

PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS
DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO CATASTRAL Y DE ESTADÍSTICA

SERVICIO METEOROLOGICO ESPAÑOL

Serie **A**, núm. **3**.

Contribución al estudio de la Tramontana en Menorca

POR EL

AUXILIAR DE METEOROLOGÍA D. JOSÉ M.^a JANSÁ GUARDIOLA

Licenciado en Ciencias
Jefe del Observatorio de Mahón

MADRID
TALLERES GRAFICOS HERRERA
Hermosilla, número 50
1933

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA TRAMONTANA EN MENORCA

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA TRAMONTANA EN MENORCA
por JOSÉ M.^a JANSÁ GUARDIOLA

POR

RÉSUMÉ

La Tramontana, vent d'entre NW et NW-N, souffle pendant 265 jours en moyenne par an, dont 105 avec vitesse supérieure à 10 m/s. Le vent fort est plus fréquent en hiver; le vent est modéré et persistant pendant plus de la moitié de l'année. On observe des variations de régime semblables en France pour le Mistral. La Tramontana a une forte tendance à pousser de la terre en automne, entre 6 et 8 heures, et à s'élever à la verticale, entre 14 et 16 heures. Elle provoque une forte descente de la température et une remarquable augmentation dans l'oscillation diurne. Elle produit aussi une diminution de l'humidité relative avec une variation de variation diurne et tend à grosses masses. Le type de nuages temps apparaît à la fin du passage d'un système nuageux accompagné de pluie généralement en averses, et celui de bon temps avec un ciel clair, de nuit ou du soir, des nuages légers, subit que la circulation de l'air soit dominée par un cyclone situé au SW de Minorque, ou par un anticyclone situé au NW. (Voir les cartes). La Tramontana cesse en altitude, fréquemment par une discontinuité entre les 700 et 1.000 m, avec substitution par un courant du NW ou de W. Quant à la vitesse elle peut dépasser 2.000 m, et décroît ensuite. Les effets météorologiques sont ainsi à signaler. Le courant de la Tramontana est canalisé par la vallée de Minorque et influencé par la présence de l'île de Minorque.

INTRODUCCION

De antiguo se clasifican los vientos en tres grandes grupos: constantes, periódicos y locales, observándose que en una misma región no suelen encontrarse sino los de un solo grupo. El Mediterráneo pertenece al dominio de los vientos locales, que son muy numerosos; tienen carácter y designados por nombres especiales desde Tenista época; en particular, la isla de Menorca se encuentra de lleno en la zona de influencia de la Tramontana. Se sabe que los vientos locales se caracterizan por su intensidad, y no pueden reconocerse sino porque conservan, para cada lugar, una dirección fija y ciertos caracteres físicos permanentes. La Tramontana es un viento fuerte, de dirección N, tris y seco, que puede presentarse en todas las épocas del año, que persiste hasta varios días seguidos y que se deja sentir desde las costas del Ródano, o desde más lejos, en el interior, hasta las inmediaciones de las costas de Africa, alcanzando su mayor violencia en el golfo de León y mar Balear, al N. de Menorca, fundiéndose con el Mistral (viento del NW) de Provenza y el Ampurdán, que tiene los mismos caracteres. Los temporales de Tramontana en invierno son de una violencia y de una duración extremadas, y además, frecuentísimos, todo lo cual hace peligrosas y a veces peligrosas la navegación por esos mares; la travesía de Barcelona a Mallorca, según testimonio de marinos experimentados, es de las más pesadas comparable a las famosas del canal de la Mancha.

Con el presente estudio no podemos más que indicar la recopilación de datos críticamente analizados, que puedan servir algún día de base a un estudio completo del problema de la Tramontana, que permita llegar a una definición rigurosa y, por lo tanto,

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA TRAMONTANA

EN MENORCA

JOSE M. JIMBA GARCIA

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA TRAMONTANA EN MENORCA,

por José M.^a JANSÁ GUARDIOLA.

