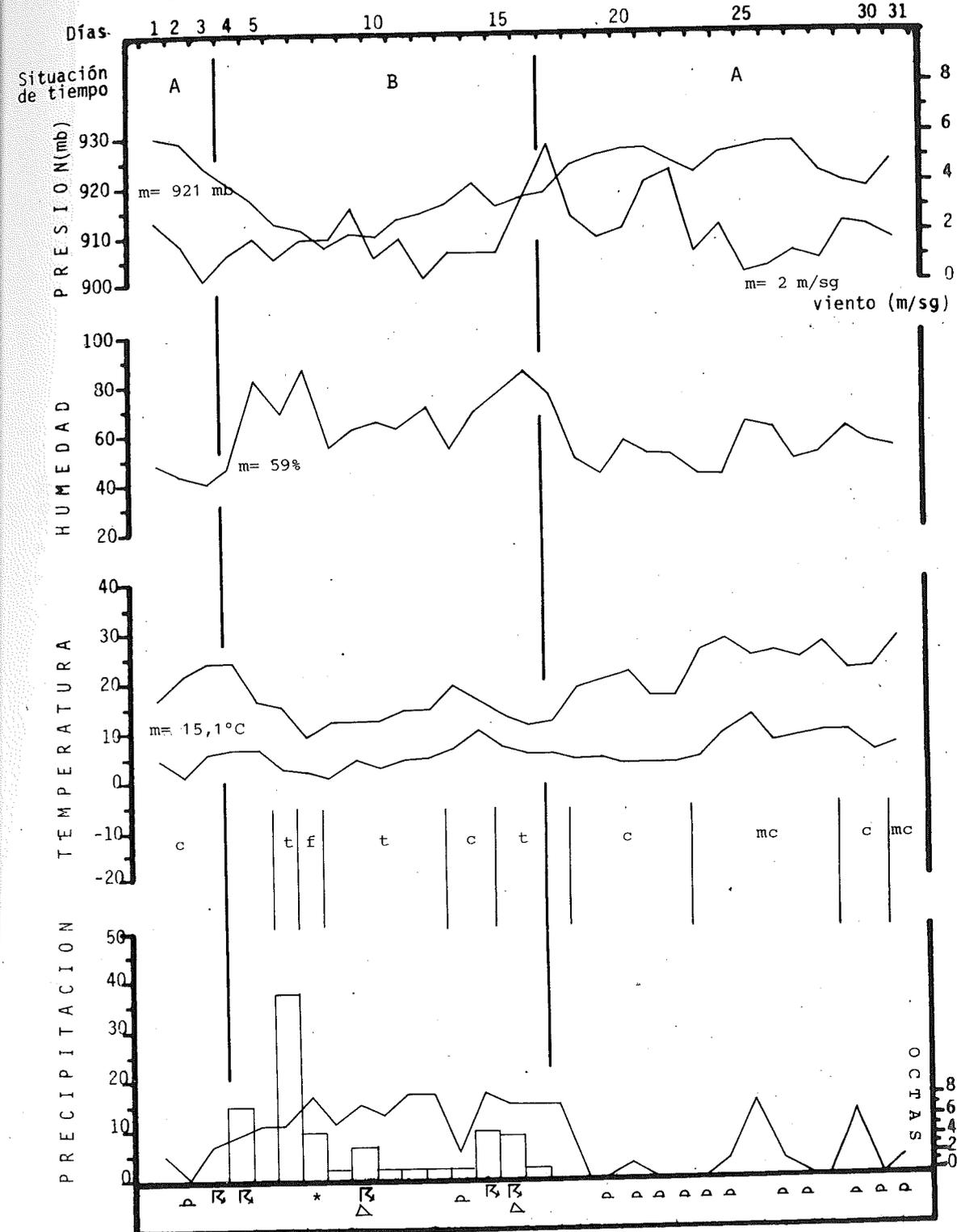
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, ABRIL DE 1970



DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, MAYO DE 1969.



DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, MAYO DE 1970



primeros, más fríos los segundo. Tanto menos contrastados cuanto nos acercamos al final de la estación en que las diferencias térmicas han disminuido considerablemente. Ambos tipos anticiclónicos vienen caracterizados por escasas o nulas precipitaciones.

A) *Anticiclónicos*. — El mayor o menor basculamiento del anticiclón de Azores o su entronque con el nordatlántico actúan decisivamente en el predominio de los tipos de tiempo anticiclónicos. Su posición de bloqueo caracteriza los tiempos del NW. Cuando se extiende sobre Europa occidental da lugar a tipos caracterizados por una alta presión con flujo del NE, frío y sin precipitaciones.

El paso de una a otra situación provoca un mayor número de vaguadas, generalmente carentes de precipitación, que sólo afectan a nuestra zona cuando se manifiestan como gotas frías separadas de la corriente general.

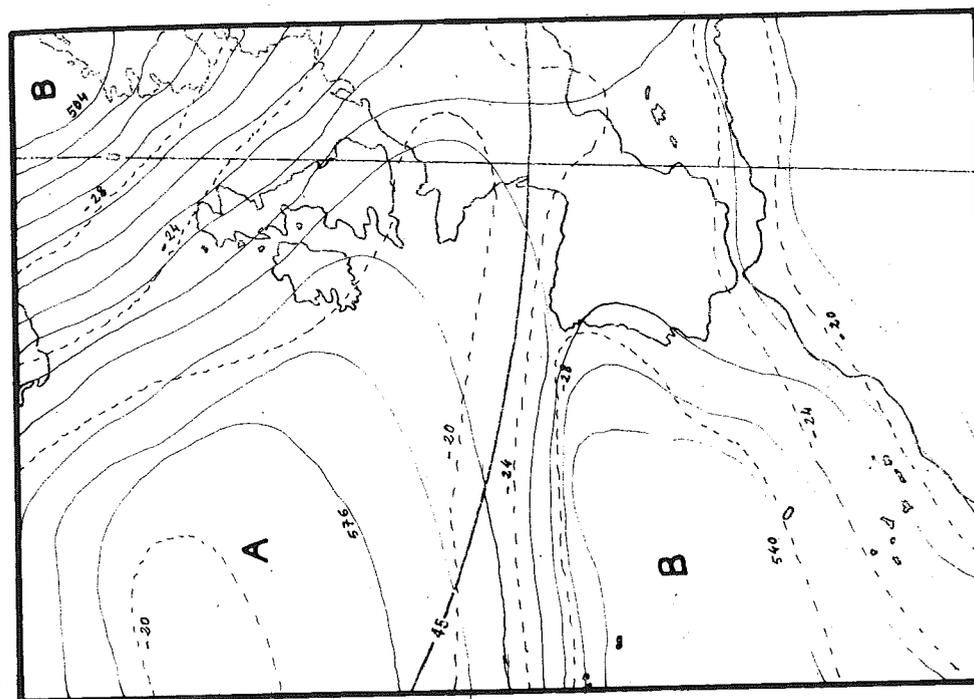
a) *Tipos de tiempo anticiclónico, muy fríos y sin precipitaciones*: Los tipos anticiclónicos muy fríos corresponden generalmente a situaciones atmosféricas que empujan las masas de aire frías, polares o continentales. En consecuencia, su estado higrométrico es bajo y más cuando el anticiclón nordatlántico penetra sobre Europa occidental empujando hacia latitudes meridionales las masas de aire enfriadas sobre el continente. Durante la primavera, la frecuencia de estos estados atmosféricos corresponden íntegramente a una posición avanzada hacia el este del anticiclón oceánico, con un efecto de contención del flujo general del oeste. Su duración media no sobrepasa los dos días, con trayectoria meridiana al comienzo de la situación para pasar, posteriormente, a submeridiana del primer cuadrante.

Así es el mapa correspondiente al 1 de marzo de 1970. Durante la última semana de febrero el anticiclón de Azores fue extendiéndose en forma de cuña anticiclónica hasta alcanzar el paralelo 60° a finales del mismo mes. Progresivamente, y con el aporte de aire frío, fue creándose una baja en el suroeste peninsular de escaso gradiente. Mucho más importante fue la baja instalada en Escandinavia responsable, junto con el anticiclón atlántico, del frente frío que barrió Europa Nordoccidental.

Los efectos térmicos de esta situación se incrementan si se originan flujos de componente norte previos a establecerse el mapa sinóptico definitivo. El aire frío continental queda reforzado por la situación de los días anteriores de aire frío más húmedo pero desnaturalizado por el efecto orográfico de la Cadena Pirenaica.

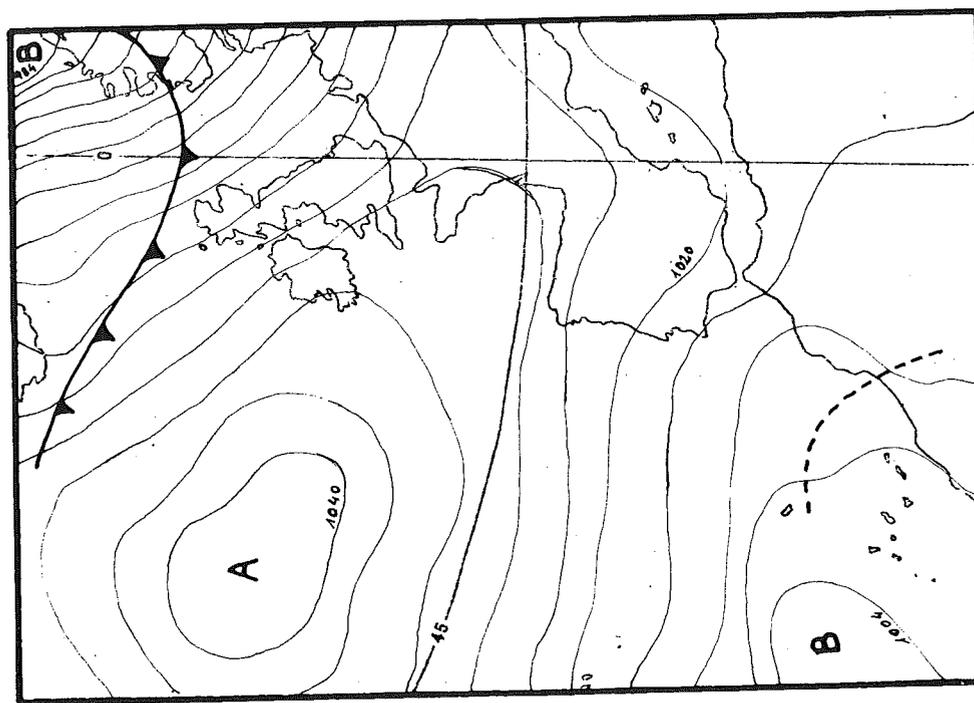
	M	m	P
Candanchú . . . . .	-5	-14	
Formigal . . . . .	-3	-9	
Salvatierra . . . . .	6	-4	
Jaca . . . . .	3	-11	
Ena . . . . .	4	-10	
Caldearenas . . . . .	6	-10	
Luesia . . . . .	5	-5	
Aineto . . . . .	6	-9	

Todo el Alto Aragón registró mínimas considerables, la mayoría de ellas ocupando el puesto de mínimas absolutas estacionales. Los observatorios más elevados (Candanchú, Formigal) o los situados en el fondo de depresiones (Jaca, Ena, Caldearenas) alcanzaron los valores mínimos más fuertes, mientras que hacia occidente (Salvatierra, Luesia), fueron disminuyendo por los sucesivos efectos de contención que crean las crestas divisorias.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 1-3-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

Las altas presiones de los meses fríos están directamente influenciadas por el aire denso del anticiclón continental, situaciones que normalmente producen unos efectos muy similares a los que cabría esperar de la observación directa del correspondiente mapa del tiempo. Más aun cuando está reforzada en el mapa de 500 mb. por un relieve isobárico similar. Las características de este tipo de tiempo son muy parecidas en ambas vertientes pirenaicas.

Limpieza del cielo, humedad relativa moderada, ausencia de precipitaciones y fuertes escarchas matinales caracterizan estas situaciones de extremados efectos termométricos. Su frecuencia tan solo es del 0,4 % de los tipos de tiempo en primavera.

b) *Tipos de tiempo anticiclónicos fríos y con precipitaciones:* Durante la primera decena de abril, la península estuvo situada en el área de encuentro de dos circulaciones, estando la mayor parte afectada por ondas de la corriente septentrional. La situación del día 10 de abril de 1970 será una consecuencia de los distintos enfrentamientos de estas masas térmicamente diferentes.

La alta de Islandia y las bajas presiones instaladas en el meridiano danés provocan una acumulación de aire frío que alcanza latitudes más meridionales, a la vez que el aire tropical, más húmedo, es empujado hacia Europa por la alta de Azores. El enfrentamiento de estas masas de aire dará lugar a precipitaciones, siendo de nieve en los puntos más elevados.

La dorsal anticiclónica y las masas subtropicales que se desplazan hacia la península configuran este tipo de tiempo, cuya variedad de posibles efectos da lugar a que no siempre exista una correspondencia con lo que cabría esperar de la lectura del mapa.

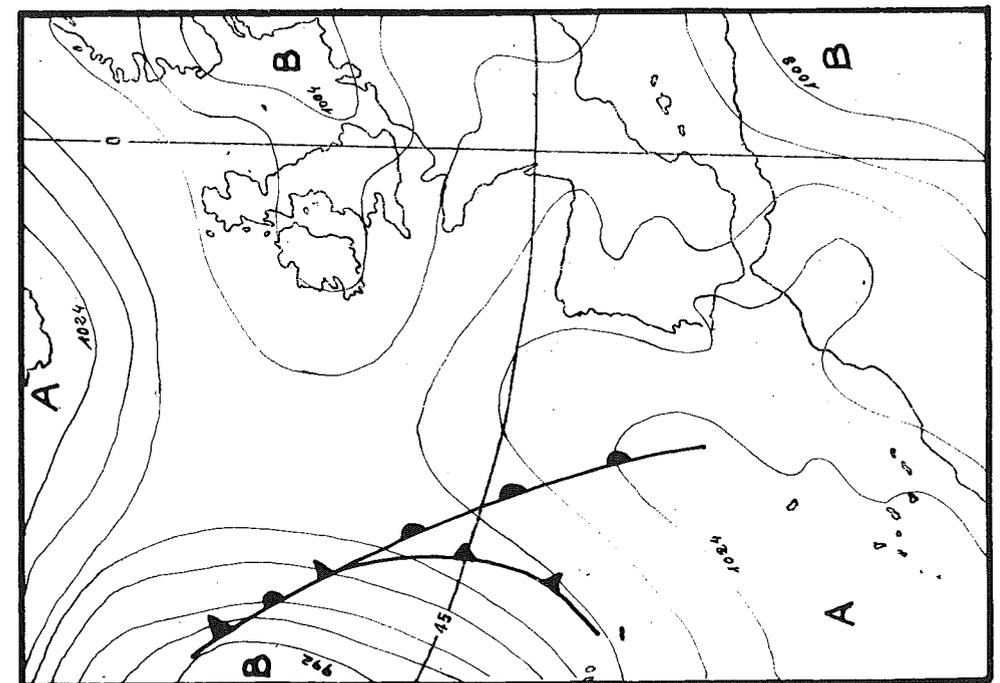
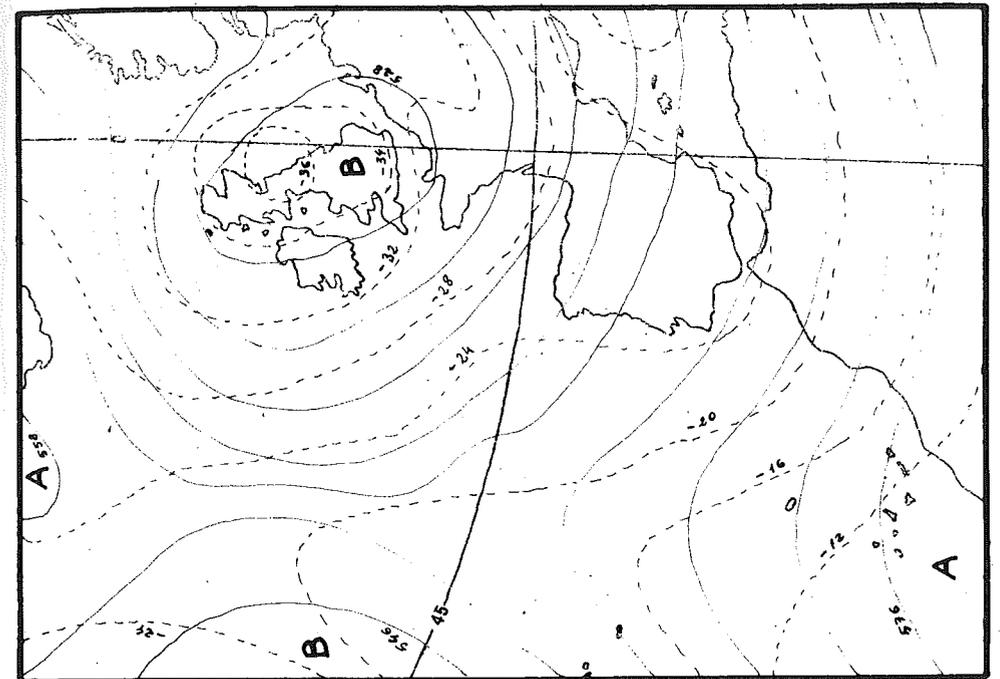
La nubosidad cubre buena parte del día con vientos moderados del 4º cuadrante y la humedad relativa (60 %) se ve aumentada por la masa de aire estable instalada en la Península.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	1	-12	1
Formigal . . . . .	3	- 4	0,4
Salvatierra . . . . .	9	2	2
Jaca . . . . .	8	- 3	0,6
Ena . . . . .	7	- 3	0,8
Caldearenas . . . . .	11	- 4	-
Luesia . . . . .	10	2	2
Aineto . . . . .	10	- 4	4

En un flujo de este tipo las temperaturas mínimas alcanzan valores más bajos en la parte oriental del Alto Aragón, a la vez que una menor precipitación. Las masas tropicales más húmedas van perdiendo su capacidad de precipitar a medida que van uniformándose térmicamente en contacto con la masa fría instalada previamente en la zona. La parte noroccidental de la península registró una respetable precipitación siendo ya prácticamente nula en la mayor parte del valle del Ebro, sólo compensada en algunos puntos por efectos orográficos. Similares efectos se constatan en la vertiente norooccidental pirenaica.

Los tipos anticiclónicos fríos con precipitaciones apenas suponen el 1 % de los tiempos primaverales, correspondiendo enteramente a flujos del noroeste. Corresponden al final de una posición del anticiclón atlántico y bajas presiones instaladas sobre Europa occidental mandando sobre la Península masas de aire distinto de origen y recorrido, más templadas las primeras y más frías las segundas,

c) *Tipos de tiempo anticiclónicos fríos y sin precipitaciones:* El origen de estos flujos, en primavera, presentan casi siempre la misma estructura. Derivan del frente



SITUACIÓN DÍA 10-4-1970

polar orientado de noroeste a sureste en razón de la actividad de los centros de acción árticos todavía potentes, pero puede llegar a establecerse incluso a finales de mayo provocando irrupciones de aire frío que fluye sobre la Península procedente de latitudes superiores (LAUTENSACH).

La situación del día 11 de marzo de 1970 tiene su origen en días anteriores cuando el anticiclón Atlántico sufre una dilatación del eje NW-SE. Actúa en forma de vaguada extendiendo un apéndice por encima de la península. Por su cara oriental provoca una subsidencia del aire polar que alimenta a la borrasca situada sobre Inglaterra y, a la vez, bloquea los posibles efectos de ésta en latitudes más bajas. Este flujo de aire queda reforzado por una baja instalada en el Mediterráneo, debido a la cual los vientos de NW cruzan la península manteniendo las temperaturas bajas.

Paulatinamente y en dos días, la situación va tomando una componente norte a la vez que va instalándose en la península una borrasca de carácter frío lo que producirá un empeoramiento general con nuevo descenso de temperaturas. Finalmente "la gota fría" queda aislada y se restablece la circulación zonal al norte de ella.

Cuando se establece una circulación de este tipo queda patente el efecto del relieve pirenaico y sus matizaciones en el Alto Aragón.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	-1	-7	
Formigal . . . . .	2	-8	
Salvatierra . . . . .	7	0	
Jaca . . . . .	7	-4	
Ena . . . . .	11	-3	
Caldearenas . . . . .	9	-5	
Luesia . . . . .	6	2	
Aineto . . . . .	9	-6	

En la vertiente septentrional pirenaica la contención del aire frío por la cordillera perpendicular al flujo crea un tiempo mucho más frío y con precipitaciones, al tener que elevarse por el efecto macizo. En la parte meridional la nubosidad se disipa al descender el aire después de atravesar la cadena.

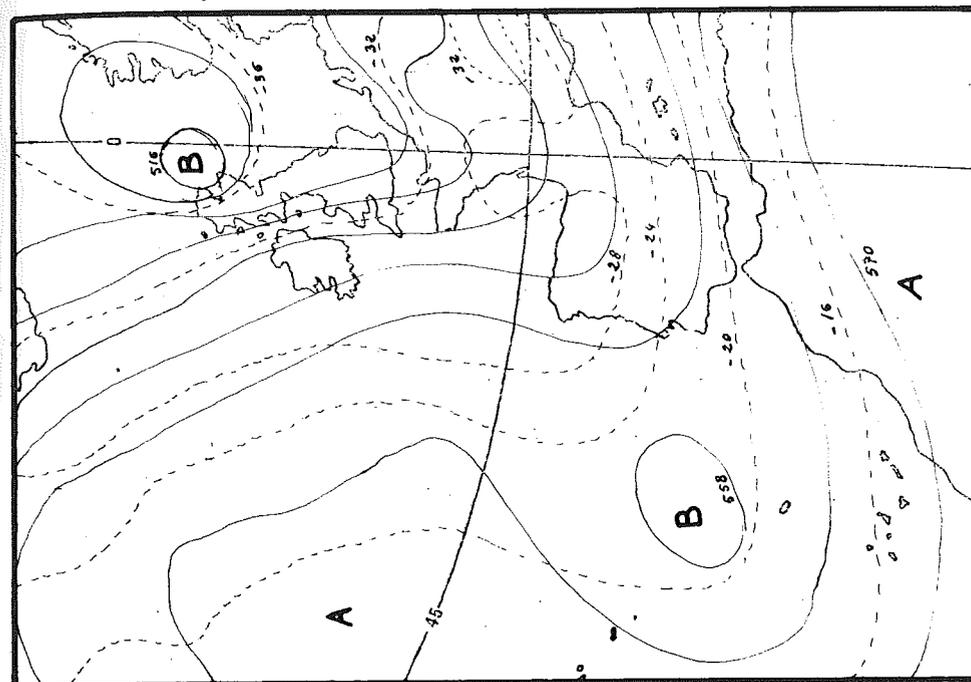
En los fondos de valle y depresiones las mínimas son muy acusadas por acumulación del aire frío, pero aún dentro de la misma Depresión Media es suficiente cualquier obstáculo perpendicular al flujo para que sean menos frías (Salvatierra). Por la misma causa se libran de heladas los puntos situados en el extremo suroeste de la zona, en la vertiente meridional de las Sierras de las Peñas (Luesia).

Estos tipos de tiempo adquieren categoría de primer orden dentro de los tiempos caracterizado por las altas presiones durante esa estación. Su frecuencia sólo es superada por los tipos más templados ya hacia el final de la estación cuando el bloqueo del anticiclón atlántico es más efectivo. En conjunto representan casi el 6 % de los variados tipos de tiempo primaverables, repartidos en flujos del NW, N y NE, según su importancia, respectivamente.

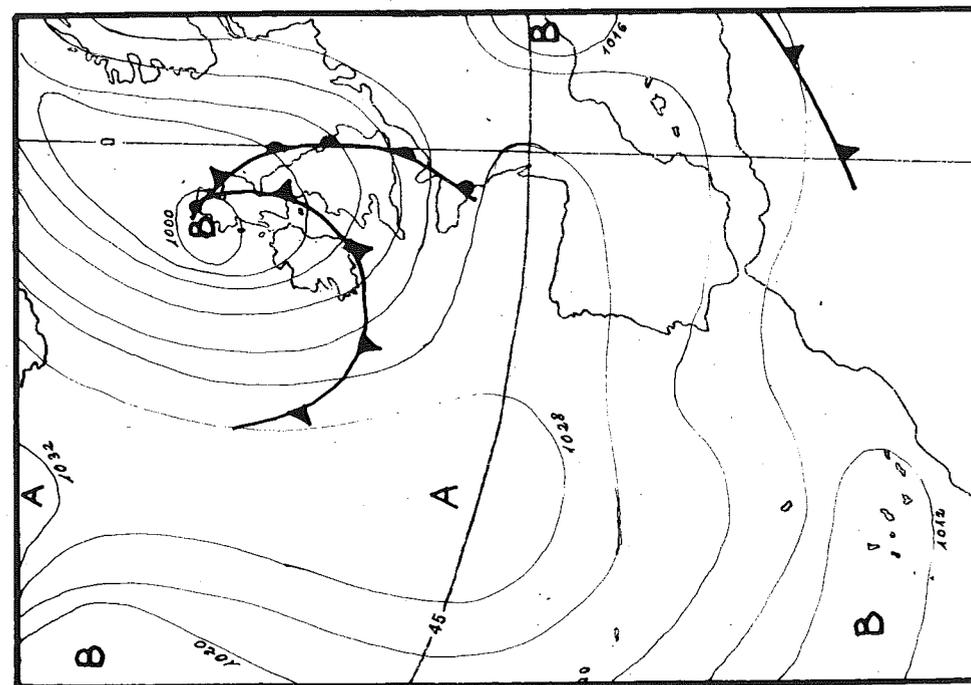
d) *Tipos de tiempo anticiclónicos templados con precipitaciones:* Cuando los flujos son de componente oeste, más templados que los submeridianos, dan origen a tipos de tiempo más benignos. Las perturbaciones desplazadas por el Atlántico surgen del enfrentamiento entre el aire tropical, cálido y cargado de humedad y el polar. Uno y otro confluyen por empuje del anticiclón de Azores y del instalado en el Atlántico norte taponando la circulación en latitudes más septentrionales, respectivamente. Entre ambas se desplazan los frentes creando un flujo perturbado de oeste a este.

En razón del contraste térmico que se crea entre estas masas marinas y el que posteriormente surge cuando alcanzan el continente implica que el anticiclón de

SITUACIÓN DÍA 11-3-1970

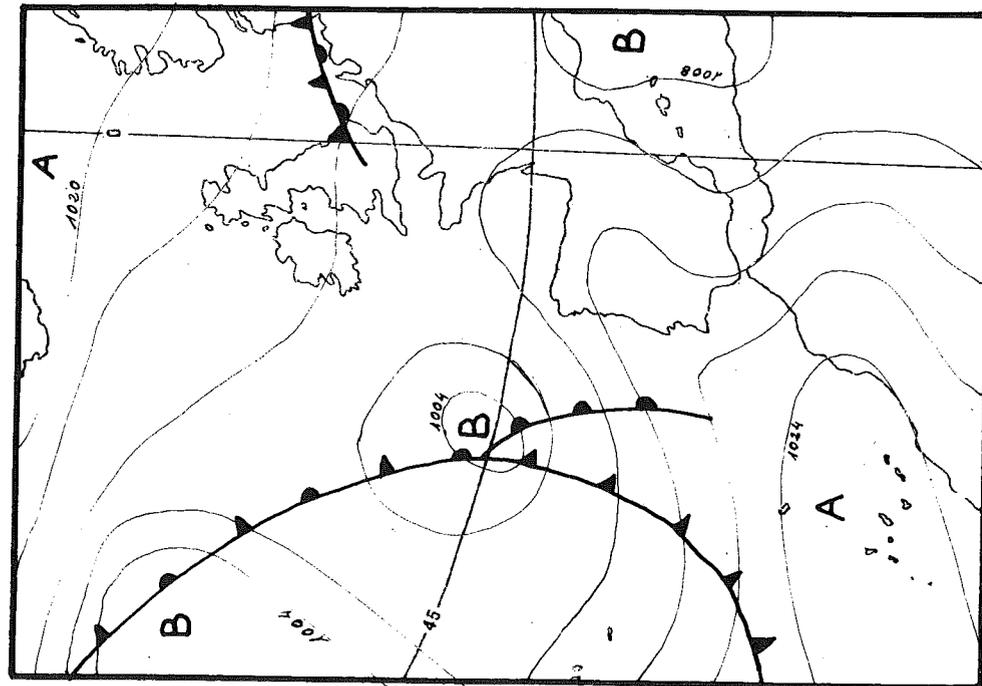


MAPA DE 500 MB - 12 H.