RÉSUMÉ:

La *Tramontane*, vent d'entre NNW. et NNE., souffle pendant 165 jours en moyenne par an, dont 105 avec vitesse supérieure à 5 m./s. Le vent fort est plus fréquent en hiver; le vent modéré en été. La durée est très variable pouvant persister pendant plusieurs jours. On observe des périodes de trois jours, déjà signalées en France pour le Mistral. La *Tramontane* a une forte tendance à prendre de la force au commencement, entre 6 et 8 heures, et à s'apaiser à la terminaison, entre 14 et 16 heures. Elle provoque une forte descente de la température et une remarquable atténuation dans l'oscillation diurne. Elle produit aussi une diminution de l'humidité relative avec disparition de variation diurne et trait à grosses saccades. Le type de mauvais temps apparaît à la fin du passage d'un système nuageux accompagné de pluie généralement en averses, et celui de bon temps avec un ciel clair, ou tout au plus avec des nuages locaux, suivant que la circulation de l'air soit commandée par un cyclone situé au SE. de Minorque, ou par un anticyclone situé au NW. (Voir les cartes). La *Tramontane* cesse en altitude, fréquemment par une discontinuité entre les 700 et 1.000 m. avec substitution par un courant du NW. ou du W. Quant à la vitesse elle croît jusqu'à 1.000 m. et décroît ensuite. Les effets topographiques sont aussi à signaler. Le courant de la *Tramontane* est canalisé par la vallée du Rhône et influencé par la présence de l'île de Minorque.

INTRODUCCION

De antiguo se clasifican los vientos en tres grandes grupos: constantes, periódicos y locales, observándose que en una misma región no suelen encontrarse sino los de un solo grupo. El Mediterráneo pertenece al dominio de los vientos locales, que son muy numerosos; fueron conocidos y designados por nombres especiales desde remota época; en particular, la isla de Menorca se encuentra de lleno en la zona de influencia de la *Tramontana*. Se sabe que los vientos locales se caracterizan por su inconstancia, y no pueden reconocerse sino porque conservan, para cada lugar, una dirección fija y ciertos caracteres físicos permanentes. La *Tramontana* es un viento fuerte, de dirección N., frío y seco, que puede presentarse en todas las épocas del año, que persiste hasta varios días seguidos y que se deja sentir desde las bocas del Ródano, o desde más lejos, en el interior, hasta las inmediaciones de las costas de Africa, alcanzando su mayor violencia en el golfo de León y mar Balear, al N. de Menorca, fundiéndose con el Mistral (viento del NW.) de Provenza y el Ampurdán, que tiene los mismos caracteres. Los temporales de *Tramontana* en invierno son de una violencia y de una duración extremadas, y, además, frecuentísimos, todo lo cual hace penosísima y a veces peligrosa la navegación por estos mares; la travesía de Barcelona a Mahón, según testimonio de marinos experimentados, es de las más pesadas, comparable a las famosas del canal de la Mancha.

Con el presente estudio no podemos más que iniciar la recopilación de datos críticamente analizados, que puedan servir algún día de base a un estudio completo del problema de la *Tramontana*, que permita llegar a una previsión rigurosa y, por lo tanto, a

una atenuación de sus perniciosos efectos, propósito el más halagüeño para el investigador

F R E C U E N C I A

No existe en Menorca ningún anemómetro registrador, por lo cual carecemos de observaciones continuas del viento. En el Observatorio de la Base Naval, a cargo del Servicio Meteorológico Nacional, se practican tres observaciones diarias: a las 7, a las 13 y a las 18 horas. Dicho Observatorio viene funcionando con regularidad desde mediados de 1925. Para la estadística que sigue hemos aprovechado los datos correspondientes a los años completos de 1926 a 1930, ambos inclusive. Contamos como día de Tramontana todo aquel en que se ha observado un viento de dirección comprendida entre el NNW. y el NNE., por lo menos en una de las tres observaciones ordinarias. Formamos tres grupos: días de Tramontana floja, cuando en ninguna de las observaciones la velocidad del viento ha llegado a ser de 5 metros; moderada, cuando, por lo menos en una de las observaciones, se ha registrado una velocidad mayor que 5 m./s. y menor que 10 m./s., y fuerte, cuando en alguna de las observaciones la velocidad observada sobrepasa los 10 m./s. Además debemos citar los días excepcio-