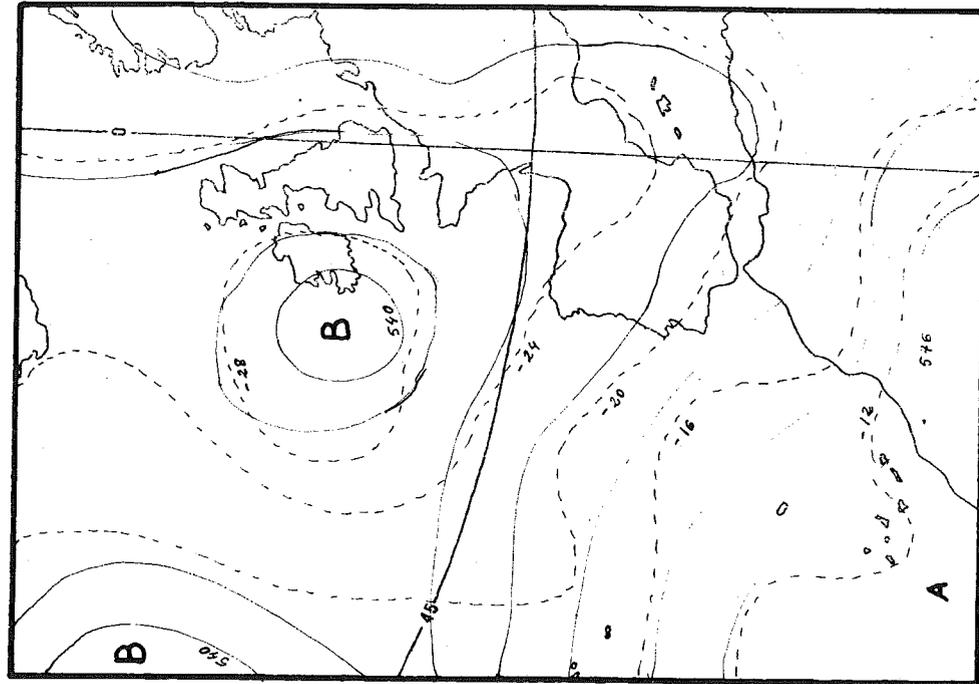


MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 5-5-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

Azores no sobrepase los 40° de latitud norte. Cuando esto sucede el flujo es desviado más al norte, con mucha menor inercia, y dando origen a un tipo de tiempo mucho más frío.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	3	-2	4
Formigal . . . . .	—	—	—
Salvatierra . . . . .	—	—	18
Jaca . . . . .	12	1	3,5
Ena . . . . .	11	6	12
Caldearenas . . . . .	13	1	9,7
Luesia . . . . .	15	5	11
Aineto . . . . .	—	—	19,5

Las estaciones situadas en los puntos más elevados de la cadena registran, en valores absolutos, la menor precipitación. Cuando se trata de un flujo zonal, como en este caso, la propia cadena va creando un abrigo a sotavento de cada estribación montañosa, que hace que las precipitaciones disminuyan considerablemente. En consecuencia, los máximos que se registran en nuestra zona obedecen a dos razones: bien por tratarse de puntos de barlovento de las primeras estribaciones prepirenaicas (Luesia, y más septentrional Salvatierra), o bien en los extremos sureste donde los murallones de las Sierras Exteriores vuelven a elevar considerablemente el relieve, obligando al aire a dejar, por condensación, la escasa humedad que todavía lleva. La depresión media actúa de corredor sin obstáculos donde la precipitación es moderada.

Como tiempo del oeste las características térmicas corresponden a las que cabría esperar: templadas, sin grandes oscilaciones y muy uniformes en la zona.

Con una frecuencia de casi el 3 % de los tipos de tiempo de primavera y un 5 % sobre el total de anticiclónicos corresponde a un tipo de tiempo no muy frecuente, debido principalmente a su segunda fase derivada del ondulamiento zonal y reforzamiento frío en altitud.

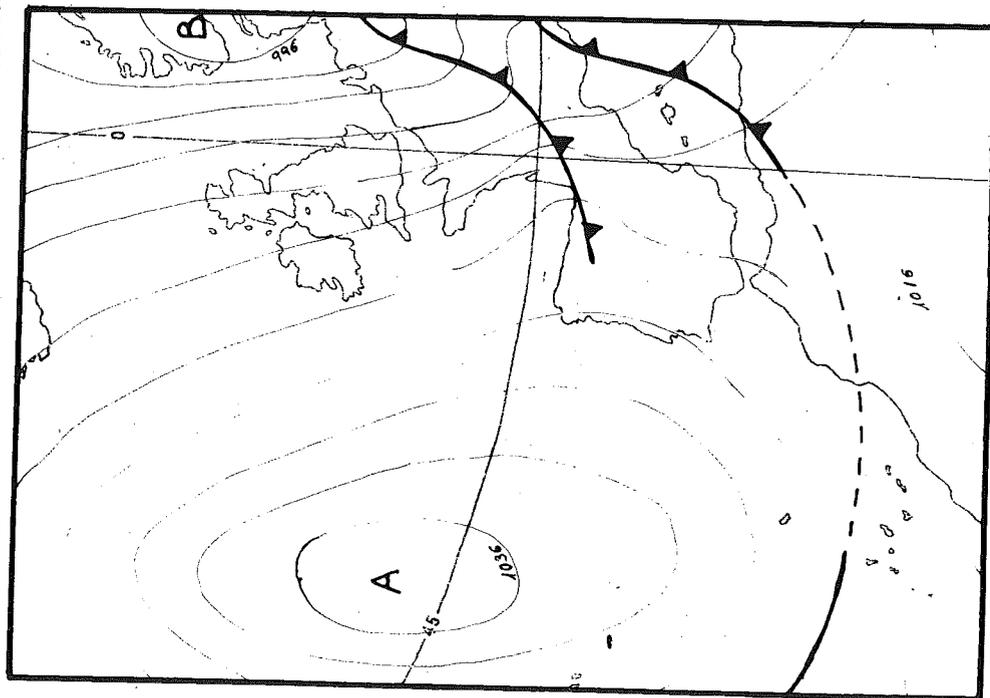
Su distribución por direcciones corresponde generalmente a tipos del W, si bien debido al balanceamiento del anticiclón puede matizarse hacia el SW y NW.

e) *Tipos de tiempo anticiclónicos templados y sin precipitaciones:* El anticiclón atlántico alcanza Islandia con sus isobaras norte-sur y una depresión ocupa Escandinavia y el mar del Norte. Dicha corriente está caracterizada por la intervención de masas de aire árticas muy frías que circulan a lo largo del frente ártico.

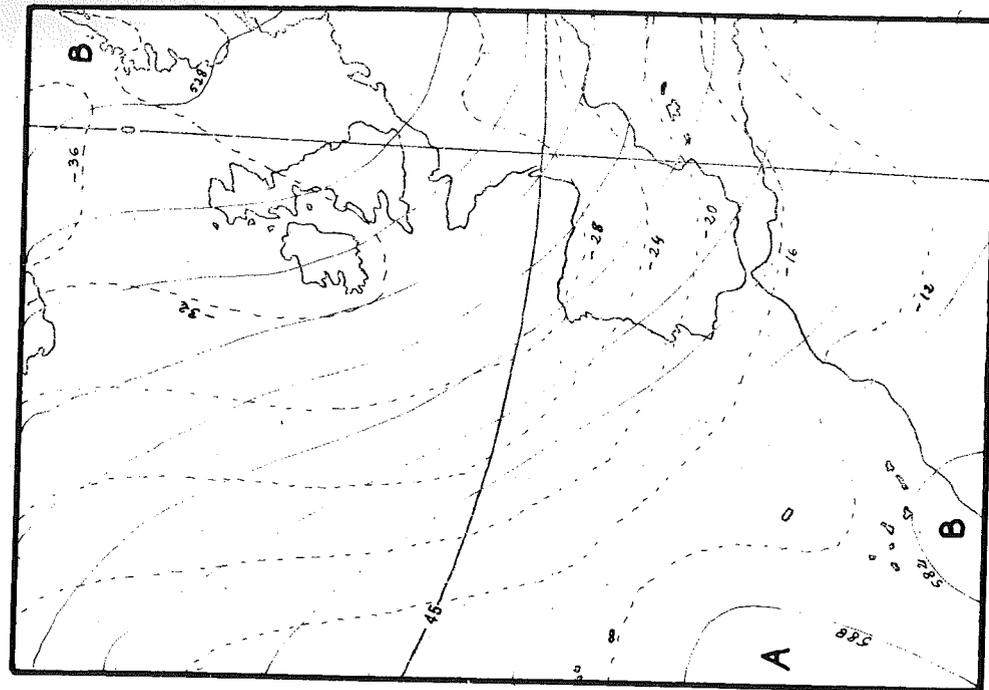
Los efectos templados provocados por estas situaciones se corresponden con las características propias de mediada la primavera. El aire que se desplaza a causa del anticiclón marino todavía sigue frío y los que succiona la baja continental participa también de estas características, por lo que los contrastes y la posibilidad de crear flujos perturbados se reducen considerablemente. Por esta razón, suele constituirse un frente frío cuya acción más manifiesta tiene lugar cuando el aire menos frío es barrido y obligado a elevarse.

Durante el 26 de abril de 1970 el anticiclón atlántico actuó a modo de anticiclón de bloqueo, impidiendo la circulación zonal antes y después del citado día. Todos los flujos adquirieron una componente submeridina e incluso meridiana.

SITUACIÓN DÍA 26-4-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

	M	m	P
Candanchú.....	2	-4	
Formigal.....	4	-3	
Salvatierra.....	20	6	
Jaca.....	12,5	8	
Ena.....	19	2	
Caldearenas.....	21	5	
Luesia.....	14	2	
Aineto.....	10	2	

Con un flujo de estas características se crea un efecto föhñ en la cordillera pirenaica con una total ausencia de precipitaciones. Queda como excepción de este día la estación de Formigal que registró 1,2 l/m<sup>2</sup>. Su explicación radica en que la vertiente septentrional pirenaica registró un tipo de tiempo anticiclónico con precipitaciones producidas por la elevación montañosa, que obliga a los flujos meridianos a elevarse para superarla. En consecuencia, los puntos más cercanos a la divisoria y más abiertos topográficamente al norte todavía participaron de las lluvias orográficas. Los frentes del sector norte aportan siempre, en la vertiente septentrional de los Pirineos, precipitaciones superiores a las que corresponden a una depresión del W (KERBE).

Contrariamente la vertiente meridional se caracterizó por unos vientos racheados superiores a 7 m./sg. y una nubosidad de 5-6 octas. Las temperaturas en general elevadas y la humedad relativa inferior al 60 %. Sólo la España cantábrica registró cantidades apreciables de precipitación.

Estos tipos de tiempo son frecuentes a lo largo de primaveras poco lluviosas. Comportan con los tipos del noroeste, la responsabilidad de días templados bajo flujos submeridianos y meridianos. Hacia finales de la primavera son los del nordeste y finalmente los del suroeste los que caracterizan estos tiempos.

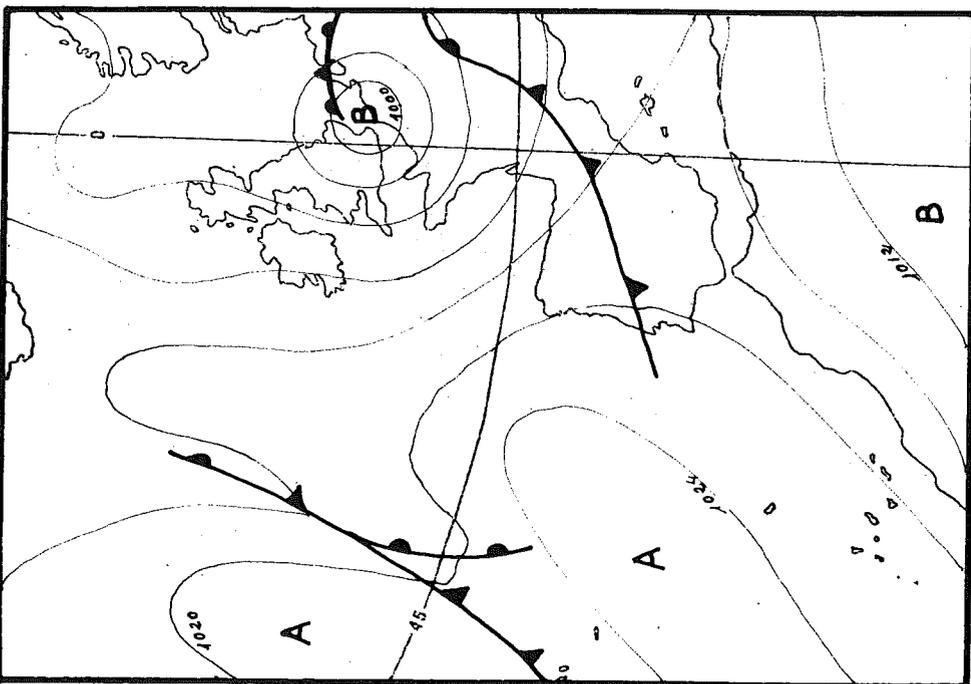
En conjunto representan casi el 13 % del total de los tipos de tiempo que se dan en primavera y más del 30 % del total de los anticiclónicos sin precipitaciones.

f) *Tipos de tiempo anticiclónicos cálidos con precipitaciones:* En la situación del día 30 de mayo de 1969 podemos observar en el mapa de altura cómo la altas subpolares han creado una vaguada que alcanza la parte septentrional de la Península. La ruptura completa se produce cuando la circulación corta a la vaguada de su centro originario que la alimenta, para quedar aislada en forma de gota fría. Esta masa circular ciclónica, aislada en la troposfera entre aire más cálido, será el origen del refuerzo de la baja en superficie.

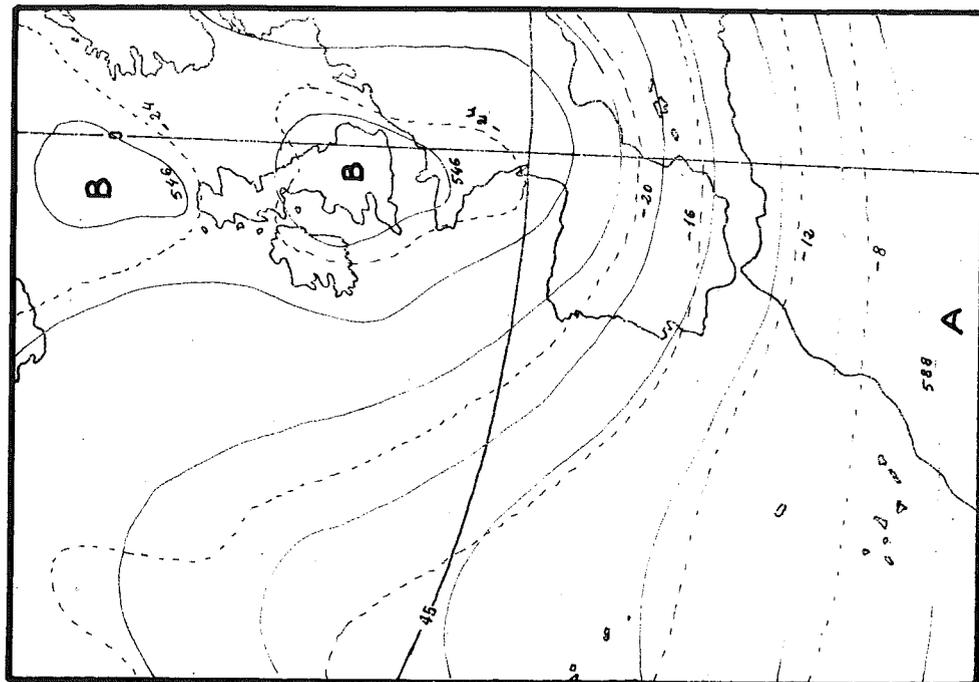
La situación de este día viene dibujada por una zona de alta presión situada al norte del paralelo 50° quedando más al este un área con centro depresionario, reforzada en altitud por una gota fría (de -24°). Los sistemas frontales se suceden con sus dorsales durante varios días dando lugar a tiempo variado, pero con gran predominio de las precipitaciones por quedar la vaguada principal de esta circulación muy cerca de la Península.

Sus manifestaciones pluviométricas fueron importantes en toda la parte noroccidental de la Península, pero debilitándose hacia el este. El flujo de aire del suroeste que la depresión atraía dio como denominador común un tipo de tiempo suave.

SITUACIÓN DÍA 30-5-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

	M	m	P
Candanchú.....	6	0	16
Formigal.....	6	2	31,7
Salvatierra.....	—	—	14
Jaca.....	14	5	6,6
Ena.....	13	10	3
Caldearenas.....	17	11	1
Luesia.....	20	10	—
Aineto.....	—	—	29,5

Las precipitaciones aumentaron sensiblemente en las partes altas donde la topografía obligaba un descenso del aire. Así ocurrió con las estribaciones pirenaicas y puntos elevados de las Sierras Exteriores. Por el contrario, en las depresiones disminuyó sensiblemente su total pluviométrico. A la inversa ocurrió con las temperaturas, más altas (máxima y mínima) en las zonas de menor altitud y más bajas (máxima y mínima) en las partes altas cuya topografía obligaba a un enfriamiento por ascenso del flujo.

Durante la primavera estos tipos de tiempo suponen el 2,5 % del total. Si los relacionamos con los anticiclónicos únicamente suponen el 4 %.

g) *Tipos de tiempo anticiclónico cálidos sin precipitaciones:* La situación del 10 de abril de 1969 señaló el inicio de un tipo de circulación que, desde el punto de vista de las precipitaciones, dividió el mes en dos períodos húmedos separados por unas altas presiones que se iniciaron el citado día.

Durante los primeros días y los últimos, sedas gotas frías dieron lugar a precipitaciones, pero el día 10 se estableció una circulación zonal alta (por encima de los 45° latitud norte) desviando los flujos perturbados del oeste por encima de esa latitud. La península quedó en el borde E. de una dorsal anticiclónica, resto todavía de la circulación meridiana que caracterizó el período anterior húmedo.

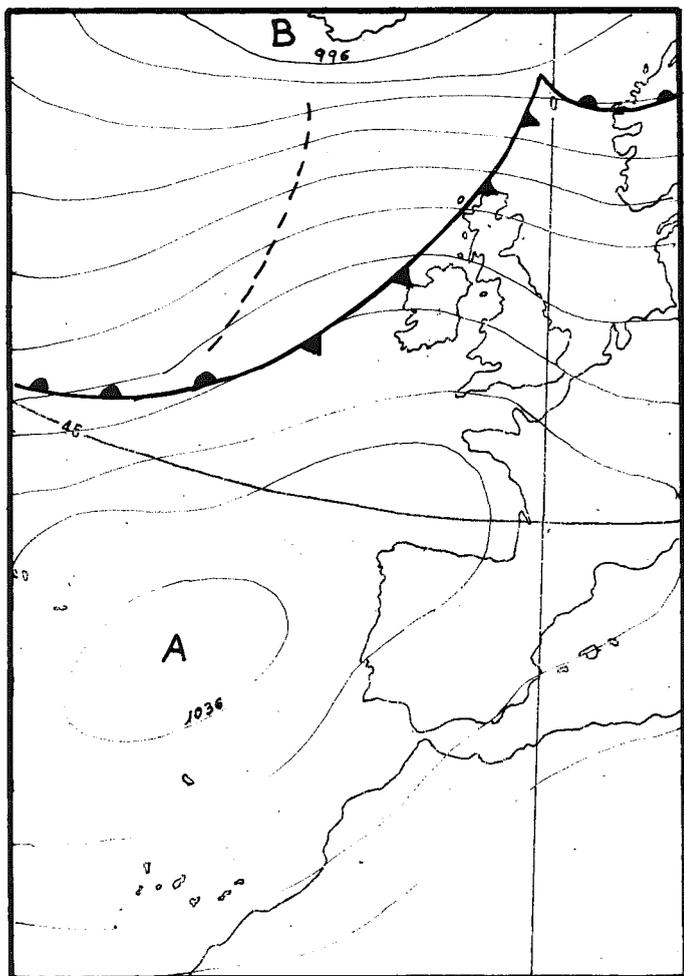
El fuerte anticiclón instalado al suroeste de la península quedaba muy fortalecido por el refuerzo que suponía la igual distribución barométrica a 500 mb. La circulación a esa altitud, al igual que en superficie, tomaba una dirección suroeste-nordeste empujando sobre la zona aire más cálido y húmedo.

	M	m	P
Candanchú.....	6	1	
Formigal.....	11	2	
Salvatierra.....	16	5	
Jaca.....	20	3	
Ena.....	17	3	
Caldearenas.....	19	4	
Luesia.....	14	6	
Aineto.....	19	3	

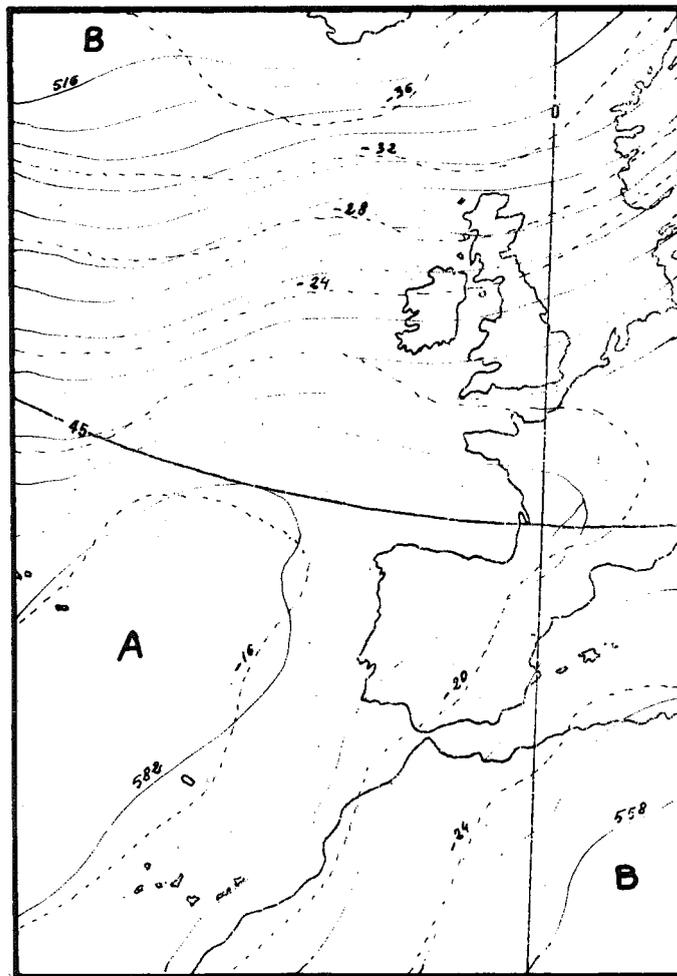
El Alto Aragón se caracterizó por un tiempo muy estable, con vientos que no llegaron a 1 km./h. como consecuencia del débil gradiente barométrico establecido. La subsidencia del aire en la parte oriental del anticiclón daba origen a un tiempo totalmente despejado, a la vez que las temperaturas diurnas se elevaban considerablemente.

Una situación de este tipo homogeneiza de tal forma que tanto las máximas como las mínimas presentan valores muy similares en toda la región, al igual que el tiempo de tiempo resultante entre una y otra vertiente pirenaica. La humedad

SITUACIÓN DÍA 10-4-1969

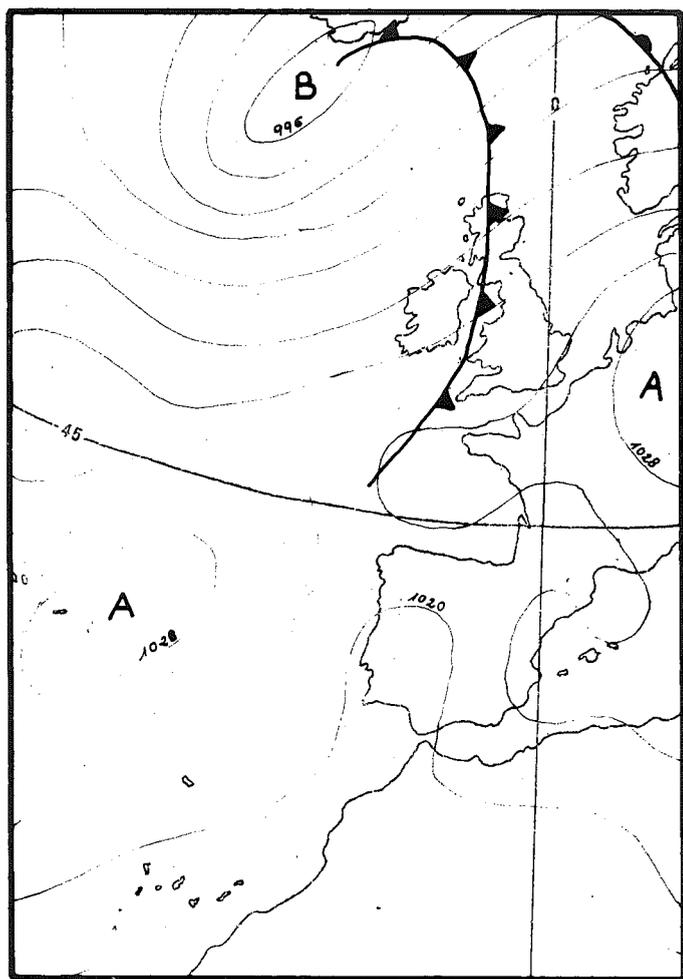


MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

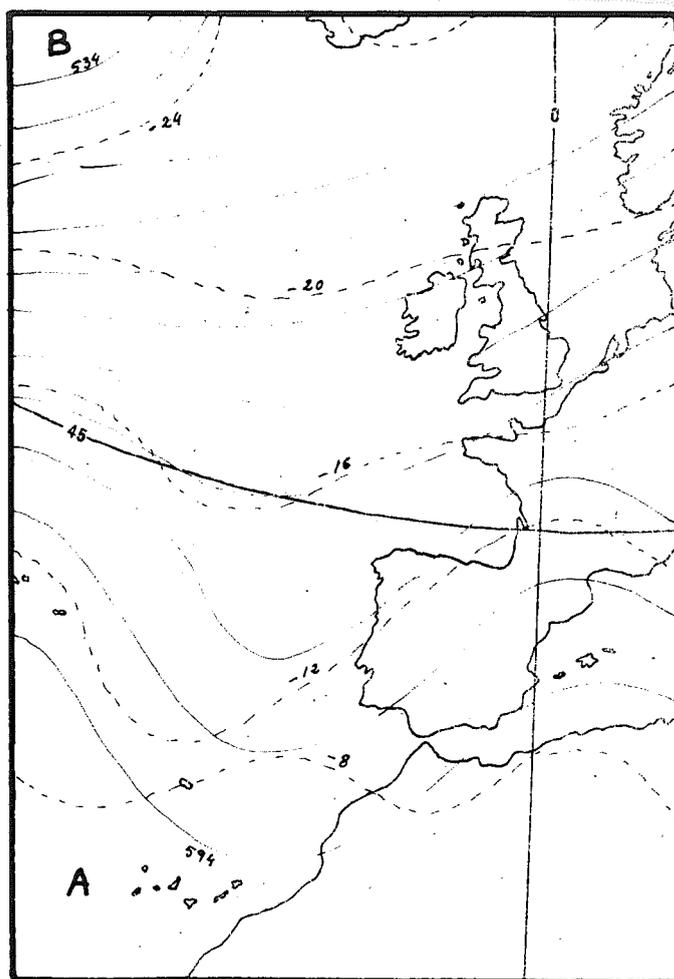


MAPA DE 500 MB - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 24-5-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

relativa muy baja (inferior al 40 %) contribuyó a que los mínimos nocturnos descendieran entre 1° y 6°. La Sequedad del aire y la ausencia de nubosidad favorecieron la irradiación.