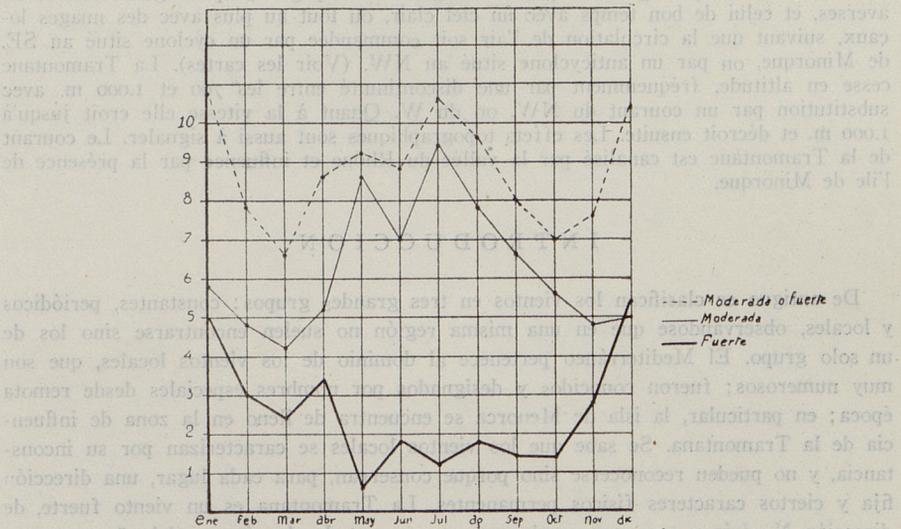


Fig. 1.

nales en que la velocidad ha superado los 20 m./s. y que durante los cinco años de referencia han sido los siguientes: 5 marzo 1926, 2 diciembre 1926, 19 enero 1927, 4 febrero 1927, 4 febrero 1928, 23 abril 1928 y 17 diciembre 1930, correspondiendo la máxima velocidad observada al día 19 enero de 1927, a las 13 horas: 26,3 m./s.

El cuadro número 1 contiene el resumen, especificado por años. Como se ve, los fenómenos siguen una marcha bastante regular, sobre todo si se atiende a los totales. La distribución de los días de Tramontana durante el año es más caprichosa; pero no solamente el número total de ellos se conserva sensiblemente constante, sino que con relación a la fuerza del viento se reparten también del mismo modo, lo cual demuestra

que la distinción entre Tramontana floja, moderada y fuerte no es arbitraria, sino que son fenómenos que no obedecen exactamente a la misma causa. Los valores medios que se encuentran fácilmente son 60 días de Tramontana floja, 75 moderada, 30 fuerte y 165 en total. Descontando los días de Tramontana floja, quedan 105 días al año en que sopla Tramontana de velocidad superior a 5 m./s.

El cuadro número 2 y la figura 1 da idea de la distribución media de los días de Tramontana según los meses del año, deducida del cuadro número 1. Aunque no puede darse a estos resultados más que un valor provisional, puesto que el período a que se extienden las observaciones es excesivamente corto, no obstante, dada la regularidad ya advertida, es de suponer que las observaciones futuras no habrán de introducir variaciones esenciales. Del examen de dichos promedios resulta que la frecuencia de la Tramontana floja varía poco en el transcurso del año: corresponde, aproximadamente, a un día por cada seis. Las curvas de frecuencia correspondientes a la Tramontana moderada y a la fuerte son casi inversas una de otra, lo cual refuerza el argumento de que obedecen, en general, a causas distintas. Ambas presentan un máximo bien marcado en el mes de enero; pero mientras para la moderada se encuentra otro máximo más elevado en los meses de verano, y, por lo tanto, una doble oscilación anual, la fuerte baja en verano a un mínimo mal definido y presenta, por lo tanto, una oscilación anual sencilla. Prescindiendo de la Tramontana floja, que corresponde casi siempre a una brisa local, quedan, como se ha dicho, 105 días al año en que sopla Tramontana de velocidad superior a 5 m./s. y que obedece a causas generales, y estos días se distribuyen durante el año, dando un máximo en el mes de enero, donde concuerdan las curvas de frecuencia del viento moderado y fuerte; otro máximo aplastado, que abarca de abril a agosto, el cual resulta de la superposición del mínimo de Tramontana fuerte con el máximo de moderada, con notable predominio de éste, y, por último, dos mínimos bien limpios en marzo y octubre; de modo que en estos meses son menos de temer las Tramontanas. Soplan vientos del N. casi con tanta frecuencia como en los otros meses de primavera y otoño; pero, generalmente, son flojos.