Durante la primavera, estos tipos de tiempo ocupan el primer lugar en el total de ellos (18 %) y suponen el 33 % entre el total de los tipos anticiclónicos de esta estación. El progresivo ascenso del anticiclón de Azores hacia mayores latitudes —preludio de las características veraniegas— va caracterizando estos tipos sin precipitación. Sólo cuando va ganando en amplitud y se establece la circulación zonal penetrante, con temperaturas también cálidas, los flujos perturbados del oeste.

Dentro del 33 % del total de los tipos anticiclónicos, los del NE ocupan el primer lugar (anticiclón extendiendo su dorsal sobre Europa meridional), seguidos de los del oeste. Su posición más retrasada caracteriza los del suroeste. En sus desplazamientos dará lugar a las situaciones intermedias del NW, de corta duración.

h) *Tipos de tiempo anticiclónicos muy cálidos y sin precipitaciones:* La situación que caracterizó este tipo de tiempo tuvo su origen unos días antes en que una cuña anticiclónica se situó al oeste de la península quedando ésta en la rama de vientos más meridianos debido a las altas presiones que se extendieron sobre el Atlántico hasta los 50° latitud norte.

Los flujos de componente norte que dominaron los días anteriores hicieron llegar hasta el Mediterráneo aire más frío estableciéndose en él una alta presión de 1.024 mb. Se estableció una corriente de componente E. que aportó aire más cálido desde la cuenca mediterránea, a su vez alimentada por aire sahariano pero sin que se produjera frontogénesis.

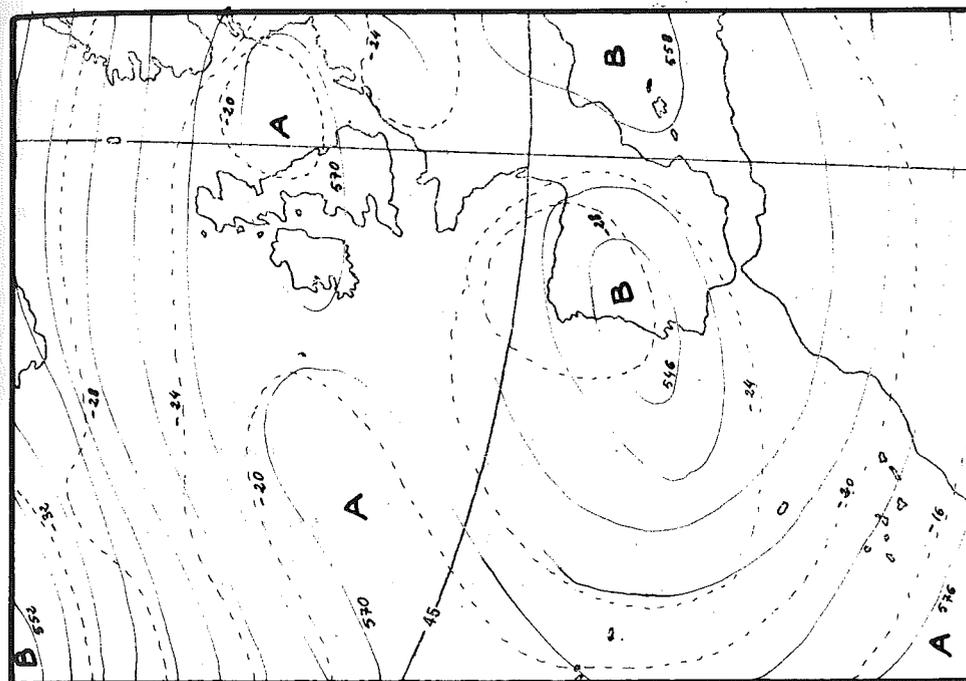
La masa más fría que, en días anteriores, había llegado a la cuenca fue transformándose en aire mediterráneo adquiriendo sus características de cálido y húmedo. Las condiciones apropiadas para ello se dieron en el momento en que a la invasión de aire más frío sigue una situación anticiclónica suficientemente estabilizada (JANSA, 1959).

El régimen anticiclónico en altura bajo el cual tiene que producirse la evacuación, la obliga a escurrirse por los mismos pasillos de invasión.

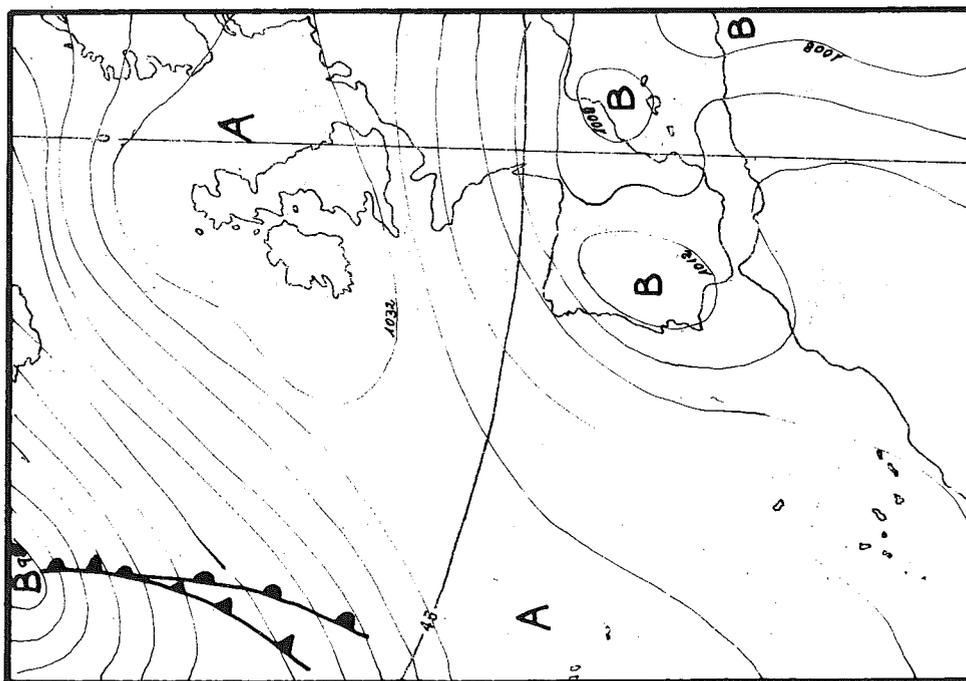
Con una dirección E. alcanzó las estribaciones septentrionales pirenaicas dando lugar a pequeñas precipitaciones, pero en la vertiente meridional fue alejándose cada vez más del punto de saturación por su contacto con el suelo más caliente, ya a finales de primavera. Únicamente mostró sus efectos en un aumento de nubosidad muy ligero (2 octas) y una elevación normal de las temperaturas. El viento no sobrepasó apenas los 2 km./hora y la humedad relativa estuvo muy cerca del 40 %. Sequedad de ambiente sólo superada por situaciones de auténticos efectos de pantalla.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	15	6	
Formigal . . . . .	18	8	
Salvatierra . . . . .	27	8	
Jaca . . . . .	26	7	
Ena . . . . .	25	9	
Caldearenas . . . . .	29	9	
Luesia . . . . .	26	12	
Aineto . . . . .	27	10	

Las máximas correspondieron al fondo de la cubeta prepirenaica por estancamiento del aire, recalentado por el paso sucesivo de distintas divisorias. Al seguir una dirección hacia el oeste y atravesar las sierras prepirenaicas las máximas fueron aumentando, en parte por la disminución en altitud (Luesia). Igualmente ocurría, debido al descenso altitudinal, con el flujo que tomaba la Depresión Me-



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 4-4-1969

día y alcanzaba los límites occidentales de la zona (Salvatierra). En conjunto, un flujo en este sentido llega a alcanzar por igual a los distintos puntos del Alto Aragón, cuyas diferencias o matices locales sólo son debidos a diferencias de altitud.

Su duración no suele sobrepasar las 24 horas, pues es normal que el anticiclón atlántico se ensanche latitudinalmente, extendiéndose en dorsal sobre Europa Occidental y cambia el flujo o nordeste.

Los tipos de tiempo anticiclónico muy cálidos sin precipitación a lo largo de la primavera suponen un 4 % del total de ellos, de los cuales casi el 80 % corresponden a flujos del NE, E y SE, bien como secuela del anticiclón oceánico extendido sobre Europa, bien cuando las altas presiones se adueñan de la cuenca occidental del Mediterráneo.

B) *Ciclónicos*. — Los tipos de tiempo derivados de las perturbaciones ciclónicas se suceden a lo largo de la primavera alternando con los períodos de buen tiempo anticiclónico. Unos y otros dan a esta estación su carácter irregular y variable. Bajo estas condiciones el estado de tiempo es húmedo, intensamente nublado y generalmente lluvioso.

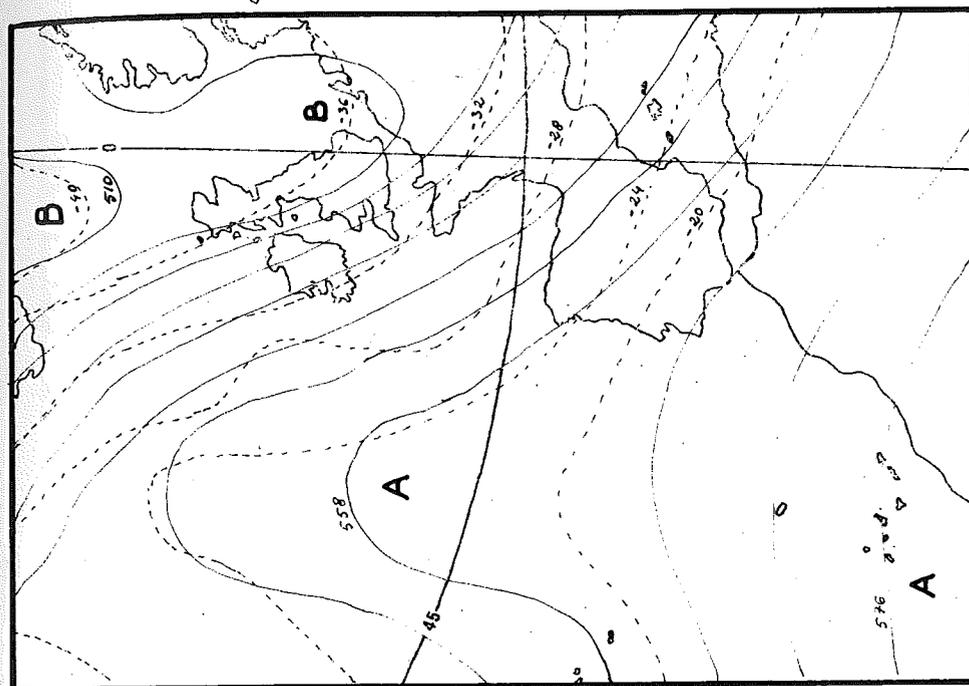
Sus orígenes están fundamentalmente, a la vez, en un tipo de circulación zonal y meridiana. Esta última con mucha menor frecuencia. La primera deriva de una retirada meridional del anticiclón de Azores, permitiendo que la circulación zonal circule entre los 40 y 45° de latitud norte. Un segundo tipo deriva de una circulación lenta, más meridiana, como consecuencia de una ondulación del frente polar que permite poner en contacto masas frías con aire tropical a lo largo de la costa occidental española o en el mismo Mediterráneo. Estos sistemas actúan a modo de "gotas frías", generados de importante inestabilidad.

a) *Tipos de tiempo ciclónicos muy fríos con precipitaciones*: En el mapa de 500 mb. correspondiente al 4 de abril de 1969 se observa una dorsal que alcanza más allá de las Islas Británicas, en cuya rama de vientos del nordeste se bifurca la circulación: la rama meridional de dicha dorsal se sitúa en el Atlántico sur sin apenas sobrepasar los 50° de latitud norte dirigiendo dicho flujo hacia Azores y Canarias.

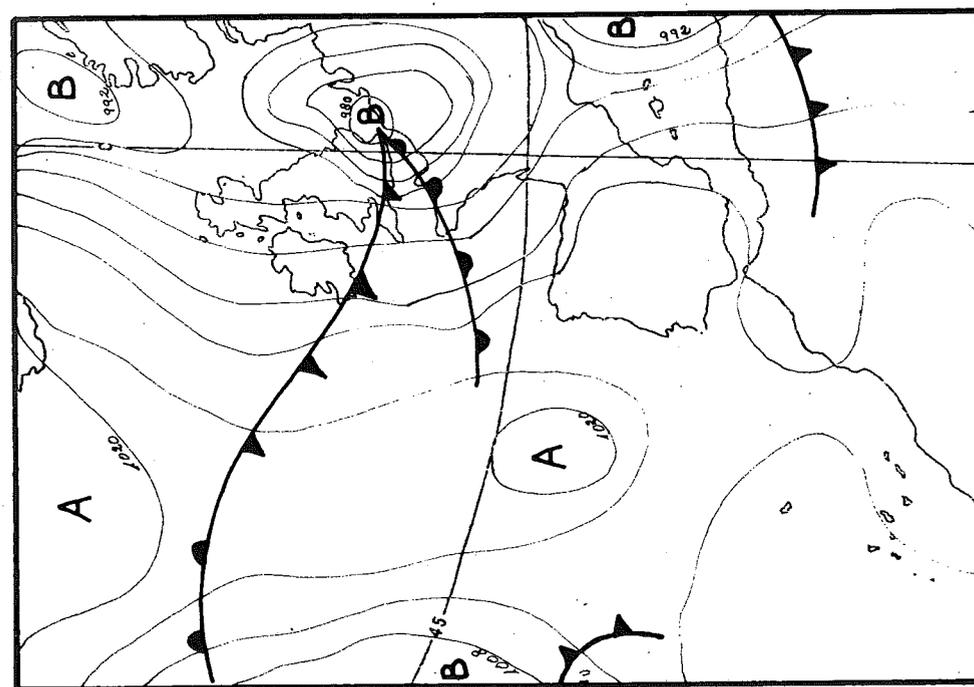
Los contrastes térmicos de las masas de aire que confluyen por la vertiente este de la dorsal y por la vertiente sureste de centro depresionario, serán los detonadores que pondrán en marcha este tipo de tiempo perturbado con precipitaciones. La baja instalada en superficie surgirá como consecuencia del aire frío y denso de origen más septentrional, la cual atraerá posteriormente un flujo cálido y húmedo de origen meridional.

Estas corrientes perturbadas determinan muy a menudo fuertes lluvias, pero raramente temperaturas muy elevadas porque las masas cálidas se sitúan siempre en altitud. Precipitaciones que se caracterizan por ser copiosas debido a la conjunción de dos factores: por una parte, una muy fuerte inestabilidad, debido a la circulación general (o al menos regional) con advección de masas meridionales cálidas alrededor de una gota fría ibérica; por otra parte, una vigorosa ascendencia sobre el relieve local del flujo que penetra en la región por el sector este-sureste (VIGNEAU).

	M	m	P
Candanchú.....	0	-4	17
Formigal.....	2	-2	13,7
Salvatierra.....		1	11
Jaca.....	4	1	15
Ena.....	12	-3	24
Caldearenas.....		-4	22
Luesia.....		-3	12
Aineto.....	9	-4	17,5



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 4-3-1970

La nubosidad es abundante en toda la comarca, lo mismo que las precipitaciones, siendo menor a medida que nos elevamos en altitud o nos situamos más a occidente. Tipos de tiempos que contrastan pluviométricamente con la vertiente centro-occidental al norte de la cadena pirenaica. Allí se caracteriza un tipo de tiempo también frío, pero sin precipitaciones. El efecto barrera de los Pirineos es evidente.

Dentro de los variados matices que pueden observarse en el origen y evolución, la situación que caracteriza este tiempo es única e inconfundible. En total suponen, en primavera, sólo el 0,9 % de los tipos ciclónicos y un 1,8 % del total estacional.

b) *Tipos de tiempo ciclónicos muy fríos sin precipitaciones:* La situación del 4 de marzo de 1970 se inició como consecuencia de la dilatación del eje noroeste-sureste de un gran anticiclón que ocupaba el Atlántico al norte del paralelo 40°. En consecuencia, los vientos del norte cruzan la península dando lugar a precipitaciones en la parte septentrional de la cordillera pirenaica y en las zonas expuestas a dicho flujo. En el Alto Aragón tan sólo es apreciable en las estribaciones más septentrionales debido al efecto de barrera.

La situación que se establece es similar a la de los tipos de tiempo ciclónicos muy fríos surgidos como consecuencia de una circulación meridiana que alcanza nuestras latitudes. La circulación en altitud, reforzada por la corriente en chorro, toma una dirección norte empujando las masas frías por la cara este de la dorsal anticiclónica subpolar.

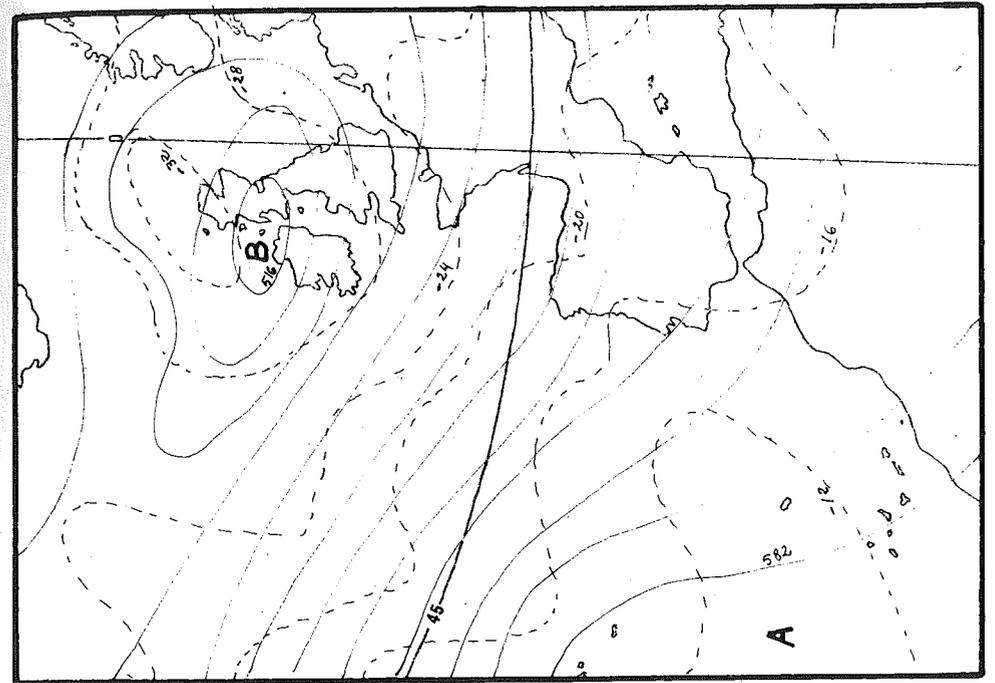
La situación suele presentarse con bastante frecuencia si bien con escasa duración. Surge como una situación transitoria entre el paso de la borrasca y la entrada de altas presiones sobre la península. Aunque estas situaciones debidas a aire frío apenas producen lluvias en las vertientes meridionales. Los movimientos de ascendencia verticales conjugados con la gran corriente que debe escalar el muro rápido y continuo de los Pirineos, precipitan caídas abundantes sobre toda la vertiente (PEDELABORDE, 1959) francesa. Corrientes que, cuando se presentan débiles son regeneradas por el relieve dándoles una energía incomparable.

Se presentan como situaciones totalmente previsible, dada la coincidencia entre el tiempo real y el que cabe esperar del estudio del mapa del tiempo.

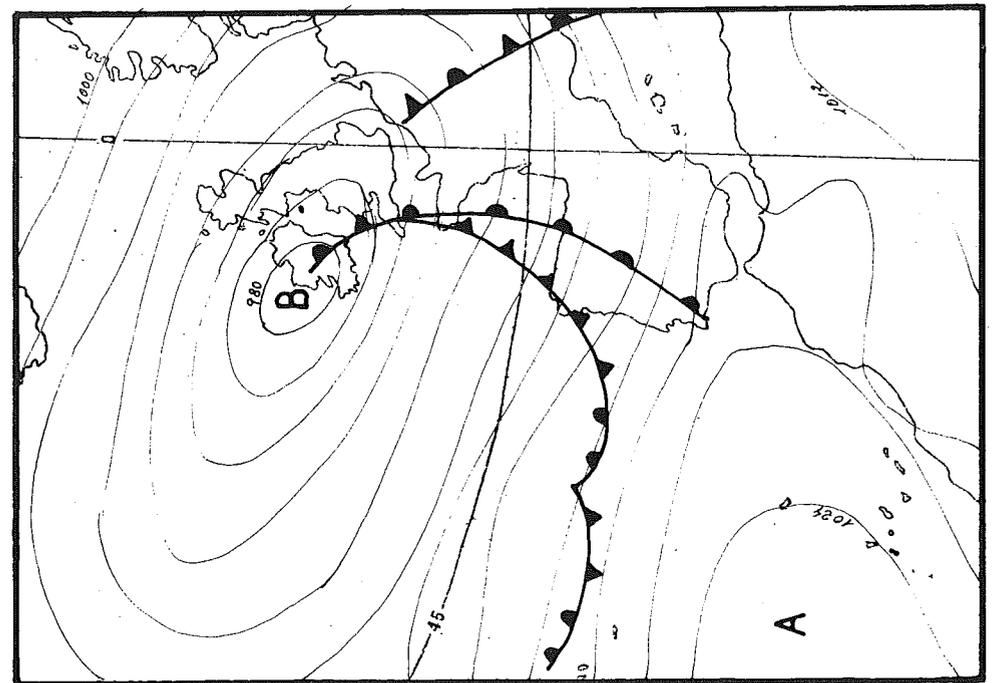
	M	m	P
Candanchú.....	-2	-11	2
Formigal.....	-1	-7	1
Salvatierra.....	4	-5	
Jaca.....	4	-6	
Ena.....	3	-5	
Caldearenas.....	6	-6	
Luesia.....	4	0	
Aineto.....	5	-6	

Vientos relativamente fuertes (superiores a 5 m./sg.), considerable descenso de la presión, humedad relativa cercana al 60 % sin producir precipitaciones nada más que en las vertientes septentrionales, y un general descenso de las temperaturas. Únicamente los puntos más occidentales de nuestra zona y a la vez de menor altitud escapan a temperaturas mínimas inferiores a 0°, al mismo tiempo que las máximas son tanto más elevadas cuanto más meridionalmente se sitúan las estaciones.

La precipitación llega a alcanzar los puntos situados inmediatamente a continuación de la divisoria pirenaica pero sin que sobrepasen los límites de las Sierras Interiores.



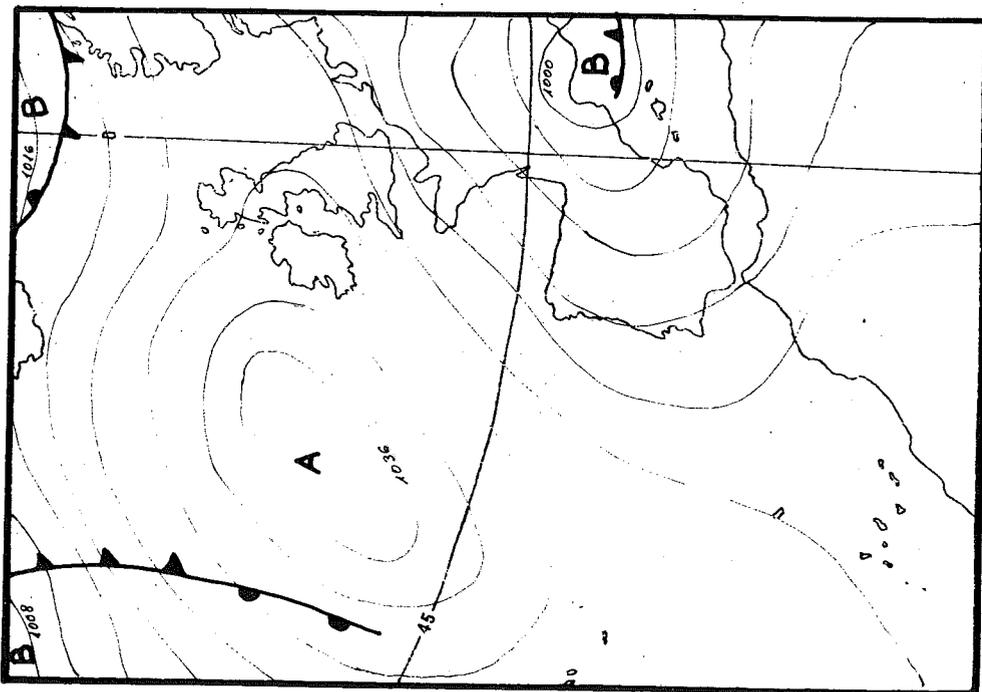
MAPA DE 500 MB - 12 H.



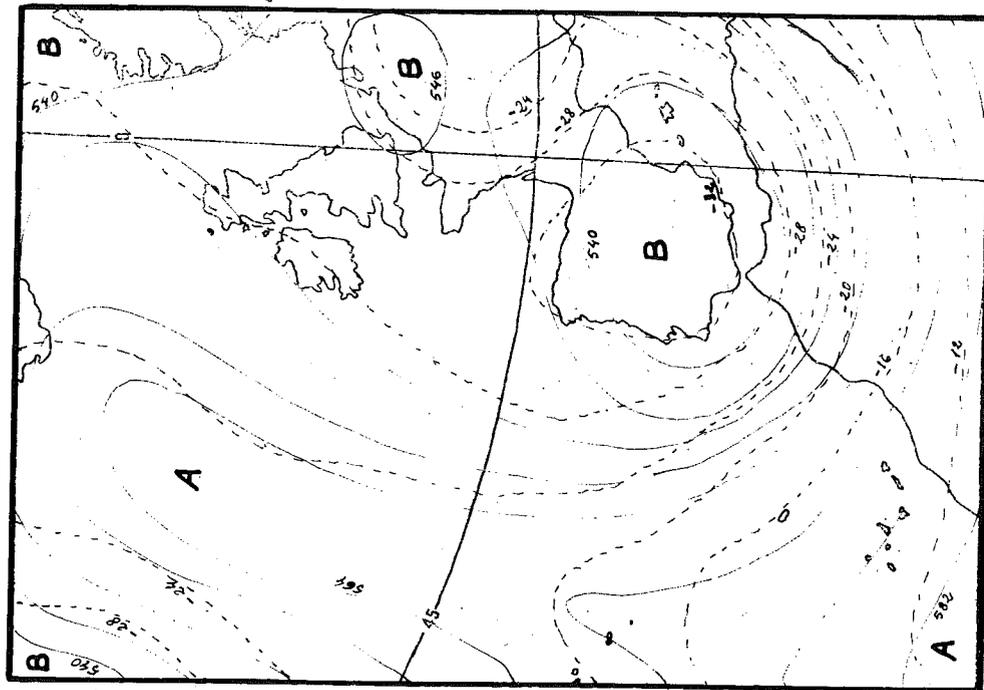
MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 21-4-1969

SITUACIÓN DÍA 14-3-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

Son tipos de tiempo cuyas condiciones pueden darse a lo largo de todo el año y ocupan 1,2 % de los tipos ciclónicos a lo largo de la primavera. En su totalidad corresponden a flujos del norte y nordeste.

c) *Tipos de tiempo ciclónicos fríos con precipitaciones:* Una alta presión situada al oeste de la Península durante los días que precedieron al día 21 de abril de 1969 va extendiendo su dorsal hasta el norte de Escocia. La circulación tiende a ser más meridiana para que, el día 21, a modo de gota fría instalada al oeste de Inglaterra en la superficie de 500 mb., origina la profunda depresión (980 mb.) que aparece en superficie.