CUADRO NUMERO 1

DÍAS DE TRAMONTANA

MESES	AÑO 1926			AÑO 1927			AÑO 1928			AÑO 1929			AÑO 1930		
	Floja	Moderada	Fuerte												
Enero.	2	6	1	3	4	7	6	10	8	3	7	6	3	2	3
Febrero.	8	5	1	2	0	5	3	7	4	5	6	4	6	6	1
Marzo.	1	7	6	7	3	1	6	3	1	7	6	1	7	2	3
Abril.	4	9	2	6	4	5	1	4	4	5	4	5	2	5	1
Mayo.	2	10	1	8	10	0	7	5	0	4	9	2	5	9	1
Junio.	4	8	2	4	11	1	5	5	5	5	6	1	8	5	0
Julio.	3	13	3	5	7	0	8	10	1	3	6	0	3	11	2
Agosto.	7	6	1	5	7	2	2	9	1	7	10	4	9	7	1
Septiembre.	8	6	3	6	6	3	5	8	0	5	4	0	0	9	1
Octubre.	6	3	1	10	8	0	4	4	2	5	4	3	5	4	2
Noviembre.	7	3	0	4	5	3	5	5	4	2	6	5	4	5	2
Diciembre.	8	4	9	3	7	1	3	8	6	8	5	4	7	1	7
TOTAL.	60	80	30	63	72	28	55	78	36	59	73	35	59	66	24

CUADRO NUMERO 2

	Floja	Moderada	Fuerte	Moderado o fuerte	Total
Enero	3,4	5,8	5,0	10,8	14,2
Febrero	4,8	4,8	3,0	7,8	12,6
Marzo	5,6	4,2	2,4	6,6	12,2
Abril	3,6	5,2	3,4	8,6	12,2
Mayo	5,2	8,6	0,6	9,2	14,4
Junio	5,2	7,0	1,8	8,8	14,0
Julio	4,4	9,4	1,2	10,6	15,0
Agosto	6,0	7,8	1,8	9,6	15,6
Septiembre	5,8	6,6	1,4	8,0	13,8
Octubre	6,0	5,6	1,4	7,0	13,0
Noviembre	4,4	4,8	2,8	7,6	12,0
Diciembre	5,8	5,0	5,4	10,4	16,2
AÑO	60,2	74,8	30,2	105,0	165,2

DURACION

No disponiéndose de aparatos registradores es difícil hacer una buena estadística de duración. Con todo, hemos ensayado dos métodos cuyo fundamento vamos a exponer para que pueda juzgarse del valor científico de los resultados obtenidos.