Este centro de acción absorberá masas frías polares empujadas por el aire ártico hacia el SE, si bien cuando alcanza nuestra región está casi desnaturalizado por su largo recorrido sobre el Atlántico. En consecuencia está ya menos frío y más cargado de humedad.

Un amplio frente avanza a lo largo del paralelo 40, ocluyéndose al alcanzar Europa occidental, para formar otros en pleno Atlántico. Como parte final de este flujo perturbado llegan a alcanzarnos plenamente los frentes fríos y cálidos. Ligados a mínimos de presión constituyen los períodos lluviosos de origen atlántico que caracterizan abril y mayo en el valle del Ebro (BIEL-LUCEA y GARCIA DE PEDRAZA). Durante varios días (a veces alternando con días sin precipitación pero de abundante nubosidad) se suceden los frentes encadenados unos con otros, uno de los cuales suele revestir mayor importancia. Estos máximos de precipitación suelen coincidir con el final del período perturbado cuando el frente frío posterior está cercano a la oclusión con el cálido anterior y en consecuencia toma una dirección más zonal, evitando los abrigos aerológicos que surgen de una circulación más submeridiana.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	4	-1	19
Formigal . . . . .	9	1	11,6
Salvatierra . . . . .	11	6	18
Jaca . . . . .	9,4	7	27
Ena . . . . .	12	5	15
Caldearenas . . . . .			
Luesia . . . . .	12	8	21,2
Aineto . . . . .	13	5	20

Bajo estas condiciones todo el Alto Aragón goza de una abundante pluviometría que, lógicamente, va disminuyendo hacia el este. Al norte de las Sierras Interiores la precipitación disminuye hacia la parte oriental (se constituye un abrigo más efectivo debido a la mayor elevación de los relieves montañosos). En la zona central o Depresión Media van aumentando a medida que la topografía se eleva. Su condición de pasillo abierto a occidente deja penetrar fácilmente el flujo que va descargando progresivamente a medida que el relieve va elevando la masa de aire. Todo lo contrario ocurre en la Depresión Prepirenaica en la que la disminución se hace muy sensible: el efecto pantalla de las sierras de las Peñas, etc. es evidente. Los extremos suroriental y suroccidental siguen recibiendo abundante precipitación, bien por la mayor facilidad de acceso del flujo de aire (caso de occidente = Luesia 21,2 l/m<sup>2</sup>), bien por la consiguiente elevación del terreno debido a las Sierras Exteriores (caso de oriente = Aineto 20 l/m<sup>2</sup>) que frenan ya las últimas masas de aire. La precipitación del somontano —al sur de estas sierras—, apenas sobrepasó los 5 l/m<sup>2</sup>.

En conjunto, se muestran como tipos de tiempo muy nublados, con vientos cercanos a los 3 m./sg., notable descenso de la presión y con humedades relativas

de alrededor del 90 %, y que no desciende por debajo de 70 % aún después del paso del correspondiente frente.

Dentro de la variedad de tipos de primavera ocupan el 8,5 %. Cerca del 25 % si consideramos únicamente los tiempos ciclónicos con precipitaciones. Sólo aventajado por los de carácter más templado caracterizados por flujos del oeste a medida que avanza la primavera.

d) *Tipos de tiempo ciclónicos fríos sin precipitaciones*: La situación sinóptica del día 14 de marzo de 1970 surge como consecuencia de basculamiento del eje del anticiclón atlántico en una dirección nordeste-suroeste, a la vez que una baja presión de carácter frío se establece en la Península. Esta va trasladándose hacia el Mediterráneo para centrarse en las costas del sur de Francia. Bajo estas condiciones se crea un flujo del nordeste que invade la península y actúa a modo de frente frío.

La caracterización general de estos tipos de tiempo viene representada, como en invierno, por una dorsal de dirección submeridiana que se alarga prácticamente desde las Azores al Océano Artico por medio de un anticiclón sobre las Islas Británicas. Un mínimo barométrico flanquea las altas presiones sobre Europa, más o menos situadas al oeste o al sur. Todo este dispositivo se encuentra ligeramente modificado en altitud, pues la dorsal del anticiclón está algo más al oeste y con dirección más meridiana. A su vez la depresión está más marcada que en superficie (las expulsiones frías refuerzan esta situación en los 500 mb), por su condición de gota fría.

Estas expulsiones frías relativamente homogéneas representan el estadio final de antiguas perturbaciones del frente polar atlántico que han llegado contorneando el anticiclón (PEDELABORDE, 1957).

La baja presión instalada en superficie y desplazándose hacia el Mediterráneo ocasiona abundante precipitación en Cataluña, Baleares y sureste francés. Por el contrario, no alcanza nuestra zona al ser flujos del nordeste, con lo cual el abrigo topográfico que crea la cadena pirenaica se hace muy efectivo.

La situación establecida de flujo del nordeste puede tener una persistencia de hasta tres días. Va cambiando a medida que el anticiclón atlántico alarga su eje oeste-este y la circulación vuelve a ser zonal.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	-2	-6	3
Formigal . . . . .	-1	-7	
Salvaterra . . . . .	8	-4	
Jaca . . . . .	9	0	
Ena . . . . .	12	-3	
Caldearenas . . . . .	11	-4	
Luesia . . . . .	9	-1	
Aineto . . . . .	8	-1	

Todo el Alto Aragón queda inmerso en temperaturas mínimas por debajo de cero grados, tanto más cuanto el efecto está agravado por la altitud. Fácilmente puede deducirse que los puntos mejor dispuestos para que el aire quede embolsado son los que registran mayores heladas: extremo occidental de la depresión media, depresión prepirenaica, etc. Mínimas más elevadas para los puntos situados por encima de estos límites de embolsamiento (Ena) y más elevadas todavía para aquellos que suponen corredores canalizadores de estos flujos (Jaca) o tienen una situación más excéntrica donde el aire llega más desnaturalizado (Luesia y Aineto).

Este tipo perturbado es de los más frecuentes en primavera (7 %). Si únicamente tenemos en cuenta los tipos ciclónicos sin precipitaciones. Entonces suponen cerca del 25 %.

Su nubosidad está entre 6 y 8 octas, las velocidad del viento llega a caracterizarlos como días desapacibles con velocidad superior a 5 m./sg. Por su carácter de flujos que han atravesado una cordillera se comprende la baja humedad relativa (40 %) con que llegan a nuestra zona.

e) *Tipos de tiempo ciclónicos templados con precipitaciones*: Como consecuencia del anticiclón de bloqueo que se extiende por encima del paralelo 55° norte y de la depresión fría frente a las costas de Inglaterra, la progresión hacia el este de dicha vaguada, asociada a amplios sistemas frontales, extiende el empeoramiento a toda la Península, principalmente a la costa cantábrica y la mitad norte de aquella. El paso de ondas se van sucediendo dando lugar a copiosas precipitaciones.

El dinamismo ciclónico de la corriente del oeste en primavera se muestra muy homogéneo y a la vez muy diferente del dinamismo de otras corrientes perturbadas. Mientras que las perturbaciones del norte o del sur desencadenan casi siempre mecanismos tormentosos (gotas frías o inestabilidad convectiva) en razón del contraste de las masas de aire que se enfrentan, las del oeste representan "...le type parfait à caractère dépressionnaire..." (PEDELABORDE, 1957). Son raras las nubes de desarrollo vertical y los sistemas nubosos son vigorosos y extensos tanto al paso de los frentes cálidos, como de los fríos y de las oclusiones.

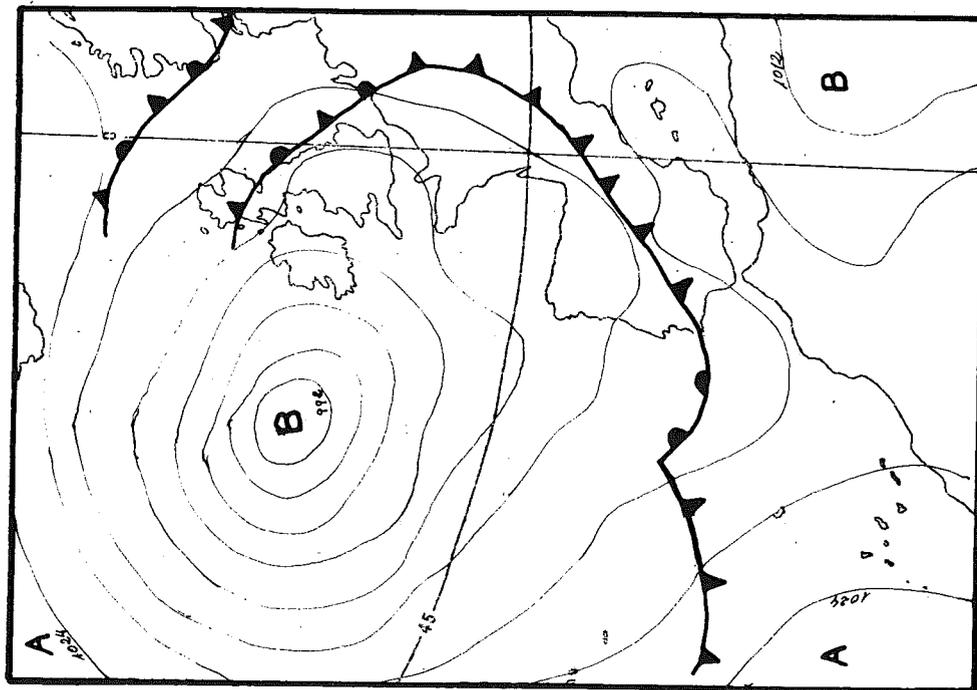
Se suceden a lo largo de todas las estaciones sin que impliquen un cambio en la circulación zonal de gran amplitud, pues las masas de aire se enfrentan a lo largo de los paralelos y son siempre de origen oceánico. En consecuencia los contrastes térmicos no son intensos, de poca oscilación dentro de unos valores absolutos moderados. Su caracterización de tipo templado suave en cualquier estación es su principal característica.

Factor de gran importancia a la hora de encuadrar determinados tipos de tiempo del oeste es la estructura genética de la masa de aire que lo compone. Su mayor o menor permanencia, debido a su velocidad, sobre las aguas atlánticas determinará su mayor o menor grado de humedad. Igualmente, su origen más meridional o septentrional le imprimirá una mayor o menor temperatura. De sus combinaciones surgirán varios subtipos. La mayor actividad de estas perturbaciones corresponde a tipos como el del día 27 de mayo. Su resumen sería el de una vaguada fría reforzada en altura y desplazada al sur dentro de una circulación zonal rápida.

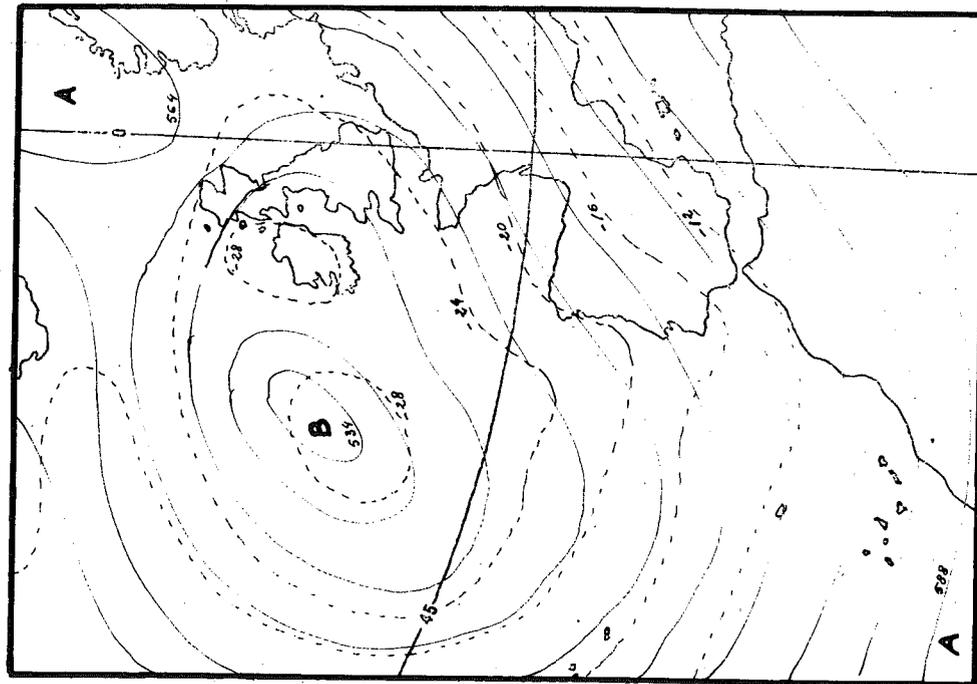
La acción de estos frentes se debilita por efecto del frotamiento al circular sobre la superficie peninsular. En parte porque disminuye el gradiente de presión y también porque se va relentizando por efecto del relieve. En este sentido las sierras y divisorias a occidente nuestro desempeñan la función de pantallas que frenan la penetración atlántica hacia el E. Las Sierras Prepirenaicas, y sus prolongaciones hacia el oeste ofrecen la verdadera transición entre el clima húmedo atlántico y la atmósfera del valle del Ebro (MENSUA) mucho más seca.

Los 5 l/m<sup>2</sup> de Pamplona, 3 l/m<sup>2</sup> en Logroño, 1 l/m<sup>2</sup> en Huesca y una precipitación inapreciable en Zaragoza son pruebas de esta disminución del flujo oceánico hacia el interior peninsular.

SITUACIÓN DÍA 27-5-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12H.

	M	m	P
Candanchú.....	7	3	27
Formigal.....	7	5	13,4
Salvatierra.....	14	11	18
Jaca.....	14	6	12,2
Ena.....	15	11	4
Caldearenas.....	11	3	2,7
Luesia.....	18	10	15,3
Aineto.....			14

También en nuestra zona se pone de relieve la uniformidad térmica que crea la situación, con escasa oscilación y sin conocer mínimas por debajo de 0° aún en los puntos más elevados. Igualmente existe una relación directa entre precipitación y occidentalidad, con sus variantes altitudinales: Candanchú, más a occidente, duplica la precipitación de Formigal; en la depresión prepirenaica (Ena, Caldearenas) se pone de manifiesto el efecto barrera de las Sierras de las Peñas. Finalmente destacan las cantidades registradas en las estribaciones de las Sierras Exteriores (Aineto) en donde se compensa el distanciamiento con la mayor altitud.

Son los más frecuentes dentro de los tiempos ciclónicos con precipitación (12,7 %) y tan sólo superados por los anticiclónicos cálidos sin precipitación dentro de la variedad climática primaveral.

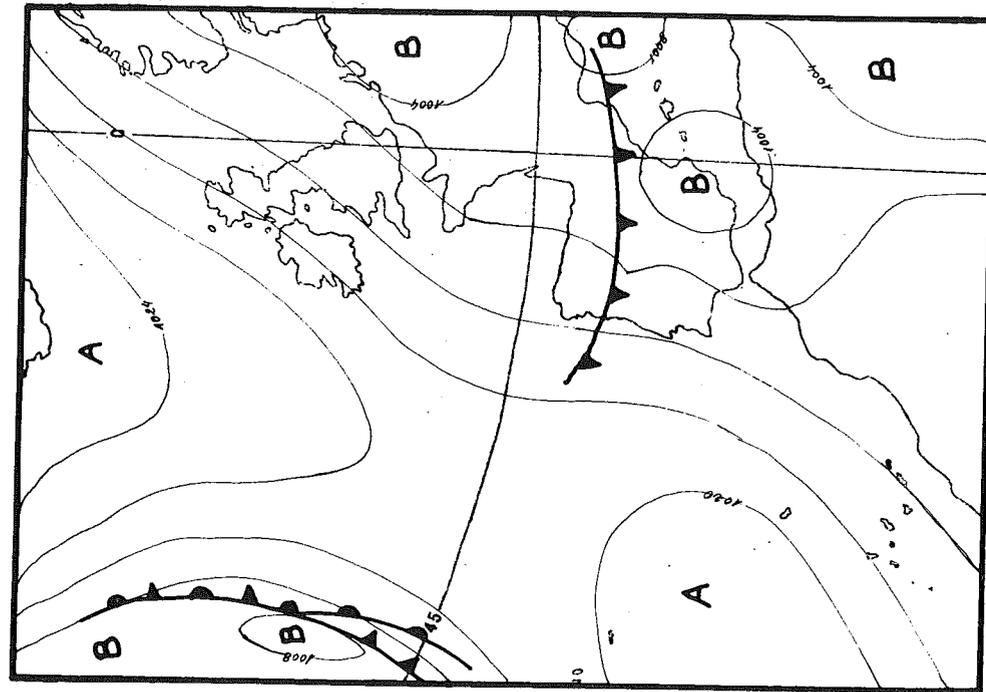
f) *Tipos de tiempo ciclónicos templados sin precipitaciones:* El mapa sinóptico que caracteriza un tiempo templado puede ser debido a una circulación meridiana con aporte de masas polares marítimas. Nuestra situación en la vertiente meridional pirenaica actuará como factor decisivo en la ausencia de precipitaciones y en caracterizar el día como térmicamente templado. Por el contrario, en la vertiente septentrional quedará caracterizado por día algo más frío y con precipitaciones (KERBE).

Sinópticamente queda dibujado por un anticiclón que se extiende desde Islandia a Azores quedando la península en su borde suroriental. Europa central y del norte está ocupada por bajas presiones con centro en Dinamarca. En altura se establece una vaguada cuyo flanco occidental cubre plenamente nuestra península y a través de la cual llega el aire polar marítimo. Estas advecciones se originan con preferencia cuando penetran profundamente las altas presiones hacia latitudes septentrionales o cuando entran en Europa extensas depresiones atlánticas con fuerte gradiente de presión en el sector frío, invadiendo todo el occidente europeo. Esta segunda posibilidad puede darse tras el paso de una familia de ciclones extratropicales asociados a circulación zonal y con el frente polar muy ondulado; en un determinado momento uno de los ciclones, generalmente mucho más intenso que los procedentes, interrumpe la circulación que pasa a ser meridiana. Cuando esto sucede en verano, determina en la península Ibérica fuerte actividad tormentosa (LINES). El ejemplo del día 7 de abril de 1970 corresponde a la primera de las posibilidades para establecerse un flujo meridiano.

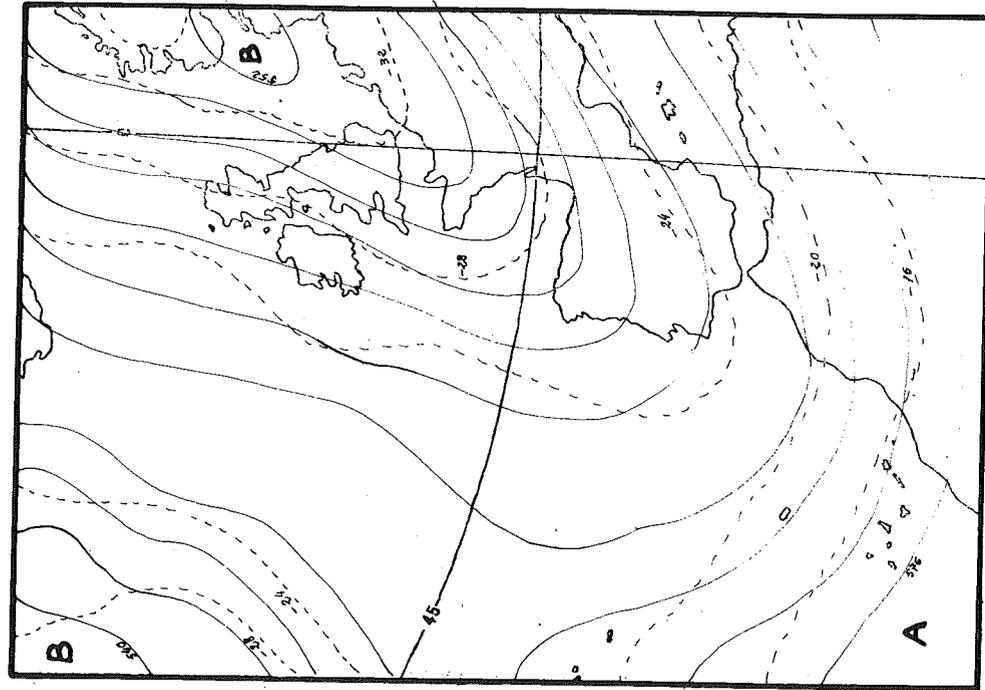
Las precipitaciones únicamente se presenta al paso del frente frío y posteriormente sólo se mantendrán por estancamiento orográfico. Solamente se generalizan cuando tras la advección polar marítima sigue un acusado descenso de presión produciéndose una rotura de la corriente en chorro con formación de gota fría y restablecimiento, a continuación, del chorro zonal al norte de la gota.

La situación creada por una circulación meridiana debida al ascenso del anticiclón dura mientras se mantenga el flujo del norte-noroeste correspondiente a la vertiente occidental del talweg. Su permanencia está en función de la velocidad de desplazamiento de la circulación. Con un movimiento lento puede permanecer varios días.

SITUACIÓN DÍA 7-4-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

Estos períodos de circulación meridiana, estas pulsaciones polares pueden presentarse con notable periodicidad, que en el caso de las estaciones intermedias puede llegar a ser de una semana. Sobre todo en primavera cuando ha desaparecido el anticiclón frío continental (LINES).

Dada la dirección de los Pirineos cualquier corriente del norte se estrella contra esta cordillera, lo mismo que los frentes fríos de las borrascas atlánticas o más locales. Aunque por ser debidas a aire frío no producen lluvias muy intensas, el efecto orográfico y la persistencia del fenómeno (3 y 4 días) ocasiona precipitaciones estimables en las zonas altas a barlovento del flujo. Por el contrario, el descenso por el flanco meridional pirenaico aquellas precipitaciones se reducen totalmente como consecuencia del relativo aumento de temperatura.

	M	m	P
Candanchú.....	2	-6	
Formigal.....	5	-5	
Salvaterra.....	12	-2	
Jaca.....	10,2	-0,6	
Ena.....	14	-1	
Caldearenas.....	15	-6	
Luesia.....	10	-2	
Aineto.....	12	0	

Deviene evidente un progresivo aumento de las mínimas a medida que nos alejamos de las laderas pirenaicas y a la vez descendemos en altitud: el aire está mucho más desnaturalizado y en consecuencia mucho menos frío.

Las máximas se mantienen muy uniformes con variaciones sólo achacables a la altitud. Bajo estas condiciones todo el valle del Ebro gozó de mínimas igual o superiores a los 3 grados y las máximas oscilaron entre 11° y 16°.

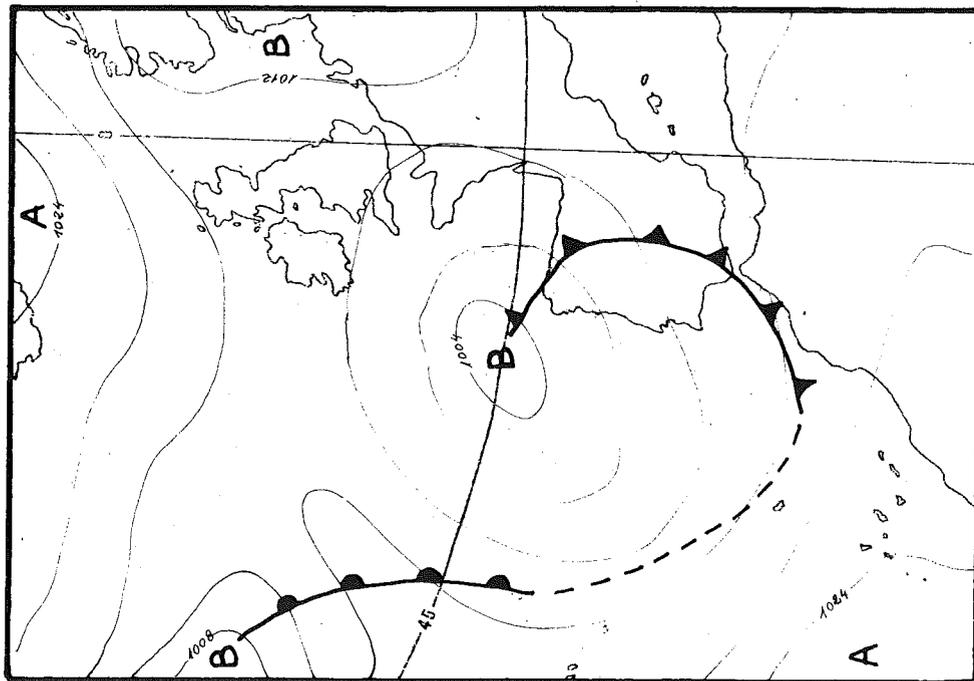
Debido a que los gradientes barométricos no son fuertes, la velocidad del viento es moderada 2 m./seg., al igual que la humedad relativa con valores oscilantes alrededor del 50 %. Sólo superado en el momento de cruzar en frente frío y que puede llegar a un 60 %.

En total suponen el 8,8 % de los tipos de tiempo de primavera. Valor atribuible más a su duración que a su frecuencia. En su totalidad corresponden a flujos meridianos o a sus variantes submeridianas del noroeste (caracterizando tipos más oceánicos) y del nordeste (matizando tipos de tiempo más continentales y fríos).

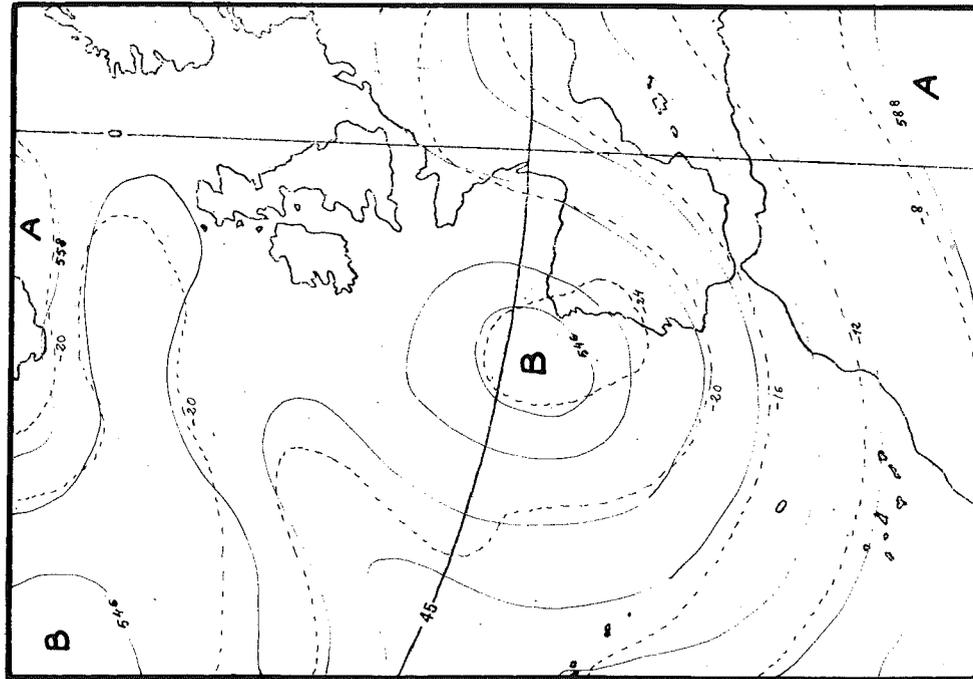
g) *Tipos de tiempo ciclónicos cálidos con precipitaciones:* Las características de día cálido con precipitaciones durante la primavera se deben fundamentalmente (en más del 50 % de los casos) a flujos del suroeste. Estacionalmente es la época en que más proliferan estas condiciones debido principalmente a un proceso de gota fría que alcanzan el noroeste de España. A lo largo de las costas de Portugal se establece una ciclogénesis por estas coladas separadas de su lugar de origen y que se inyectan en las altas presiones subtropicales y provocan —reforzadas por la depresión de Azores— el ascenso del aire cálido (PEDELABORDE, 1953). Ello da origen a corrientes del suroeste (si es que se desplaza por el noroeste de Portugal, barriendo con su frente la mitad occidental de nuestra península) o del suroeste (si a través del estrecho de Gibraltar o por encima del norte de Africa alcanzan el Mediterráneo provocando fuerte inestabilidad en sus más caldeadas aguas).