En el primer método hemos aprovechado las observaciones ordinarias cotidianas de las 7, las 13 y las 18 horas, y hemos caracterizado la duración total de cada período de viento por un índice numérico obtenido contando el número de veces seguidas que se encuentra consignado el N. en los cuadernos de registro. Este método tiene dos inconvenientes: primero, que faltando la observación de la una, resultan los intervalos excesivamente desiguales, y segundo, que en todo caso son demasiado largos. El primer inconveniente puede atenuarse algo admitiendo como probable que siempre que las observaciones de las 18 horas y de las 7 horas concuerdan, dando ambas N., a la observación de la una, comprendida entre ellas, corresponde también N., mientras que si el cambio ha tenido lugar por la noche, y de las dos observaciones efectuadas a las 18 horas y a las 7 horas una indica N. y la otra no, es igualmente probable que el viento haya empezado y terminado antes o después de la una indiferentemente. Introducimos, pues, una corrección en los índices de duración que consiste en aumentarles una unidad en todos los casos en que el N. persiste a las 18 horas y a las 7 horas, y en la mitad de los casos en que el N. se encuentra consignado en una sola de las observaciones de las 18 horas o de las 7 horas. En cuanto al segundo inconveniente, parece completamente inevitable: hay que tener en cuenta que cada unidad en el sistema de índices utilizado equivale aproximadamente a un intervalo de seis horas, y como puede darse el caso de que el viento haya empezado un momento antes de la hora de observación, resulta que dichos índices pueden estar afectados de errores equivalentes a seis horas, y aun más, si el principio o el fin coinciden por la noche, error que es casi del mismo orden que la duración que se trata de medir. Además, no es probable que tales errores tiendan a compensarse aumentando el número de datos utilizados porque probablemente existe una relación sistemática entre las horas del principio y del fin. Si, por ejemplo, fuese frecuente el principio a las 8 horas y el término a las 17 horas, las observaciones de las 13 horas deberían tener un peso superior a las otras para el cómputo de duraciones. Los resultados que a este respecto hemos obtenido por el otro método no son utilizables aquí, porque puede no existir relación ninguna entre

el principio absoluto del viento y el principio de un viento superior a una velocidad determinada. A pesar de todos los inconvenientes apuntados, no carecen de significación los resultados obtenidos, como lo demuestra su notable concordancia con los conseguidos por el segundo método, completamente distinto en su fundamento.

Durante el quinquenio de 1926-1930 la suma total de los índices de duración es 2.116. Esto quiere decir que se habría observado viento N. 2.116 veces practicando cuatro observaciones diarias: a la 1, a las 7, a las 13 y a las 18 horas (con las reservas consignadas a propósito de la observación de la 1, la cual no ha sido realizada de un modo efectivo). Podemos buscar la probabilidad de que en una observación cualquiera se observe N. dividiendo dicho número por el número total de observaciones efectuadas (contando como tal la de la 1) durante el mismo tiempo, que es de 7.304. Dicha probabilidad resulta, pues, igual a 0,2897. Este mismo número expresa también la probabilidad de que dentro de un período de seis horas (no precisamente durante todo él) sople viento N. Suponiendo que la existencia del viento N. en el mo-

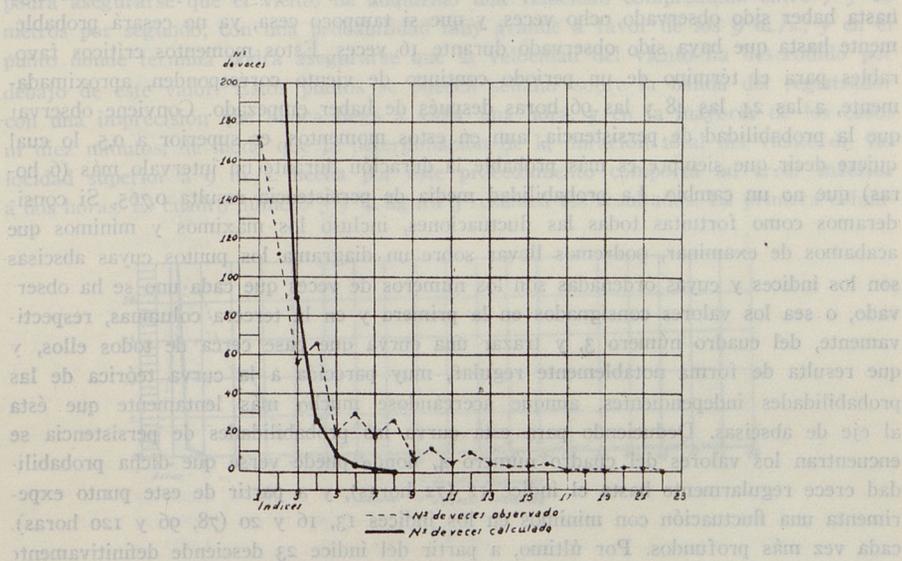


Fig. 2.

mento de una observación determinada sea independiente de que en el momento de la la observación anterior lo hubiese o no, el cálculo de probabilidades permite deducir de aquí cuál será el número de veces que durante cinco años debería encontrarse cada índice, o lo que es lo mismo, con qué frecuencia debería presentarse un período de viento N. persistente de determinada duración (1). Hecho el cálculo, resultan los números consignados en el cuadro número 3, que comparamos con los deducidos directamente de la observación (fig. 2).