La situación del día 14 de mayo de 1970 deriva de una circulación atlántica establecida días anteriores y que cada vez profundizó más hacia la Península hasta llegar a la formación de una depresión fría, que para este día está instalada en el noroeste peninsular. Paulatinamente se traslada hacia el norte del golfo de Viz-

SITUACIÓN DÍA 14-5-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

caya a la vez que va disminuyendo considerablemente la intensidad, empujada por la cuña anticiclónica que por el oeste se aproxima.

El mapa que así se establece queda alimentado por una gota fría sobre el noroeste español y a la vez, por el refuerzo que supone el que las aguas atlánticas sean todavía considerablemente frías (PEDELABORDE, 1957).

Tal como se muestra en el mapa de 500 mb. la baja térmica que provoca una succión de aire más meridional surge como consecuencia de una curvatura del frente polar hacia el sur sobre el Atlántico y enderezada rápidamente en dirección suroeste-nordeste sobre el continente. Posteriormente, al quedar aislada, actúa como una perturbación ártica interfiriendo una penetración tropical.

Las abundantes precipitaciones se explican, al igual que en invierno y otoño, por la fuerte capacidad higrométrica del aire más cálido del suroeste. Pero la forma de precipitar es distinta. En invierno y en otroño son lluvias mesuradas, más o menos continuas, pero en primavera son siempre más o menos tormentosas: fuertes chaparrones cortos alternando con intervalos despejados. Se debe a que las corrientes del suroeste, por su posición meridiana, hacen intervenir masas de aire muy diferentes y este esquema reviste una importancia particular en primavera por ser la época de las grandes transgresiones de masas árticas hacia el sur.

Por otra parte, esta época también señala el inicio de la actividad de las masas tropicales que, preluando el verano, siguen un movimiento de traslación hacia el norte. Por una y otra razón las interferencias son frecuentes y, en consecuencia, también la formación de estas perturbaciones.

En el Alto Aragón estos flujos quedan reforzados por la peculiar orientación del relieve. Obligado a traspasar la muralla de sur a norte y en consecuencia a elevarse, desencadena respetables procesos tormentosos. La propia masividad de las cadenas y las peculiaridades de detalle permiten a la orografía regir —y aumentar—, los efectos a las corrientes.

Aún cuando lleguen envejecidos por su recorrido peninsular emprenden un nuevo vigor cuando alcanzan las estribaciones pirenaicas. En nuestro ejemplo concreto —14 de mayo—, la mitad sur y oeste de la península registró precipitaciones con progresiva disminución hacia el norte y llegar a ser inapreciables en la cornisa cantábrica. En el valle del Ebro fueron muy escasas pero en el Alto Aragón sus valores sobrepasaron los 6 y 7 l/m<sup>2</sup> bajo caracteres tormentosos.

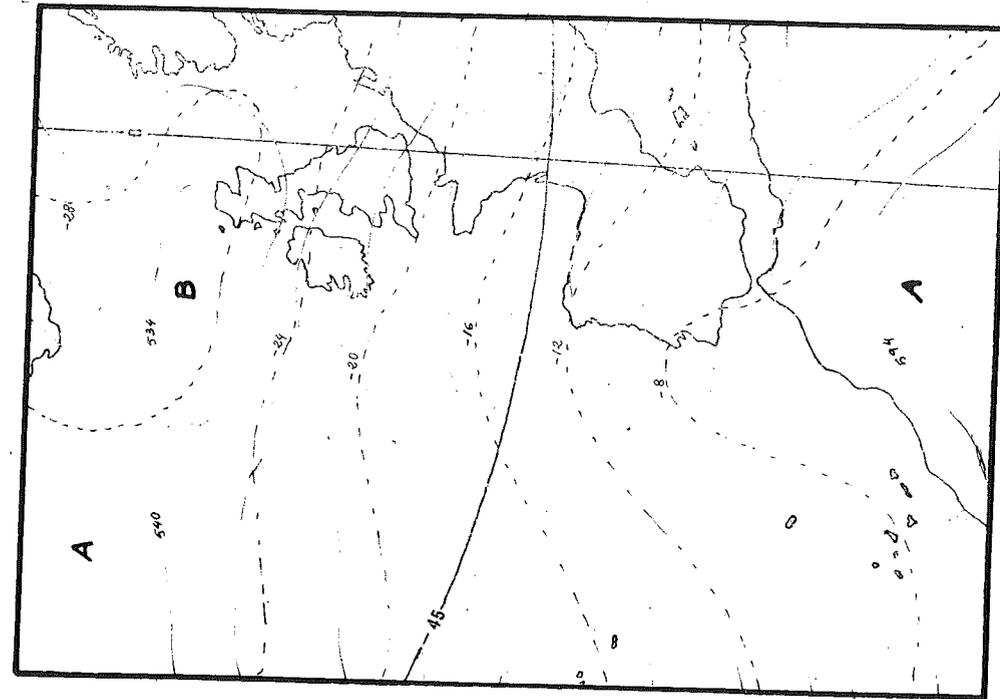
	M	m	P
Candanchú . . . . .	14	2	5
Formigal . . . . .	10	4	3,2
Salvaterra . . . . .	20	7	6
Jaca . . . . .	16	10	8,5
Ena . . . . .	17	10	7
Caldearenas . . . . .	10	7	8,7
Luesia . . . . .	24	10	6
Aineto . . . . .	15	6	8

En conjunto supuso una abundante nubosidad y unas temperaturas bastante elevadas con mínima oscilación nocturna. Su característica esencial termométrica fue la notable elevación de las mínimas (del orden de los 4° y 5°).

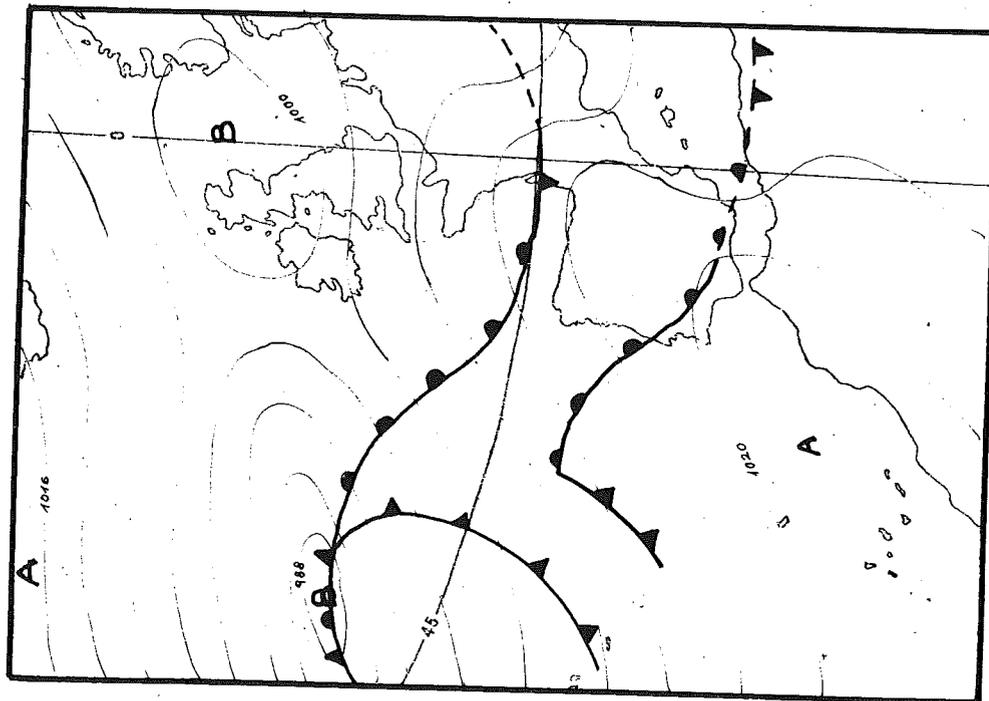
El contraste con la vertiente septentrional francesa fue notable, pues quedó como día templado pero sin ningún tipo de precipitaciones.

En total suponen el 7,9 % de la variedad climática primaveral, si bien sobrepasan el 20 % si los relacionamos únicamente con los tipos ciclónicos que producen precipitación en esta época.

SITUACIÓN DÍA 9-5-1969



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

h) *Tipos de tiempo ciclónicos cálidos sin precipitaciones:* El anticiclón situado en el sur Groenlandia obliga a que la circulación zonal descienda de latitud. Más al sur está instalado el Azores. Entre ambos centros se desarrolla un área depresionaria cuyos sistemas frontales van sucediéndose, dando lugar a tiempo muy variado.

La circulación zonal así establecida al norte de las altas presiones de Azores va enfrentando las masas de aire que producen perturbaciones de variada eficacia; al formarse dos pisos de perturbaciones el piso más elevado en latitud gana la alimentación fría y al piso meridional sólo le llega una escasa capa de la misma, con débil frontogénesis debida a la ausencia de contrastes térmicos que hará que el ciclón esté llamado a dispersarse. Así sucede y así se determina el buen tiempo sobre la Península.

Con la sucesiva entrada del anticiclón de Azores van llegando los flujos de aire de origen meridional, lo que provoca una suavidad de temperaturas excepcional. A partir de ahí, todo el sistema de presiones bascula hasta que se adueñan de España, estableciéndose un claro aumento de las temperaturas.

	M	m	P
Candanchú.....	10	5	1
Formigal.....	10	5	
Salvatierra.....	17	8	
Jaca.....	17	7	
Ena.....	15	11	
Caldearenas.....			
Luesia.....	16	8	
Aineto.....	17	7	

Con flujos de estas características, cálidos y húmedos, apenas existen diferencias térmicas en nuestra zona. El Alto Aragón queda bajo la influencia de esta masa de aire subtropical homogenizando tanto las máximas como las mínimas. El aire mantiene una apreciable humedad relativa (70 %) cuya influencia será decisiva en el escaso descenso térmico nocturno. Ayudado también por la nubosidad que puede llegar a cubrir la mitad del cielo.

En total sólo suponen el 5 % de los tiempos que se suceden a lo largo de la primavera. Por el contrario, representan mucho más si sólo tenemos en cuenta los tipos ciclónicos sin precipitación; en este caso representan casi el 28 %.

C) *Resumen general de los tipos de tiempo en primavera.* Aunque los tipos de tiempo no están ligados necesariamente al curso de las estaciones, sí hay situaciones que por su frecuencia permiten una caracterización estacional. Determinadas situaciones barométricas, aunque pueden presentarse en cualquier época del año, presentan variadas y distintas consecuencias según se trata de una u otra estación. Mientras las estaciones extremas (Invierno y Verano) presentan una mayor uniformidad climática, los períodos equinociales se caracterizan por su transición entre dos períodos de solsticio. En consecuencia, su variedad aumenta considerablemente.

Los inicios de la primavera se manifiestan generalmente por una situación anticiclónica que da un tiempo seco y soleado, causante de las nieblas matinales de corta duración. Las máximas experimentan fuertes ascensos y las mínimas pueden permanecer por debajo de

CUADRO 1. TIPOS DE TIEMPO EN PRIMAVERA (AÑOS 1968/1974) Y SU DISTRIBUCIÓN SEGÚN SITUACIONES.

		Total	%	N	%	NE	%	E	%	SE	%	S	%	SW	%	W	%	NW	%
ANTICICLONICOS	Muy F	6	0,9													1	16,6	5	83,4
	Frios	20	3,1	2	10,0	1	5,0	1	5,0	1	5,0	1	5,0	1	5,0	10	50,0	5	25,0
	Temp1	16	2,5	1	6,2	1	6,2	2	12,5							7	43,8	5	31,3
	Cálid	3	0,4									1	33,3	1	33,3	1	33,3		
	Muy C																		
CICLONICOS	Muy F	2	0,4	1	50,0	1	50,0									4	11,2	14	38,9
	Frios	36	5,6	7	19,4	9	25,0	2	5,5							17	20,7	18	22,0
	Temp1	82	12,7	8	9,8	20	24,4	10	12,2	3	3,6	1	1,2	5	6,1	24	29,3	25	30,5
	Cálid	114	17,7	3	2,7	25	21,9	11	9,6	14	12,3	1	0,8	10	8,8	35	30,8	15	13,3
	Muy C	25	3,9	5	20,0	6	24,0	7	28,0					1	4,0	3	12,0	3	12,0
CICLONICOS	Muy F	6	0,9	1	16,7	2	33,2	1	16,7	1	16,7								
	Frios	55	8,5	4	7,4	4	7,4	7	12,4							3	5,5	13	23,6
	Temp1	82	12,7	1	1,2	4	4,9	3	3,6	10	12,2					16	18,3	24	29,3
	Cálid	51	7,9	1	1,9	2	3,9	5	9,8	1	1,9	1	1,9	19	37,3	20	39,3	3	5,9
	Muy C	2	0,4			1	50,0							1	50,0				
CICLONICOS	Muy F	8	1,2	4	50,0	3	37,5												
	Frios	45	7,0	6	13,3	18	40,0	2	4,4	1	2,2					1	2,2	5	11,2
	Temp1	57	8,8	5	8,8	13	22,8	3	5,3	2	3,5					6	10,5	12	21,0
	Cálid	33	5,1	2	6,0	4	12,0									11	33,4	15	45,5
	Muy C	1	0,2													1	100,0		
Total anticicl	304	47,2	19	6,3	63	20,7	31	10,2	27	8,9	3	0,9	18	5,9	78	25,7	65	21,4	
Total ciclónico	340	52,8	21	6,2	47	13,8	20	5,9	26	7,6	1	0,3	57	16,7	89	26,2	79	23,3	
TOTAL	644		40	6,2	110	17,1	51	7,9	53	8,2	4	0,6	75	11,6	167	25,9	144	22,5	

0° C. Cuando esta situación es sustituida por flujos de noroeste el tiempo es húmedo y nuboso que normalmente sucede al paso de una familia de depresiones ciclónicas. Su basculamiento, cuando más septentrional, ocasiona coladas árticas generadoras de importantes períodos de inestabilidad, sobre todo cuando alcanzan bajas latitudes, ya hacia el final de la estación, en el momento en que tierra y mar inician su período de calentamiento. Los flujos del sur y suroeste pueden llegar a ser frecuentes y, alternando con períodos de dirección más meridiana, ocasionan verdaderos contrastes que dan a esa estación su típico carácter irregular y variable desde el punto de vista térmico.

En el conjunto anual ocupan el primer lugar en cuanto al número de períodos perturbados, tanto los de procedencia atlántica, área peninsular, como las que tienen un origen más mediterráneo.

Desde marzo a mayo, incluidos, los días perturbados superan a los de alta presión (52 y 47 %) respectivamente, dominando claramente los ciclones templados con precipitación de origen oceánico, y los tipos anticiclónicos cálidos ya al final de la estación.

Los tipos oceánicos son, sobre todo, frecuentes en mayo debido en parte a las transgresiones polares potentes. Los continentales aparecen principalmente en abril y en menor importancia en marzo. Presentan una amplitud térmica más elevada, aire un poco más seco y en general días más cálidos.

Las situaciones, normalmente, son bastante efímeras (más que las del verano o las del invierno) al ser secuela de frecuentes perturbaciones que nacen del conflicto entre la corriente zonal y las coladas meridianas.

Entre los tipos anticiclónicos sólo un 14 % van acompañados de precipitaciones; corresponden al empuje que las coladas septentrionales ejercen sobre el anticiclón del atlántico sur. Frecuentemente generan flujos del noroeste con sus variantes suroeste y este.

El 86 % de los anticiclónicos son flujos carentes de precipitaciones, debidos en su mayoría a la acción del anticiclón de Europa occidental creando flujos del noreste que dan origen a días despejados y relativamente templados.

Dentro de los tipos caracterizados por bajas presiones dominan los que no aportan precipitación (60 %) sobre los que sí (40 %). Derivan de una circulación zonal y caracterizan igualmente días templados. Cuando no aportan precipitación corresponden a tipos de tiempo fríos.

Estacionalmente dominan las masas oceánicas subpolares como flujos del oeste (28 %) o del noroeste (22,5 %) según la amplitud de las altas presiones meridionales y su entrada sobre el continente. Siguen en tercer y cuarto lugar los flujos continentales (17 %) y del suroeste provocados por fenómenos de gota fría.

Cabe destacar la importancia que adquiere la circulación meridiana (6 %) causante de días desapacibles y fríos y más cuando van precedidos de períodos más cálidos y el contraste es más acusado.

## 6. TIPOS DE TIEMPO EN VERANO

El retroceso que el frente polar experimenta durante esta época se traduce en una expansión del anticiclón de Azores sobre la Península, alcanzando incluso Europa Central. Este ascenso latitudinal de las altas presiones conlleva una reducción de los flujos del oeste al bloquear la circulación zonal y provocar un debilitamiento de la misma. Tiende a una dirección más submeridiana con predominio del cuarto y primer cuadrantes.

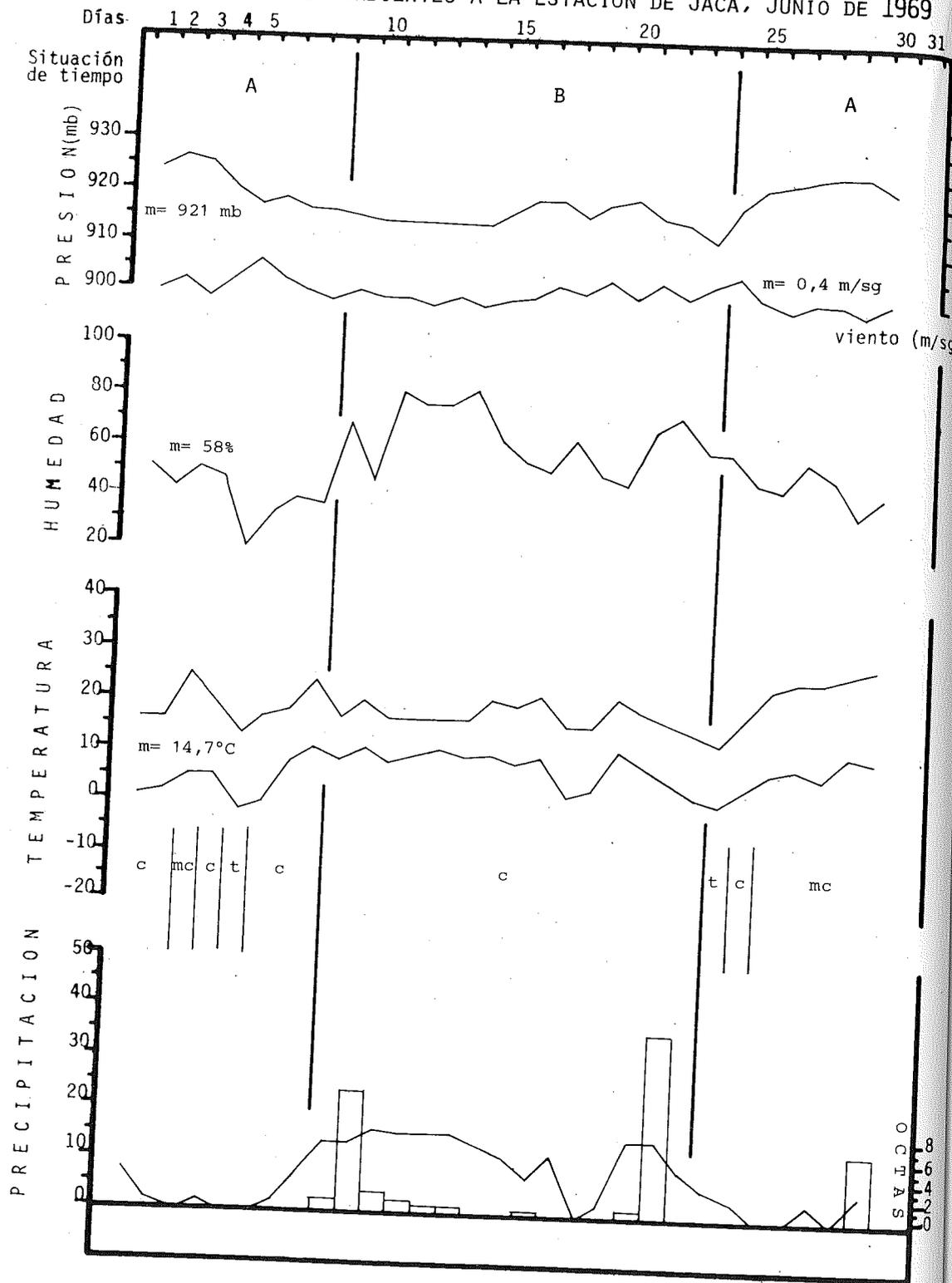
El aire subtropical invade nuestras latitudes empujado por el anticiclón marítimo de Azores. Su dinamismo subsidente es responsable de un predominio del tiempo seco y soleado, y de la reducción de precipitaciones que experimenta nuestra zona durante el verano. El constante calentamiento peninsular puede llegar a provocar una disminución de la densidad del aire en las capas bajas y así de la presión. Las bajas térmicas creadas tienen escaso poder de precipitar y sobre todo son de carácter muy localizado. La inestabilidad se reduce sólo a las capas superficiales en contacto con las tierras recalentadas, ya que en las capas altas siguen dominando las altas presiones con su efecto de subsidencia. Aire cálido en altitud que reduce la capacidad inestabilizadora de movimientos convectivos en superficie. Es la época de mayor persistencia del abrigo aerológico.

Tan sólo cuando la masa de aire subtropical es sustituido por aire frío en altura, se produce fuerte inestabilidad, dando origen a tipos de tiempo perturbados.

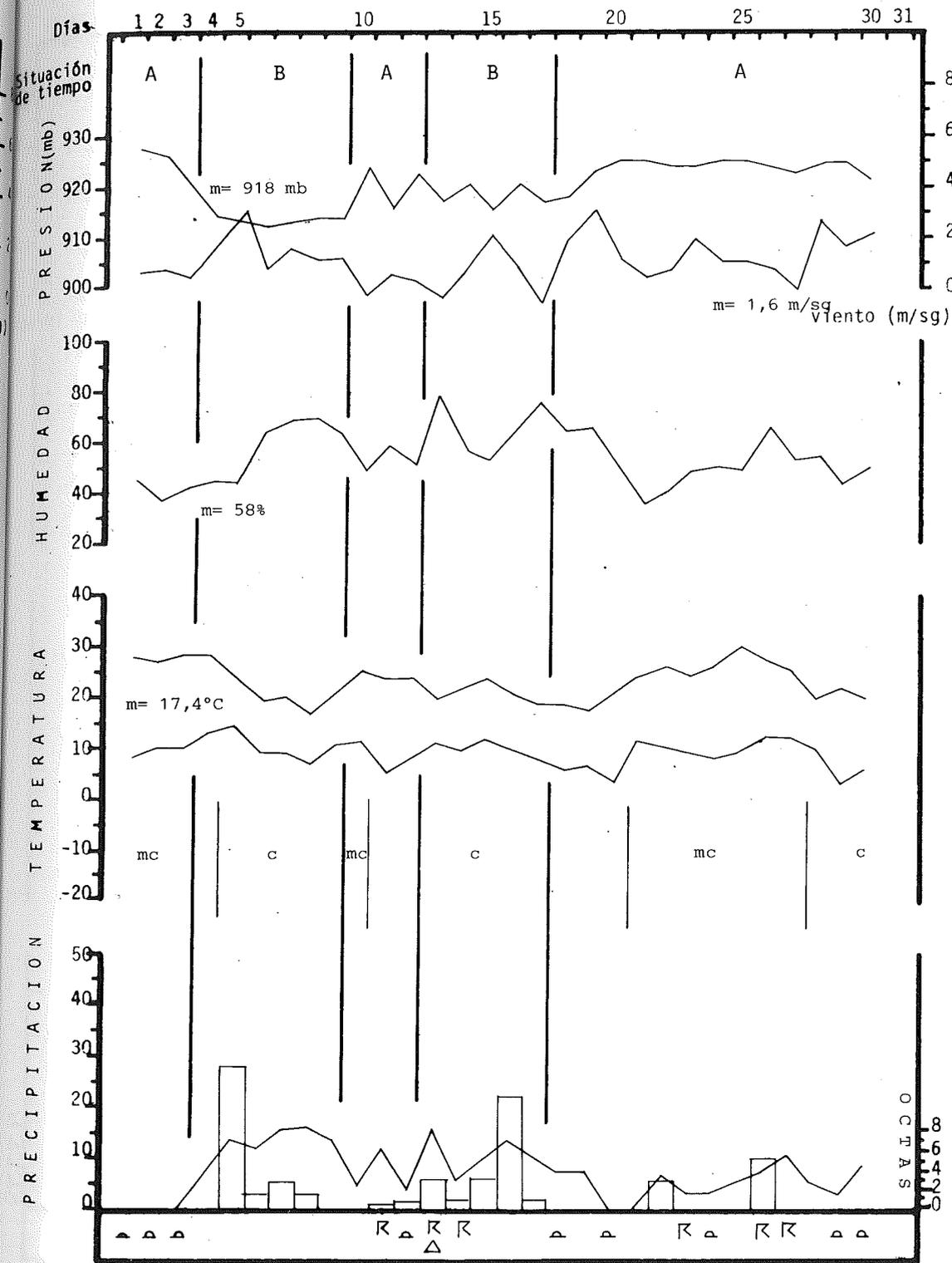
Todos estos procesos confieren un carácter especial a la época estival, con claro predominio de los tiempos anticiclónicos, si bien hay que admitir que pueden darse situaciones meteorológicas propias de la otra situación (VOIRON).

El total de días anticiclónicos representan el 75 % frente a sólo un 25 % para los tipos ciclónicos. Destacan por su importancia los tipos anticiclónicos muy cálidos sin precipitación derivados de una circulación submeridiana del nordeste de origen continental provocados por el fuerte calentamiento en los meses estivales. Siguen en segundo lugar, los de parecidas características a los anteriores pero algo menos calurosos. Su origen está en la circulación submeridiana del noroeste. Unos y otros suponen ya el 60 % de los tipos de verano; derivados de una única fuente: ascenso del anticiclón de Azores hacia latitudes más

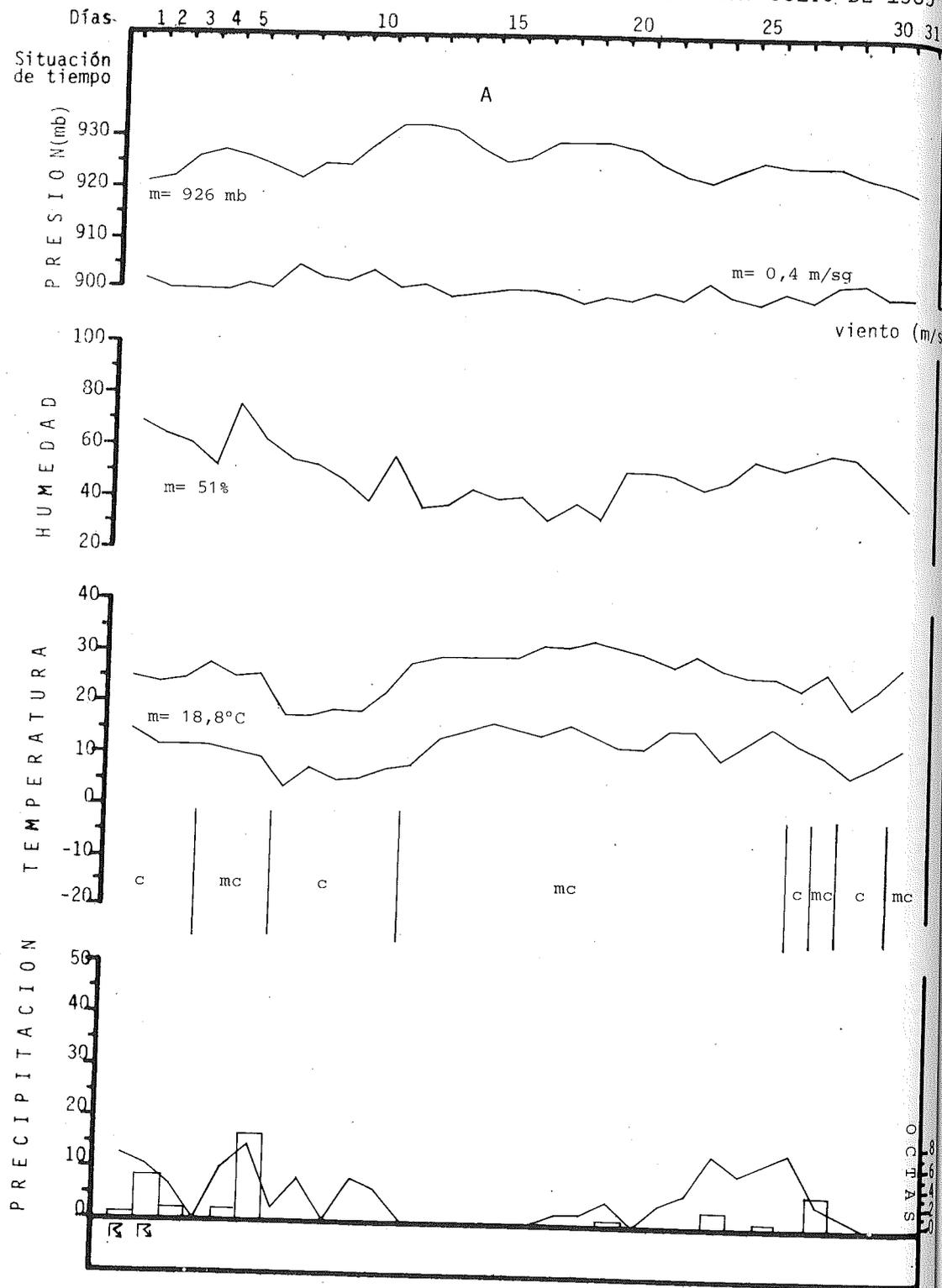
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, JUNIO DE 1969



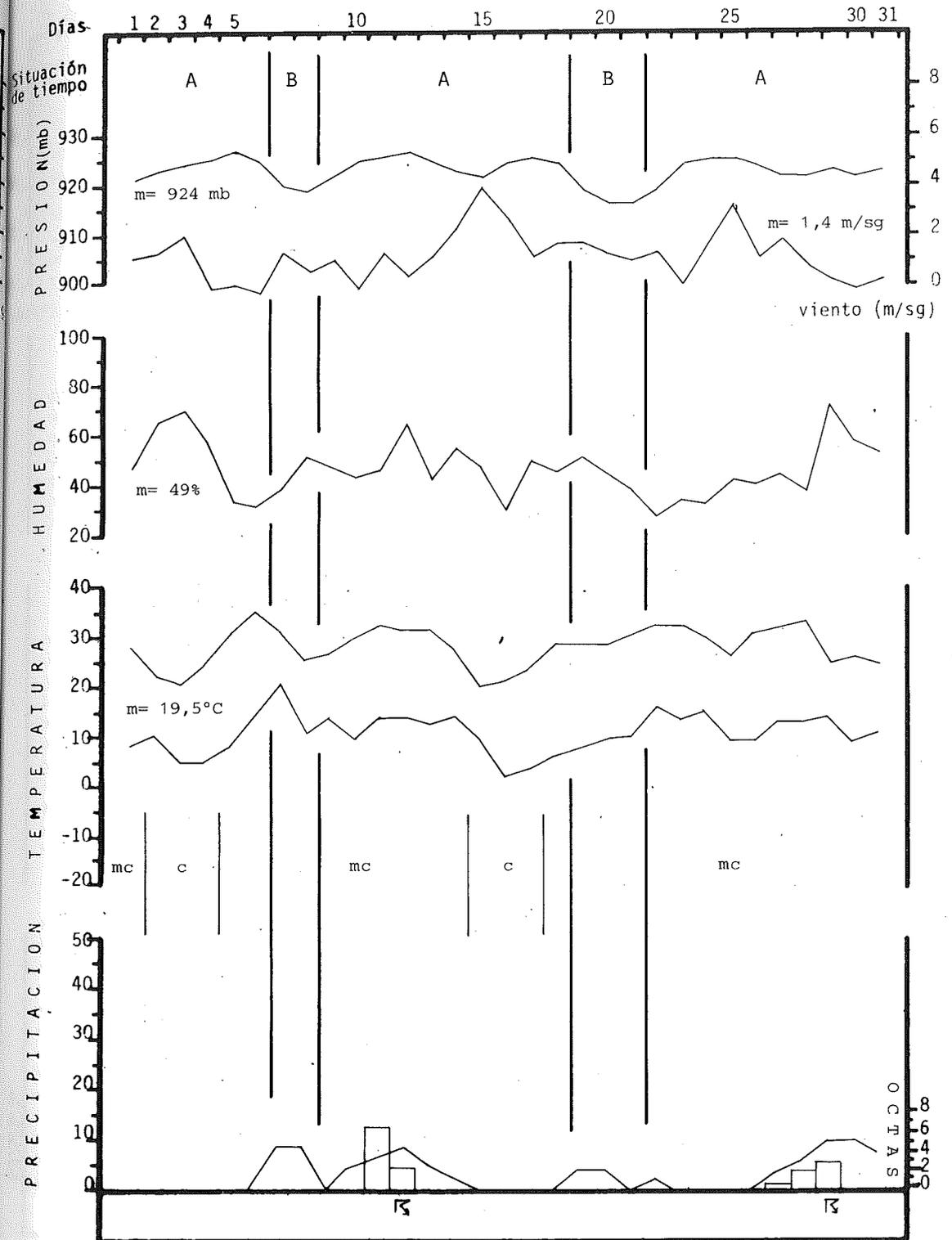
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, JUNIO DE 1970



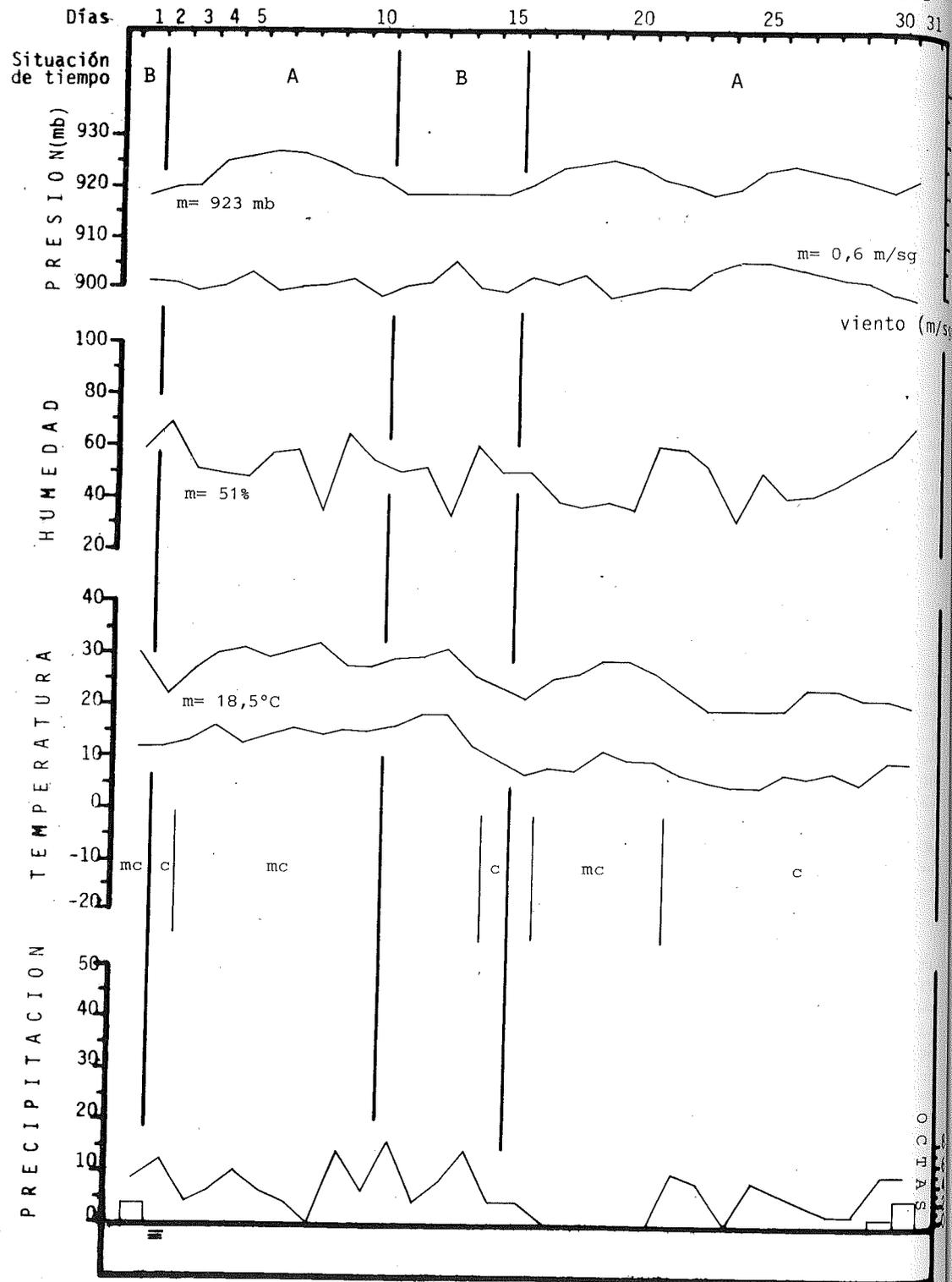
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, JULIO DE 1969



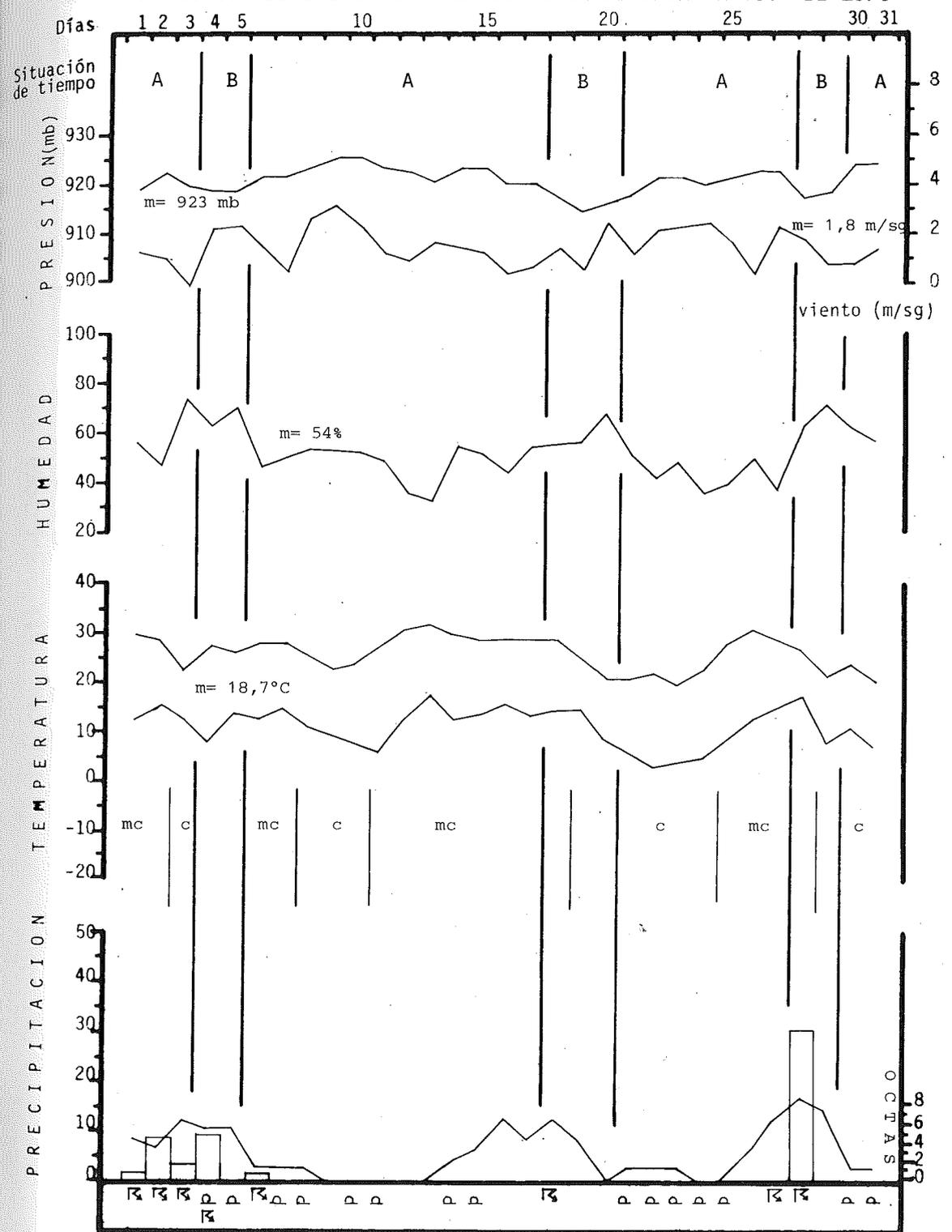
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, JULIO DE 1970



DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, AGOSTO DE 1969



DATOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN DE JACA, AGOSTO DE 1970



OCT 1968

septentrionales con un posible basculamiento, bien hacia el Atlántico norte, bien sobre la Europa continental.

A) *Anticiclónicos*. — Dominan plenamente la época estival y, estén o no acompañados de precipitaciones, casi todos presentan las características de cálidos o muy cálidos. Ello confiere al verano una gran uniformidad de tipos de tiempo debido principalmente al juego de dos centros de acción positivos y sus posibles subcentros: anticiclón de Azores con sus expansiones hacia el Cantábrico y Península Ibérica y anticiclón continental europeo con sus enlaces con el anterior ibérico. El bloqueo de la circulación general por parte del primero y el envío de flujos continentales recalentados por el segundo dan origen a las condiciones cálidas y secas que caracterizan al verano.

a) *Tipos de tiempo anticiclónicos templados sin precipitaciones*: En superficie, la península Ibérica se halla en el extremo suroriental de un anticiclón que se centra sobre Inglaterra y extiende sus efectos hasta el círculo polar. Al sur de estas altas presiones existe la baja centrada al oeste de Italia. En altura hay situada una dorsal al norte de Azores por la cual descienden pequeñas ondas que sólo afectan la mitad norte peninsular.

Bajo estas condiciones se establece la corriente meridiana del día 5 de junio de 1969. El aire frío se desliza sobre la cara oriental de este máximo atlántico y llegar plenamente al territorio peninsular.

Frente a ello, las superficies continentales fuertemente caldeadas del norte de Africa y Europa son asiento de escasa presión atmosférica. Dado que el aire se desplaza hacia los centros de baja presión se establece un gradiente bastante regular para una circulación meridiana (HESSINGER) o submeridiana si el empuje de la alta nordatlántica es muy manifiesto.

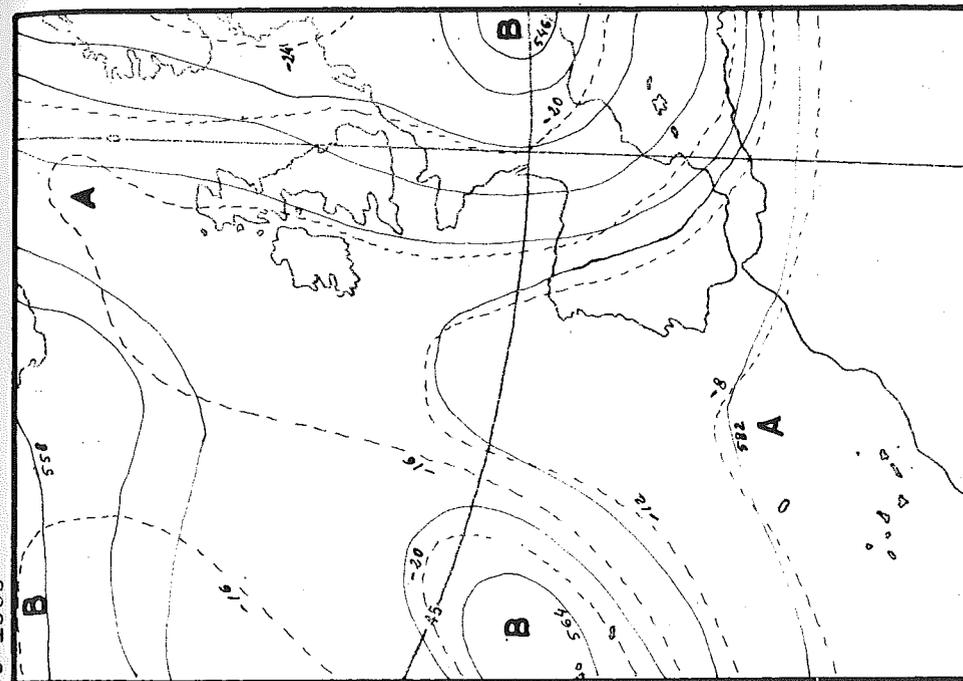
Estas coladas meridianas son frecuentes en invierno y primavera, es decir, en las épocas en que importantes más de aire frío se acumulan en las regiones polares; pudiendo también aparecer en otoño como preludio del invierno. Pero, en cambio, es muy raro que un tiempo así se establezca en verano (tan sólo alrededor de 1 % de los casos). Cuando sucede, es debido a una actividad anormalmente fuerte del centro de acción subtropical y a su ascenso hacia latitudes más septentrionales.

De que estemos situados muy en el centro o en la periferia de las altas presiones dependerá que el tipo de tiempo resultante sea más o menos frío. Cuanto más cerca de la divergencia, cabe esperar máximas más altas.

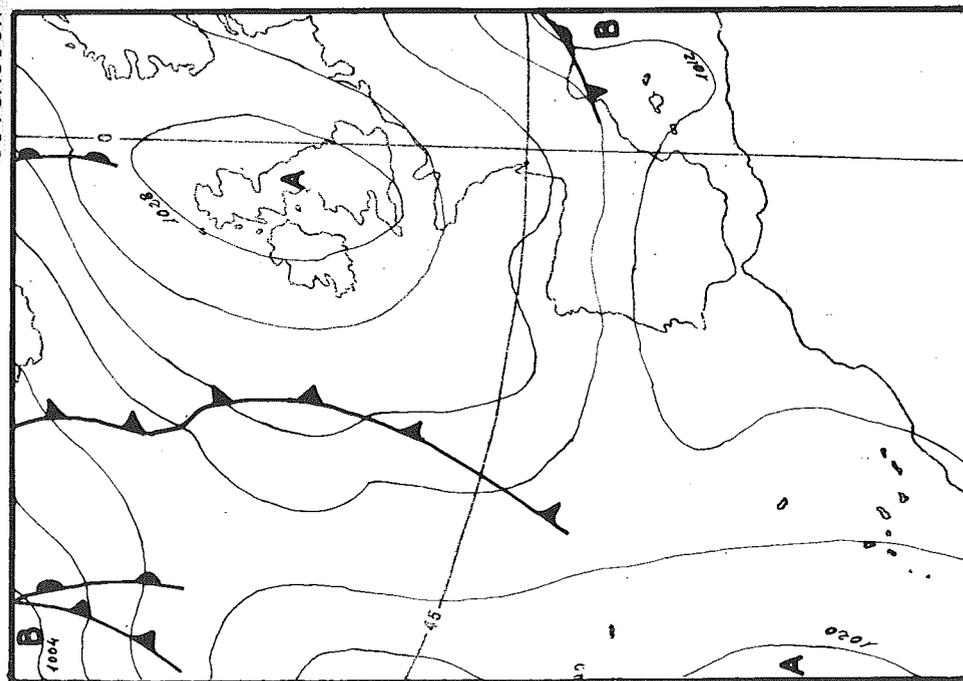
	M	m	P
Candanchú . . . . .	5	3	
Formigal . . . . .	7	-1	
Salvatierra . . . . .	17	9	
Jaca . . . . .	14	0	
Ena . . . . .	20	11	
Caldearenas . . . . .	21	6	
Luesia . . . . .	20	8	
Aineto . . . . .	—	—	

Un flujo meridiano de estas características, con tendencia a submeridiano, crea un gradiente de elevación de temperaturas muy sensible hacia el oeste y hacia el sur. Supone un total de hasta 6° C más, según estemos al norte o sur de las Sierras de las Peñas (14° en Jaca, 20-21° en la Depresión prepirenaica). Igualmente, y casi en la misma longitud oeste (Salvatierra y Luesia) se crea una varia-

SITUACIÓN DÍA 5-6-1969

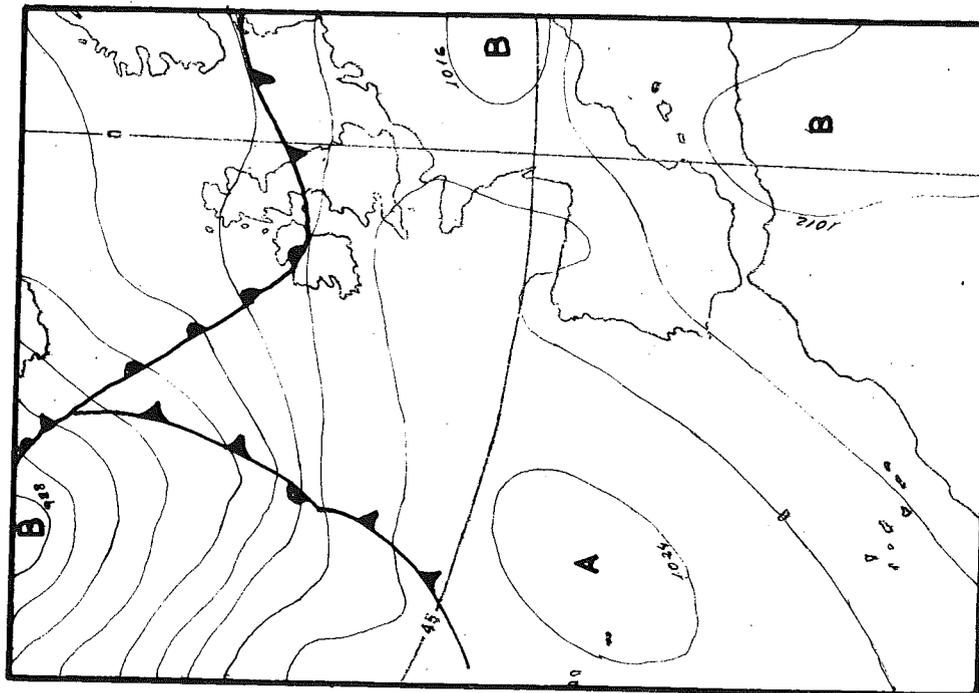


MAPA DE 500 MB - 12 H.

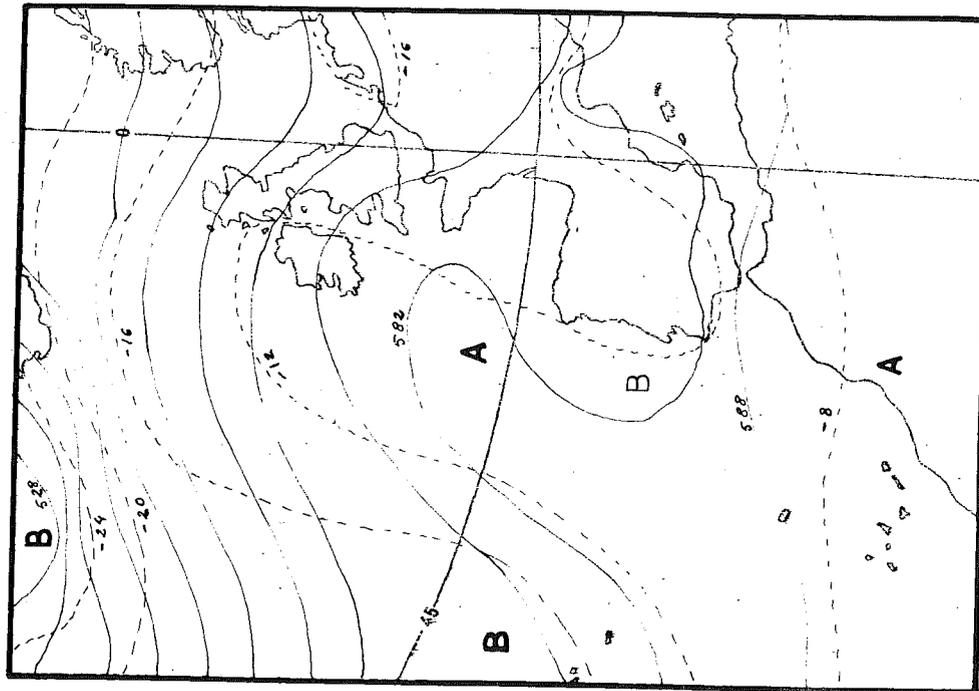


MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 1-7-1969



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

ción de +3°, según estemos también en plena depresión media o hacia la comarca de Cinco Villas.

La nubosidad es prácticamente nula en el Alto Aragón y si bien produce estancamiento en la vertiente norte, no da precipitaciones.

Por el efecto macizo a superar, la humedad es de las más bajas que puede ocasionar un determinado tipo de tiempo (del orden de 20 %). Tales estados suponen el 0,8 % de los tipos de tiempo de verano y, el 1,5 % si consideramos por separado los tipos anticiclónicos. Su rareza en la época estival hace que días con características templadas sean muy escasas. Surgen cuando la circulación se hace submeridiana del noroeste o nordeste. Su duración oscila alrededor de unos dos días.

b) *Tipos de tiempo anticiclónicos cálidos con precipitaciones:* A medida que avanza el verano, y por tanto un mayor caldeoamiento del continente, aumentan las posibilidades de que los flujos provenientes de la alta continental lleguen a caracterizar días cálidos. Si a estos días sucede en altura una vaguada fría se crea una fuerte inestabilidad atmosférica generadora de fuertes tormentas. Tal fue el caso del día 1 de julio de 1969. Su caracterización vendrá pues dada por flujos submeridianos seguidos de incursiones frías en altitud.

Estos movimientos resultantes de una advección fría en altitud provocan un fuerte gradiente vertical entre una masa fría en altitud en contacto con capas recalentadas por el suelo. Es pues, un mecanismo muy efímero debido al estancamiento en contacto con el suelo (PEDELABORDE, 1958).

	M	m	P
Candanchú.....	17	8	23
Formigal.....	22	11	26,6
Salvatierra.....	28	16	75
Jaca.....	25	15	4,5
Ena.....	30	15	10
Caldearenas.....	—	—	—
Luesia.....	28	18	48,5
Aineto.....	—	—	6

Con máximas comprendidas entre 25 y 30° constituyen los clásicos días bochornosos, pesados, de muy escasa o nula velocidad del viento y con una elevada humedad relativa (superior al 70 %). Con todo, y para que alcance su punto de saturación, es necesario un fuerte enfriamiento de la masa peninsular recalentada.

Los casos que más comúnmente alcanzan el Alto Aragón tienen su origen en el suroeste de nuestra zona, en la comarca de Bardenas y Cinco Villas. La escasa o nula vegetación de estas comarcas facilita que el suelo se caliente fuertemente durante las horas diurnas y, en consecuencia, participe de estas características la capa de aire subyacente. Su inestabilidad viene reforzada por la advección fría en altura.

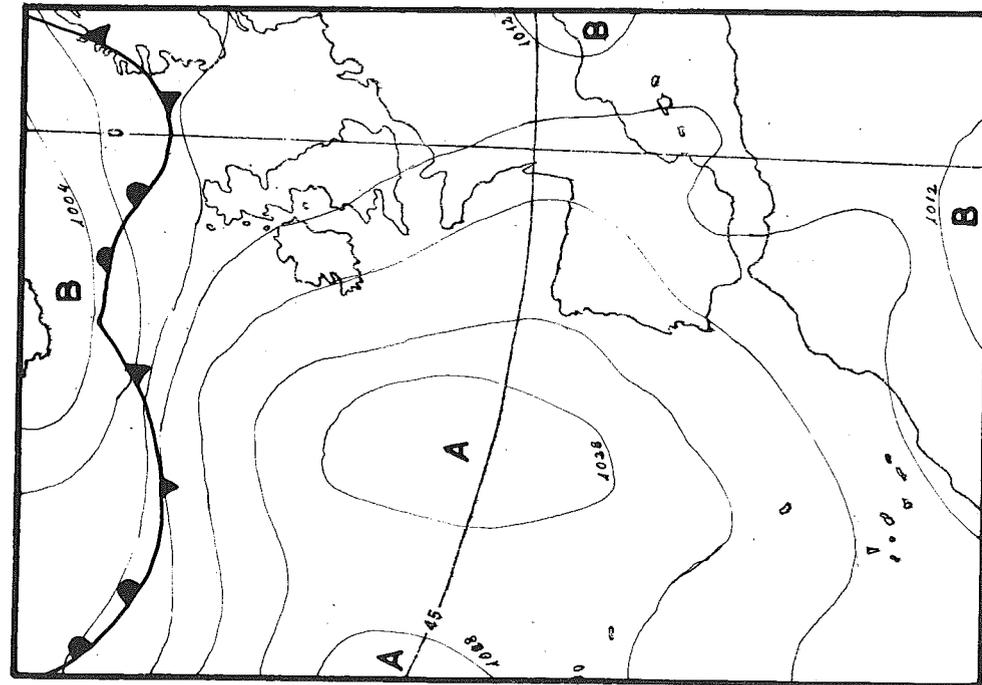
Por un mecanismo similar al de las altas y bajas presiones tiende a desplazarse con dirección nordeste hacia el Alto Aragón; zona que durante las horas de sol actúa como una baja térmica. Por esta razón la mayoría de los procesos son de evolución diurna.

En consecuencia los puntos más occidentales son los que perciben una precipitación mayor (Salvatierra, Luesia), disminuyendo progresivamente hacia el este (Jaca). Al alcanzar el Pirineo propiamente dicho vuelven a adquirir un nuevo vigor debido a la ascendencia orográfica (Candanchú, Formigal).

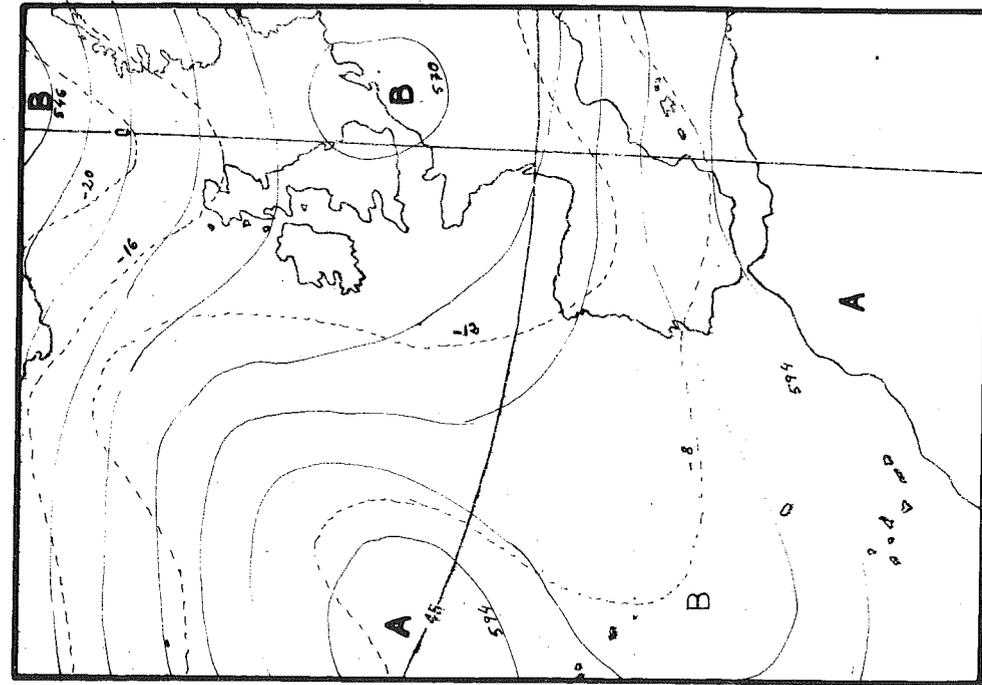
La disminución hacia el S y E altoaragonés es de lógica explicación, como zona ya marginada del paso de estas corrientes. Tanto es así que en el extremo sur-oriental apenas son sensibles (Aineto).

SITUACIÓN DÍA

8-8-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

El conjunto de condiciones sinópticas corresponden a lo que JANSÁ (1971) denomina situaciones tormentosas con origen en el área peninsular. En total suponen casi el 6 % de los tipos de tiempo de verano y el 8 % si sólo consideramos los de carácter anticiclónico. En la mayoría de los casos se deben a situaciones zonales o con anticiclón alargado hacia el occidente europeo.

c) *Tipos de tiempo anticiclónicos cálidos sin precipitaciones:* Durante el verano, la traslación hacia el polo de toda la zona de "westerlies" deja nuestra región en el interior de las calmas anticiclónicas. Se explica así fácilmente la sequedad de los veranos por la presencia del anticiclón de las Azores haciendo tapón sobre el golfo de Gascuña (PEDELABORDE, 1956). En las pulsaciones que pueden experimentar está el origen de los dominios anticiclónicos o de los días caracterizados por bajas presiones.

El día 8 de agosto de 1970, aparece claramente en los mapas de superficie que nuestra península queda englobada en los vientos del noroeste del anticiclón atlántico, en una posición más septentrional de lo que es habitual. Cuando el aire anticiclónico afecta la región, ésta queda al abrigo de las perturbaciones y conoce un tiempo cálido, claro y seco.

De las diferencias térmicas que un anticiclón u otro pueden ocasionar debemos distinguir entre los anticiclones atlánticos que determinan durante el verano tiempos soleados pero algo frescos y los flujos provenientes del anticiclón de Azores mucho más cálidos. Su posición en latitud da origen a flujos más septentrionales en el primer caso, y a meridionales generalmente menos perturbados en el segundo caso.

	M	m	P
Candanchú . . . . .	14	5	
Formigal . . . . .	20	7	
Salvatierra . . . . .	24	14	
Jaca . . . . .	25	10	
Ena . . . . .	25	13	
Caldearenas . . . . .	26	11	
Luesia . . . . .	20	10	
Aineto . . . . .	26	14	

Aunque suponga aporte de aire marítimo con largo recorrido por el océano, el efecto de los Pirineos se reafirma, y su descenso por la vertiente meridional reduce considerablemente su grado de humedad (del orden del 50 %). La nubosidad es escasa o nula (según sea el Pirineo propiamente dicho o sus estribaciones más meridionales o prepirenaicas). Al igual que en el Alto Aragón, la vertiente septentrional pirenaica tampoco recibe precipitaciones y sus temperaturas son algo más frescas.

Estos tipos de tiempo ocupan el segundo lugar en importancia durante el verano. Sólo son superados, en cuanto a frecuencia, por los tipos de tiempo más cálidos derivados del anticiclón continental europeo en plena estación veraniega.

Los anticiclones cálidos sin precipitación corresponden en su mayoría (más del 80 %) a situaciones de bloqueo de la circulación zonal y a las situaciones derivadas de ésta en el basculamiento del anticiclón atlántico más o menos sobre el continente (norte, nordeste y noroeste).

En total, suponen el 25 % de los tipos de tiempo de primavera y más del 30 % si sólo consideramos los que presentan el denominador común de altas presiones.

d) *Tipos de tiempo anticiclónicos muy cálidos con precipitaciones:* Los tipos de tiempo anticiclónicos muy cálidos capaces de aportar precipitaciones en el Alto Aragón pueden tener su origen en flujos marinos de muy distinta procedencia.

Son tipos de tiempo que surgen como consecuencia de un contraste térmico entre el territorio peninsular —ya muy recalentado— y una corriente más fresca de origen marino. Su transcripción dinámica corresponde a los efectos derivados del paso de un frente frío.

Los flujos del sureste, oeste y suroeste pueden actuar de la misma manera, pues las aguas marinas se mantienen más frescas debido a su mayor calor específico. De entre estos flujos son los del noroeste los más frecuentes debido a la posición normal que en esta época ocupa el anticiclón de Azores. Su extensión en forma de dorsal sobre la zona cantábrica española deja aislado el territorio peninsular del posible paso de ciclones atlánticos. Las masas de aire frío que circulan por su flanco septentrional actúan a modo de frente frío y son empujadas hacia latitudes más meridionales. Los frentes fríos así creados se refuerzan particularmente cuando entran en nuestro país y más, si suceden a un tiempo cálido (situación de oeste, suroeste, tiempo anticiclónico, etc.) pudiendo adquirir, caracteres tormentosos.

El día 29 de julio de 1970 el mapa de superficie quedaba reforzado por una similar situación en los 500 mb. El aire de carácter templado desde el noroeste fluía sobre Europa canalizado por la Alta de Azores si bien su apósis hacia España obligaba a que los frentes sólo afectaran la parte norte.

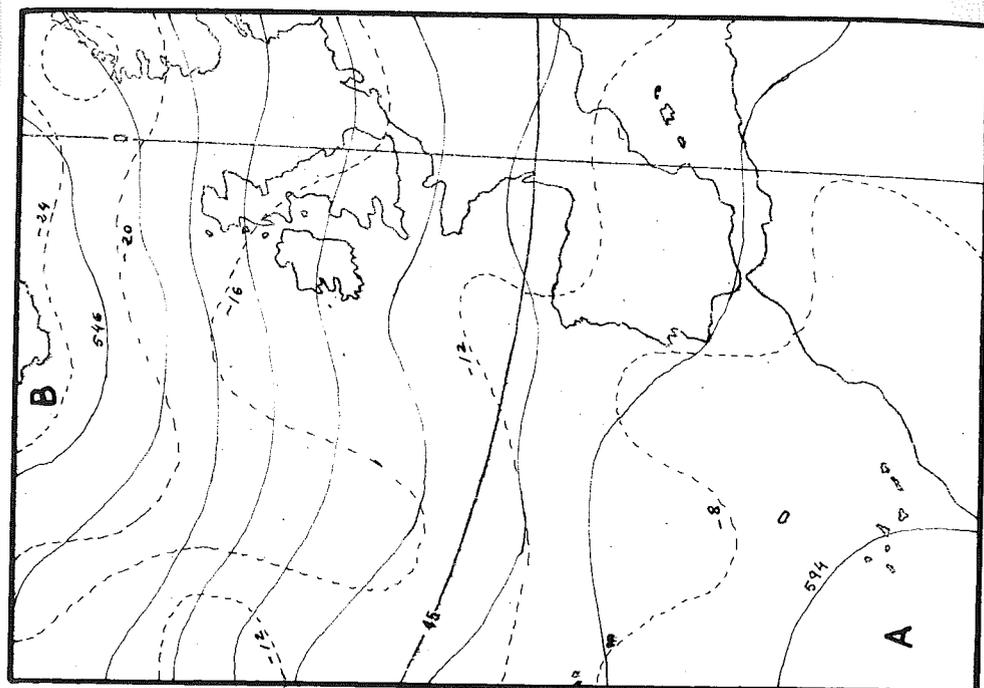
	M	m	P
Candanchú.....	13	10	9
Formigal.....	10	10	1,6
Salvatierra.....	27	17	0,4
Jaca.....	26	12	5,5
Ena.....	24	12	3,4
Caldearenas.....	29	14	1
Luesia.....	31	17	0,5
Aineto.....	23	15	10

La vertiente septentrional pirenaica registró un día de características templadas y con precipitaciones comprendidas entre 0,9 y 7 l/m<sup>2</sup> (KERBE). Algo más fresco que la vertiente meridional, pero muy similar en su precipitación. La componente noroeste que toma el frente frío al descender por el borde oriental del anticiclón hace que fluya casi perpendicular a la barrera. En consecuencia, mantiene allí un tiempo más fresco debido a que incide plenamente. En el Alto Aragón y dado que el flujo llega ya desnaturalizado, el contraste térmico es menos efectivo. Poco a poco va adquiriendo los caracteres del territorio que recorre, aumentando progresivamente su temperatura. En pleno valle del Ebro las precipitaciones son ya inexistentes. Igual ocurrió en el extremo occidental de nuestros territorio (Salvatierra, Luesia), en que, por su mayor cercanía al centro de altas presiones, las precipitaciones fueron muy débiles. Por el contrario en el Pirineo oriental fueron mucho más abundantes.

Suponen el 8 % de los tiempos veraniegos debidos principalmente a flujos del cuarto cuadrante en sus variantes zonal y submeridiana.

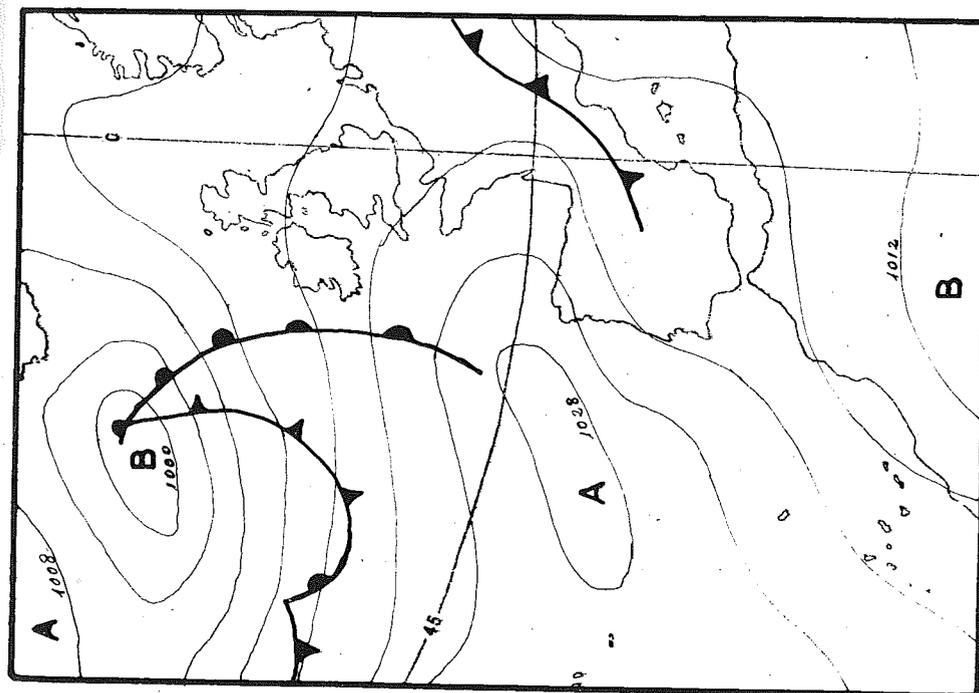
e) *Tipos de tiempo anticiclónicos muy cálidos sin precipitaciones:* Durante el verano, la traslación hacia el norte de toda la zona de corrientes del oeste como consecuencia del empuje de las altas presiones subtropicales, deja a los Pirineos —y a toda la península— en el interior de las calmas anticiclónicas. La posición de este centro de acción positivo puede bascular y llegar a enlazar con las altas presiones establecidas sobre el continente.

La circulación zonal queda desplazada por encima del paralelo 50° norte, a la vez que estas altas centradas sobre Europa occidental crean un flujo de origen



MAPA DE 500 MB - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 29-7-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

continental, cálido y seco, de dirección nordeste-suroeste. El predominio de estos vientos en las capas bajas sugiere la idea de que en el verano la Península está enclavada en el dominio de origen alisio del nordeste (ZIMMERSCHIEDE). La persistencia de este tiempo atmosférico hacen de él una de las situaciones sinópticas más características y constantes del verano.

La situación del día 18 de agosto de 1969 surge como consecuencia del anticiclón de Azores, desplazado sucesiva y lentamente hacia el este y extendiendo su borde occidental sobre la Península a modo de dorsal. En altura, esta dorsal, sigue en el noroeste de la península reforzando la situación de superficie por medio de una fuerte subsidencia. De esta forma la circulación queda situada a mayores latitudes permaneciendo nuestra península en zona anticiclónica. Como consecuencia, el tiempo fue bueno en general, sin ningún tipo de precipitación, pues además del anticiclón de superficie persistía la dorsal anticiclónica en altura.

Al estancarse la masa de aire continental, los vientos son muy débiles, dando origen a días muy claros. La fuerte insolación resultante de las características anteriores determina el recalentamiento rápido del suelo y en consecuencia de las capas bajas en contacto con él. A causa de la larga duración del día hay una acumulación de calor de un día para otro sin que el enfriamiento nocturno llegua a compensar este balance. Las temperaturas elevándose progresivamente y la ausencia de nubosidad son características muy generalizadas en estos tipos de tiempo.

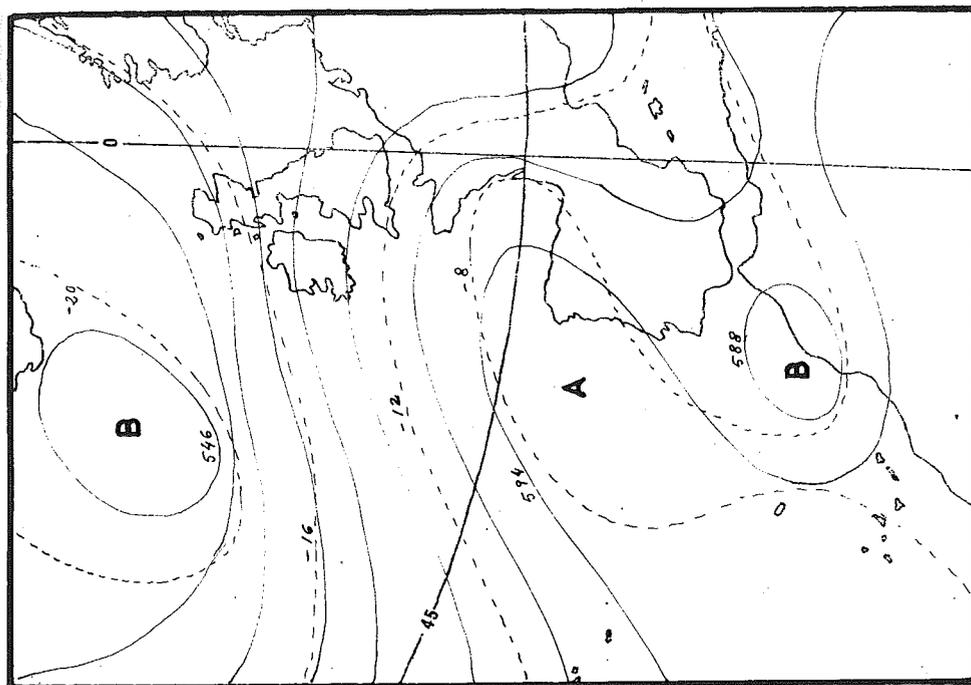
	M	m	P
Candanchú . . . . .	16	5	
Formigal . . . . .	21	9	
Salvatierra . . . . .	31	12	
Jaca . . . . .	26	8	
Ena . . . . .	20	10	
Caldearenas . . . . .	—	—	
Luesia . . . . .	26	16	
Aineto . . . . .	—	—	

Máximas superiores a 30° C —aumentando sensiblemente en los días siguientes debido a las persistencias de la situación—, unido a la baja humedad relativa (inferior al 40 %) dan idea general del comportamiento de estos tipos de tiempo en el Alto Aragón.

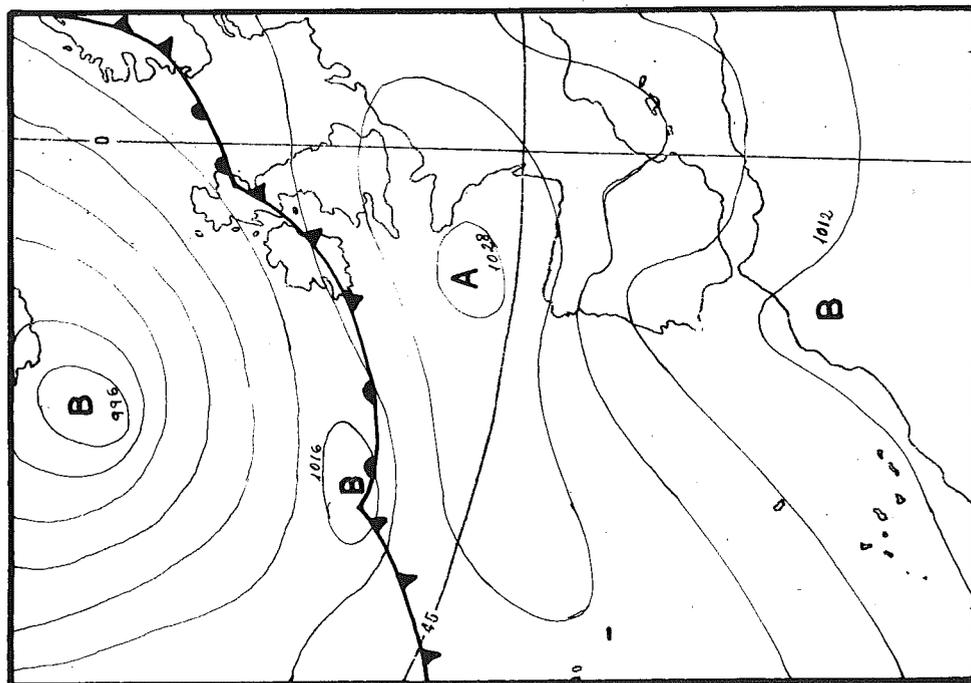
Por sí solos suponen ya el 34 % de las posibilidades climáticas veraniegas, de las cuales casi la mitad de ellas corresponden a situaciones derivadas del anticiclón oceánico con flujos del oeste. Si únicamente consideramos los tipos de tiempo anticiclónicos estivales su porcentaje se eleva al 45 % y pasan del 60 % si su frecuencia la calculamos a partir de los que no aportan precipitaciones.

B) *Ciclónicos*. — La poca frecuencia de estos tipos de tiempo viene en función de la persistencia de las altas presiones subtropicales, desplazadas más al norte durante el período estival. Sólo cuando los ciclones nortatlánticos adquieren la profundidad suficiente, las bajas presiones alcanzan nuestra zona. Los más efectivos son, generalmente, de dirección zonal pues las variaciones submeridianas tropiezan con la topografía amortiguando sus efectos.

Como segunda variante, y en menor proporción, surgen los mínimos relativos peninsulares más o menos frecuentes, provocados por un fuerte calentamiento del territorio peninsular en los meses de la canícula. Estos movimientos convectivos acompañados de irrupciones frías en altitud suponen una considerable aportación a la pluviometría estival, y tanto más en las zonas más continentalizadas, como sucede al sur y este del Alto Aragón.



MAPA DE 500 MB - 12 H.



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 18-8-1969

Estos tipos de tiempo caracterizados por un descenso de la presión son efímeros (a veces sólo unas horas). Tanto más efímeros si los comparamos con la persistencia de las altas presiones que caracterizan la sequedad veraniega.

a) *Tipos de tiempo ciclónicos cálidos con precipitación:* La génesis de las perturbaciones del suroeste es muy característico. En el suelo subsisten las altas presiones mientras que en altitud una colada meridiana dirige el aire frío hacia el sur. Una gota fría se encuentra aislada a lo largo de las costas de Portugal o sobre la Península Ibérica. Ello crea un gradiente térmico muy fuerte capaz de generar inestabilidad. Una depresión se crea entonces en el suelo, exactamente como si la baja en altitud se proyectara sobre el oeste peninsular. Se crea una succión de aire y la perturbación nace de la oposición entre el aire subtropical y la invasión fría en altura.

Se crean así, reforzados por la gota fría en altitud, los contrastes térmicos con la masa ibérica recalentada durante la estación cálida. Por estas razones, el borde sureste del Atlántico constituye una región particularmente favorable a la frontogénesis (CHARL).

Estas perturbaciones del Atlántico sur no suelen seguir hacia las Baleares para pasar a ser del sureste, como sucede en invierno. Durante el verano el dominio mediterráneo es muy homogéneo: cubierto de una masa de aire en calma y con un frente sahariano carente de vigor. Sólo cuando se instala una baja térmica o se desplaza hacia él la baja suratlántica se crea situación del sureste (PEDELABORDE, 1957). A la situación del día 11 de junio de 1969 se llegó a través de un desplazamiento hacia el NE de la depresión creada en el oeste de Portugal.

Esta inestabilidad térmica de la estación cálida se explica por el predominio de la alimentación tropical marítima sobre la alimentación sahariana, como proceso posterior a la alimentación polar generadora de la gota fría.

La situación puede permanecer activa 2-3 días según el vigor de la alimentación fría, pero es en el primero o segundo día cuando la inestabilidad es mayor y la masa cálida mantiene mayor grado de humedad. Poco a poco va cediendo para depender casi exclusivamente de la orografía.

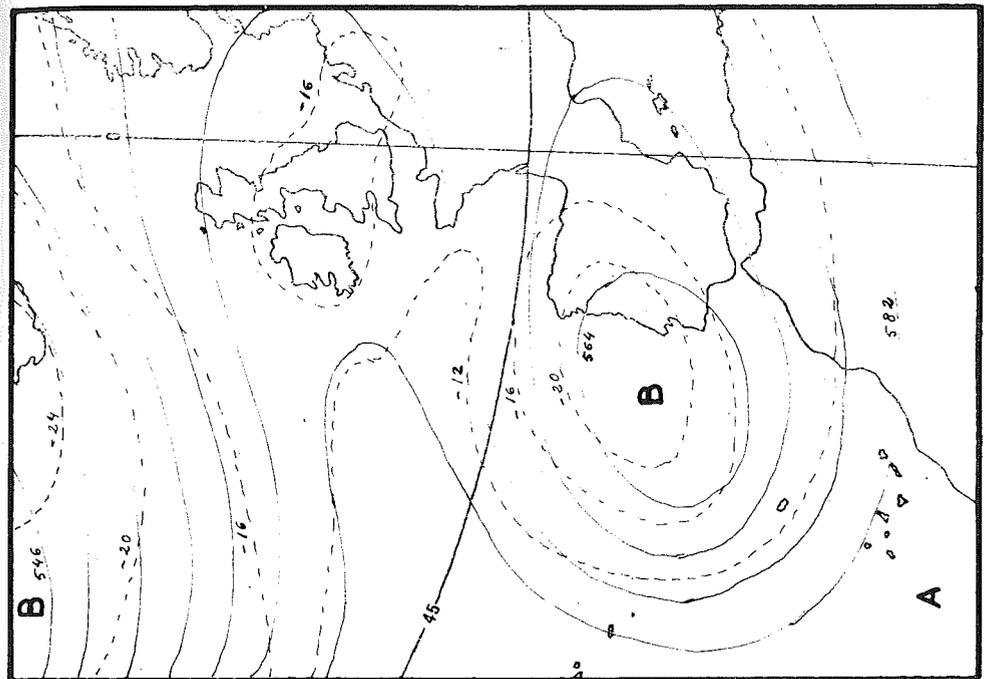
	M	m	P
Candanchú . . . . .	8	5	29
Formigal . . . . .	11	8	15,8
Salvatierra . . . . .	20	13	31,5
Jaca . . . . .	18	9	4,4
Ena . . . . .	21	11	18
Caldearenas . . . . .	22	12	9,7
Luesia . . . . .	24	12	7
Aineto . . . . .			8

La descarga pluviométrica que ocasiona este flujo del suroeste va perdiendo su efectividad a medida que va desplazándose por el territorio peninsular. Las variaciones de humedad en barlovento y sotavento son muy claras, hasta llegar a su casi total pérdida de capacidad para precipitar.

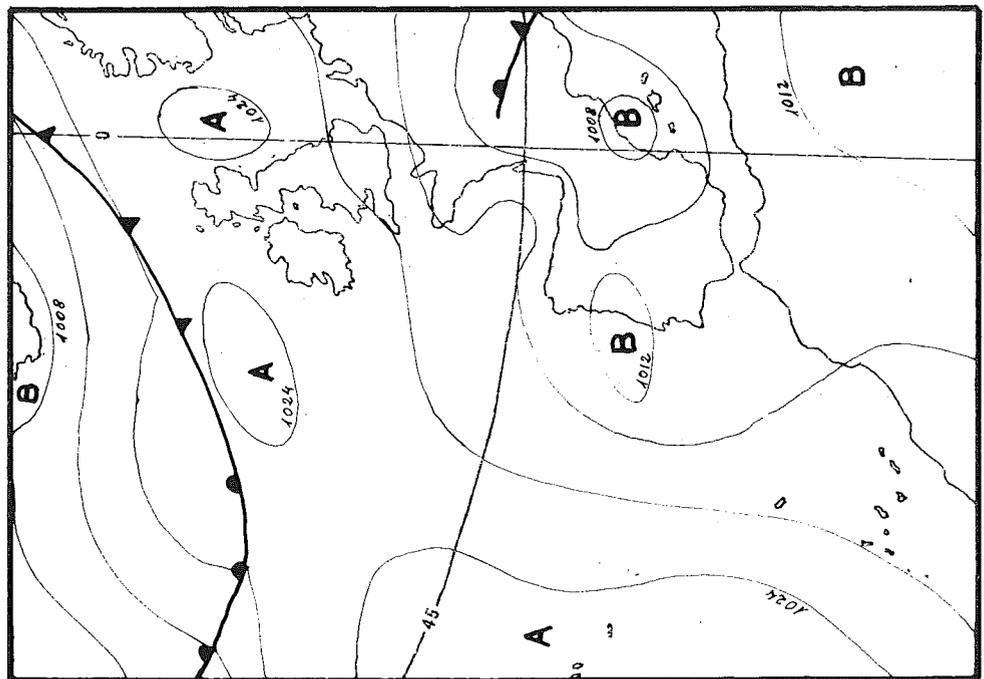
A su llegada al Alto Aragón se comporta de forma muy relacionada con la topografía: existe un claro aumento desde la zona prepirenaica (Aineto, Luesia, Caldearenas) hasta el Pirineo Axil, con mayor incidencia en la parte occidental (Candanchú) que en la oriental (Formigal de Tena).

Los totales de precipitación reflejan los puntos protegidos a sotavento (Jaca y Depresión Media), o los mejor expuestos como sucede con los contrafuertes meridionales de las Sierras Interiores: por efecto del relieve del aire se ve obligado a elevarse facilitando su regeneración por el vigor que crea este ascenso (Salvatierra 31,5 l/m<sup>2</sup>).

SITUACIÓN DÍA 11-6-1969

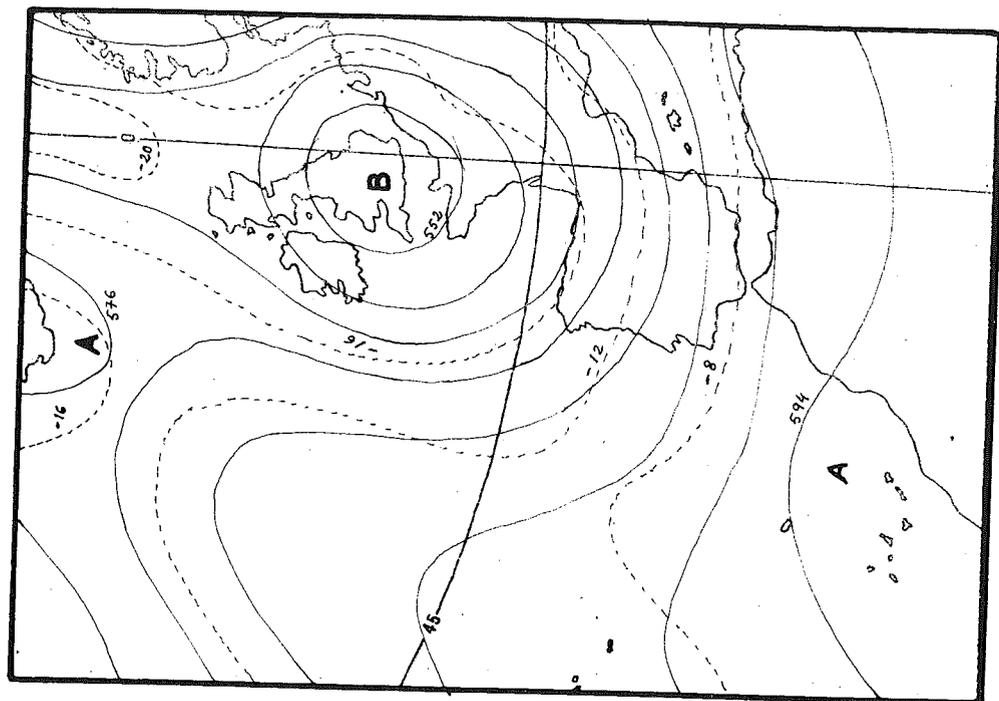


MAPA DE 500 MB - 12H.

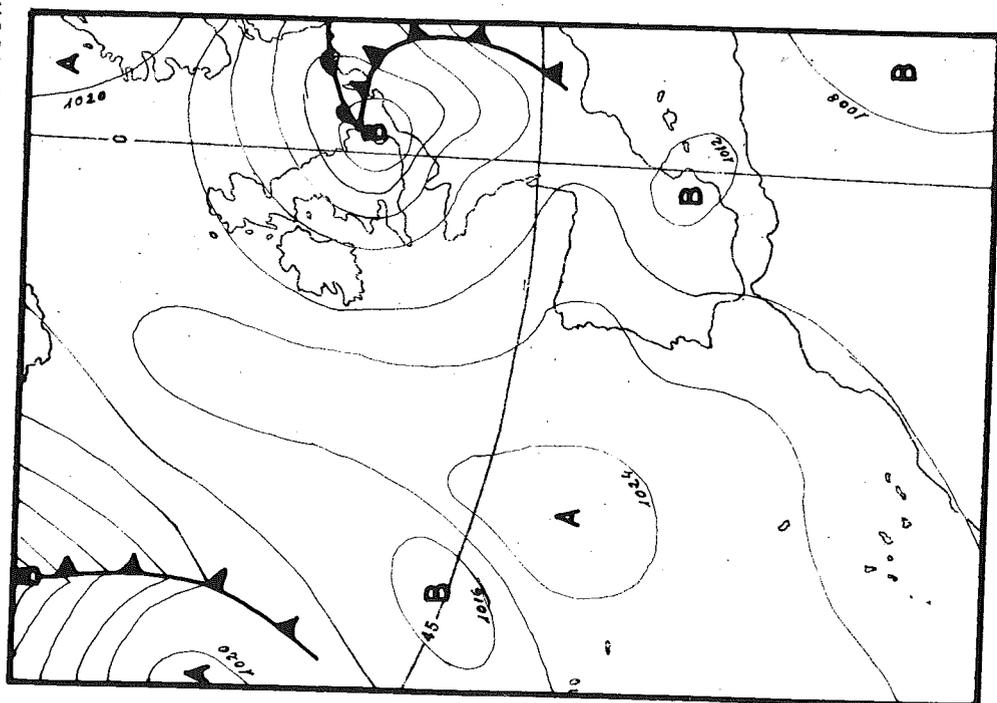


MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.

SITUACIÓN DÍA 20-8-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

Estos procesos dan origen, por relativo enfriamiento, a una elevada humedad relativa (superior al 80 %), escasa velocidad del viento y abundante nubosidad.

En total suponen el 10 % de los tiempos veraniegos y cerca del 40 % de los tipos ciclónicos estivales.

b) *Tipos de tiempo ciclónicos cálidos sin precipitaciones:* Del mismo modo que no puede olvidarse el papel del anticiclón de Azores para explicar la sequedad estival, tampoco puede hacerse de las coladas más o menos frías que se deslizan por la cara oriental de la dorsal anticiclónica nortatlántica para comprender los tiempos perturbados. Bajo estas condiciones, el efecto barrera que crea la cadena pirenaica es muy efectivo. Tanto es así que, aún bajo similares condiciones térmicas en una y otras vertiente, las precipitaciones aparecen en la cara norte y, por el contrario, no se manifiestan en todo el Alto Aragón.

El tipo de tiempo que caracterizó el día 20 de agosto de 1970 así lo demostró. Días anteriores el borde la circulación se aproxima al norte de la Península afectando los vientos del oeste. Poco a poco la alta de Azores va ganando en amplitud meridiana hasta llegar a bloquear la circulación zonal. Así, va creándose una vaguada en la circulación superior (500 mb.) para que el día 20 alcance la mitad norte de nuestra península. Mientras en superficie entran los vientos del norte del anticiclón atlántico, que atempera las temperaturas en plena canícula.

La vaguada fría que aparece en altos niveles tiene su centro en la vertical de Inglaterra, sin que prospere meridionalmente. En este caso los núcleos de perturbación se desplazan sobre Europa centro occidental sin que afecte al territorio peninsular; en parte por el poco alcance meridional de la vaguada fría, pero también por el abrigo que crea la cadena montañosa pirenaica el avance de estas perturbaciones hacia el sur. En la vertiente septentrional se registran valores pluviométricos oscilantes entre 1,5 y 1,2 l/m<sup>2</sup> (KERBE).

En estas condiciones el Alto Aragón queda bajo la protección del macizo pirenaico, conociendo un tiempo cálido pero no bochornoso (debido al origen septentrional de estas masas de aire), y sin ningún tipo de precipitación.

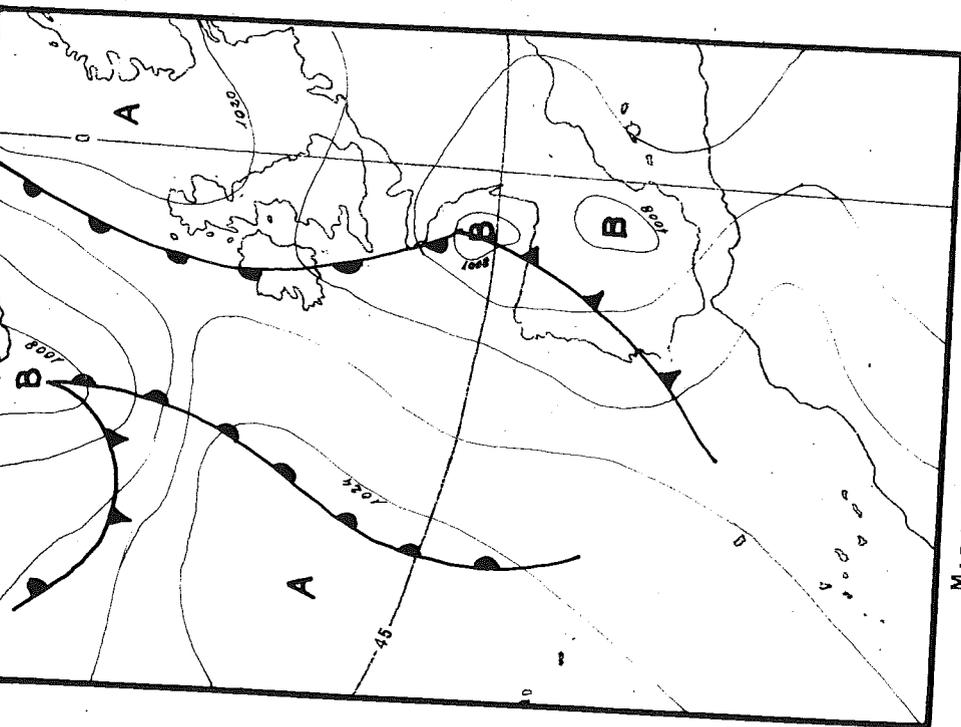
	M	m	P
Candanchú.....	8	6	Ip
Formigal.....	14	7	
Salvatierra.....	19	4	
Jaca.....	21	9	
Ena.....	22	12	
Caldearenas.....	24	10	
Luesia.....	23	9	
Aineto.....	22	9	

Si no consideramos las líneas divisorias pirenaicas en que la altitud influye decisivamente, se demuestra que estos tipos de tiempo afectan muy por igual a las máximas en toda la región. Los valores oscilan entre 19° y 23° C con la salvedad de los 24° de Caldearenas por su situación en depresión cerrada.

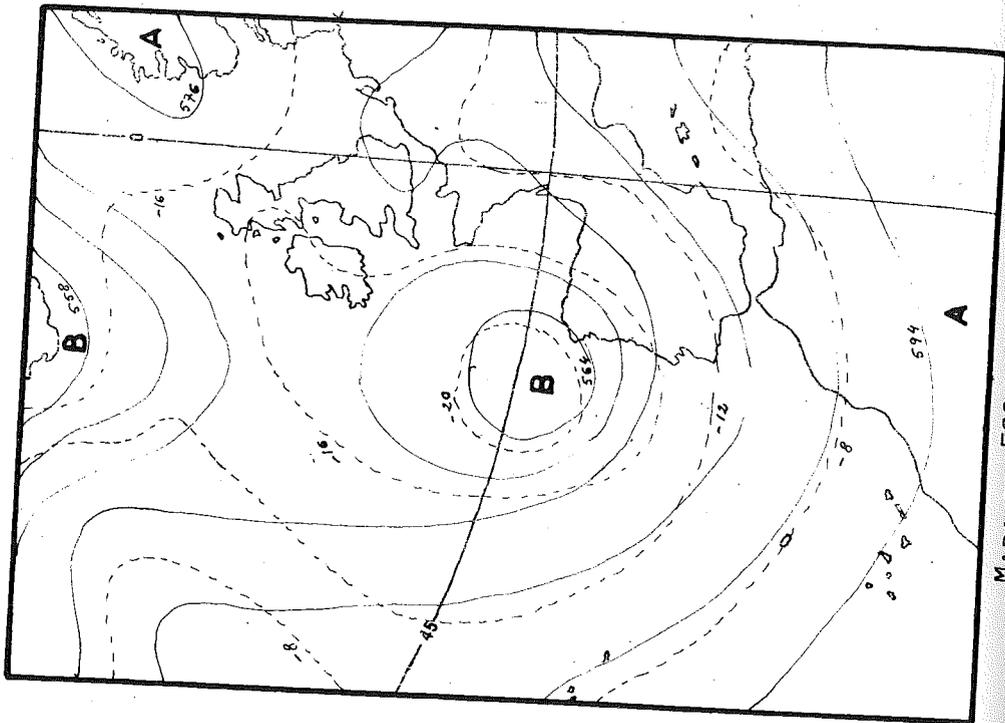
En total suponen el 6,5 % de los tiempos veraniegos pero cerca del 25 % de los que bajo mínimos de presión no aportan precipitaciones. Los flujos submeridiano son máximos responsables de estos tipos de días que en pleno calor estival provocan un ligero descenso de las temperaturas.

c) *Tipos de tiempo ciclónicos muy cálidos con precipitaciones:* En verano, el aire peninsular es por lo general más cálido que el del océano. Se comprende pues, el papel decisivo de las coladas frías septentrionales en la creación de inestabilidad. Estos frentes fríos, progresando hacia el sureste, constituyen perturbaciones tormentosas después de los periodos de fuertes calores en nuestro territorio. Actúan

SITUACIÓN DÍA 4-8-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

a modo de frente frío en el que el aire oceánico penetra en cuña bajo el aire estancado sobre el territorio recalentado, afectado por un débil gradiente barométrico.

Bajo estas condiciones podemos considerar el desarrollo del mapa sinóptico del día 4 de agosto de 1970. El frente frío avanza desde el oeste peninsular debido a una baja presión centrada en el mar Cantábrico y reforzada por la gota fría que penetra hasta el noroeste de Galicia en la superficie de 500 mb. A su paso eleva de forma brusca el aire peninsular recalentado, provocando mecanismo de tipo tormentoso.

Los contrafuertes meridionales prepirenaicos son los primeros en acusar la elevación del aire más cálido (Luesia, Aineto). Descienden los totales en la depresión prepirenaica (Caldearenas) para volver a incrementarse en las vertientes meridionales de las Sierras de las Peñas (Ena). Por un proceso similar, la Depresión media ve reducida su cuantía de precipitación, a la vez que vuelve a aumentar (pero ya con menor fuerza por su largo recorrido) en el Pirineo Axil.

Muchas veces no son procesos de carácter local, sino que van progresando por el territorio peninsular hasta alcanzar el Ato Aragón. Cuando así sucede, mayormente llegan ya debilitados por el alejamiento del foco de la ciclogénesis y por el mismo frotamiento peninsular.

	M	m	P
Candanchú.....	19	10	12
Formigal.....	21	11	11
Salvatierra.....	29	13	4
Jaca.....	28	8	8,5
Ena.....	23	12	12
Caldearenas.....	25	12	8,1
Luesia.....	24	12	18
Aineto.....	27	14	37

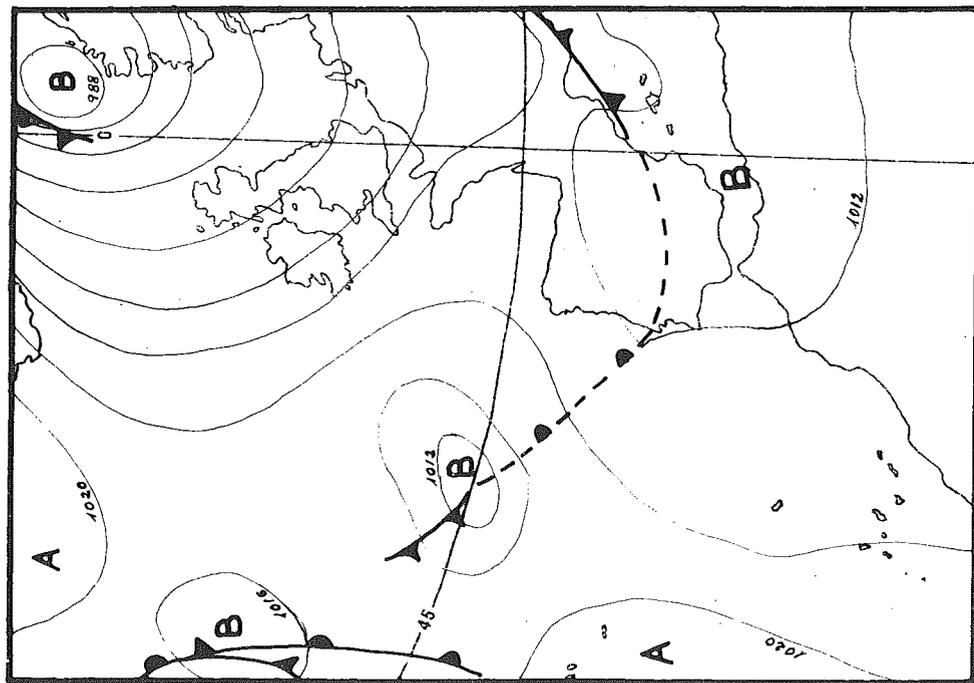
Bajo estas condiciones creadoras de regímenes tormentosos debemos incluir el 3 % de los tipos que caracterizan el verano; pero suponen cerca del 12 % si sólo consideramos los que se desarrollan en condiciones de baja presión. En cuanto a dirección de flujos corresponden por igual a tipos del noroeste como suroeste. En definitiva, ambos se combinan en un mismo proceso.

d) *Tipos de tiempo ciclónicos muy cálidos sin precipitaciones:* Las condiciones bajo las cuales se desarrolla un tipo de tiempo muy cálido sin precipitaciones son muy similares a las descritas en el tipo de tiempo anterior (muy cálido y con precipitaciones). Su diferencia principal estriba en que este tipo de tiempos carece del frente frío que actúa de detonador para desencadenar la precipitación. Es decir, no existe el aire frío que, penetrando en cuña, levanta vigorosamente al aire cálido peninsular, resultado del fuerte calentamiento del suelo o por la radiación diurna.

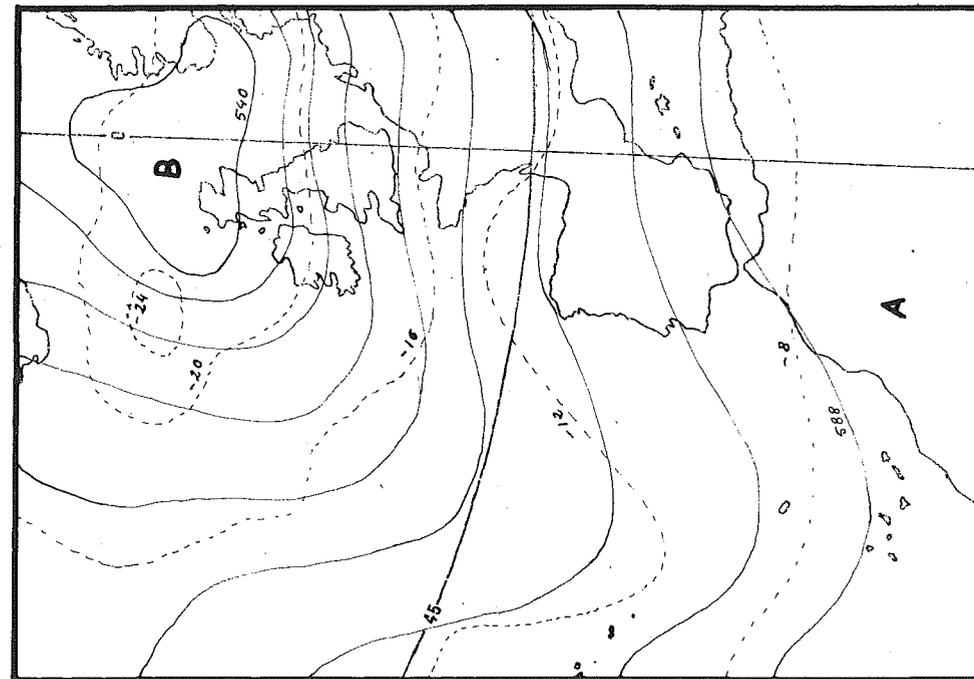
La dorsal atlántica (día 21 de julio de 1970) crece en amplitud hasta llegar a formarse un núcleo anticiclónico que alcanza casi el suroeste de Groenlandia; a la vez que una profunda depresión se extiende sobre Escandinavia. Por la acción de ambos centros los sistemas frontales cruzan en dirección noroeste-sureste sin que sus efectos sean apenas sensibles sobre España ya que la dorsal anticiclónica protege de las perturbaciones atlánticas zonales.

El frente frío (así creado) circula de forma efectiva al norte del paralelo 45°, mientras que más al sur —ya desnaturalizado por cercanía con las altas presiones— prácticamente ha desaparecido. Persiste la baja presión debido a efectos térmicos, existe gradiente mínimo necesario para que el calentamiento a la masa de aire subyacente se realice, pero el frente frío carece de vigor necesario para que sea efectivo.

SITUACIÓN DÍA 21-7-1970



MAPA DE SUPERFICIE - 12 H.



MAPA DE 500 MB - 12 H.

La fuerte insolación persiste y no aparecen fenómenos de advección (escaso gradiente barométrico) capaces de renovar las masas de aire y amortiguar el calentamiento, con lo que las temperaturas se elevan considerablemente. Todo el Alto Aragón (y prácticamente todo el valle del Ebro) exceptuando los puntos influidos por la altitud tuvieron máximas superiores a los 30°. Las mínimas presentan un gradual aumento a medida que desciende la altitud debido a una menor pérdida por irradiación.

	M	m	P
Candanchú. ....	22	11	
Formigal. ....	24	16	
Salvatierra. ....	34	13	
Jaca. ....	30	11	
Ena. ....	31	14	
Caldearenas. ....	33	10	
Luesia. ....	27	15	
Aineto. ....	33	17	

Suponen el 4 % del total de los tiempos estivales y el 16 % de los que presentan el denominador común de baja presión.

C) *Resumen General de los tipos de tiempo en verano.* — Si en toda estación las vías de perturbaciones del oeste tienden a pasar más al norte de los Pirineos (PEDELABORDE, 1959), con más razón en verano cuando las altas presiones subtropicales se adueñan de nuestras latitudes.

Predomina un tiempo anticiclónico (75 % de los días) frente a un reducido número de días perturbados (25 %). El mayor predominio de aquellos, ayudados por un constante abrigo aerológico, caracterizan la sequedad veraniega.

Los escasos tipos de tiempos ciclónicos con precipitaciones obedecen, en su mayoría, a dos variantes derivadas de su génesis: bien porque determinadas perturbaciones alcancen nuestra zona, bien porque el fuerte caldeamiento peninsular origine bajas térmicas relativas cuya inestabilidad es desencadenada ya por una invasión fría en altura, ya por una advección superficial a modo de frente frío.

El predominio de los tipos anticiclónicos crea una gran uniformidad en los tiempos estivales que, aunque bajo diferentes flujos, pueden englobarse en 10 o 12 tipos diferentes.

Si dejáramos aparte la clasificación dinámica se reducirían a 5-6, y a sólo 2-3 si únicamente tuviéramos en cuenta los tipos de tiempo derivados de las temperaturas.

Dentro de los anticiclónicos, como es normal, dominan plenamente los muy cálidos (42 % del total de los días de verano), de los cuales el 34 % lo ocupan los que no aportan ningún tipo de precipitación. Son debidos, fundamentalmente, a las altas presiones atlánticas extendidas sobre el continente provocando un flujo muy cálido de aire subtropical recalentado en contacto con el suelo.

CUADRO 2. TIPOS DE TIEMPO EN VERANO (AÑOS 1968/1974) Y SU DISTRIBUCIÓN SEGÚN SITUACIONES

		Total	% N	% NE	% E	% SE	% S	% SW	% W	% NW	%					
ANTICLONICOS																
Muy f con precipitac.	4	0,7		1	25,0				1	25,0	2	50,0				
Fríos																
TempI	37	5,7		4	10,8	8	21,6	1	2,7	18	48,6	5	13,6			
Cálid																
Muy C	51	7,9		8	15,7	9	17,6	7	13,8	11	21,6	6	11,7			
ANTICLONICOS																
Muy F con precipitac.	6	0,9		2	33,3				1	16,7	3	50,0				
Fríos																
TempI	162	25,1	13	8,0	27	16,8	13	8,0	2	1,2	54	33,3				
Cálid									1	0,6	52	32,1				
Muy C	221	34,3	2	0,9	40	18,1	30	13,6	28	12,7	77	34,8				
ANTICLONICOS																
Muy F con precipitac.	7	1,2		3	42,8				2	28,6	2	28,6				
Fríos																
TempI	66	10,2		6	9,1	2	3,0	10	15,2		22	33,3				
Cálid									5	7,6	21	31,8				
Muy C	20	3,1		1	5,0	2	10,0	4	20,0	1	5,0	4	20,0			
ANTICLONICOS																
Muy F con precipitac.	3	0,5		1	33,3						2	66,7				
Fríos																
TempI	42	6,5		9	21,4	2	4,7	2	4,7	12	28,6	14	33,4			
Cálid									3	7,2	4	16,0				
Muy C	25	3,9		1	4,0	4	16,0	5	20,0	7	28,0	4	16,0			
ANTICLONICOS																
Total anticicl	481	74,7	15	3,1	82	17,0	60	12,5	41	8,5	22	4,6	162	33,7	99	20,6
Total ciclónic	163	25,3		21	12,9	10	6,1	21	12,9		16	9,8	48	29,5	47	28,8
TOTAL	644		15	2,3	103	16,1	70	10,8	62	9,6	38	5,9	210	32,6	146	22,7

Siguen en segundo lugar los de carácter cálido (31 %) que derivan de un flujo submeridiano oceánico cuando las altas presiones atlánticas se adueñan hasta más allá del paralelo 50° norte.

En último lugar quedan los más templados (1,5 %), que surgen de una situación transitoria del desplazamiento hacia el este de las altas presiones. En un período corto, generalmente de un día, se establece una circulación meridiana con aportes de aire polar, reconocidos por sus temperaturas benignas.

Los de carácter ciclónico no significan, en general, calores agobiantes (16 % en total y 10 % los que precipitan). Corresponden enteramente a flujos oceánicos del oeste y noroeste. Los ciclónicos muy cálidos portadores de lluvia suponen un 3,1 %. En su mayoría se traducen en situaciones tormentosas.

En cuanto a orden de importancia, dominan en primer lugar los flujos del oeste, seguidos de los del noroeste. El tercer lugar lo ocupan los del nordeste derivados del anticiclón de Azores extendido sobre Europa meridional.