La enorme discrepancia que se ve entre unos y otros demuestra claramente que tal independencia no existe; es decir, que, por el contrario, debe haber una causa que hace que el viento se prolongue una vez empezado, cosa que es casi evidente a priori. Además, del examen de los números observados resulta que el número de veces que corresponde a cada índice no decrece regularmente, sino que sufre fluc-

(1) Véase M. Doporto: "Comparación de los resultados pluviométricos con las leyes del azar" (Trabajos del Observatorio de Igueldo, núm. 2), San Sebastián, 1929.

tuaciones. El periodo de tales fluctuaciones es demasiado corto para que puedan tomarse en consideración; la mayor parte de ellas son debidas, seguramente, a que el número de datos es insuficiente; no obstante, señalaremos los máximos que se presentan en los índices 4, 8 y 16, que son los más agudos, y van seguidos inmediatamente de mínimos muy profundos en los índices 5, 9 y 17. Con objeto de facilitar el estudio de la causa que tiende a prolongar la duración del viento, hemos calculado para cada índice la probabilidad de persistencia, que se encuentra en la tercera columna del mismo cuadro número 3. Este número representa la probabilidad de que se observe viento N. por lo menos en una observación más después que ya se ha observado durante varias observaciones consecutivas. Se notan claramente los mínimos correspondientes a los índices 4, 8 y 16, lo cual significa que en estos momentos es cuando es menos probable la continuación del viento; de manera que si éste se ha observado cuatro veces seguidas, es más fácil que cese entonces que no en otra ocasión, y que si, no obstante, en aquel momento no cesa, es probable que entonces siga hasta haber sido observado ocho veces, y que si tampoco cesa, ya no cesará probablemente hasta que haya sido observado durante 16 veces. Estos momentos críticos favorables para el término de un período continuo de viento corresponden, aproximadamente, a las 24, las 48 y las 96 horas después de haber empezado. Conviene observar que la probabilidad de persistencia, aun en estos momentos, es superior a 0,5, lo cual quiere decir que siempre es más probable la duración durante un intervalo más (6 horas) que no un cambio. La probabilidad media de persistencia resulta 0,765. Si consideramos como fortuitas todas las fluctuaciones, incluso los máximos y mínimos que acabamos de examinar, podremos llevar sobre un diagrama los puntos cuyas abscisas son los índices y cuyas ordenadas son los números de veces que cada uno se ha observado, o sea los valores consignados en la primera y en la tercera columnas, respectivamente, del cuadro número 3, y trazar una curva que pase cerca de todos ellos, y que resulta de forma notablemente regular, muy parecida a la curva teórica de las probabilidades independientes, aunque acercándose mucho más lentamente que ésta al eje de abscisas. Deduciendo para esta curva las probabilidades de persistencia se encuentran los valores del cuadro número 4, donde puede verse que dicha probabilidad crece regularmente hasta el índice 12 (72 horas), y a partir de este punto experimenta una fluctuación con mínimos en los índices 13, 16 y 20 (78, 96 y 120 horas), cada vez más profundos. Por último, a partir del índice 23 desciende definitivamente por debajo de 0,5. Esto se interpreta diciendo que hasta las 72 horas cuanto más dure el viento más probable es que dure aún más; pero que a partir de las 72 horas, cada vez va siendo menos probable la persistencia, y si llega a durar 138 horas, a partir de este momento es más probable que cese que no que continúe. Este momento crítico a las 72 horas, aunque corresponde a un máximo muy aplastado, parece que ha sido percibido por observación popular, pues existe la creencia de que la Tramontana dura generalmente 3 días completos.

En el segundo método nos hemos servido del fenómeno estudiado por H. Coschmieder (1). Dicho autor ha demostrado que la presencia del edificio dentro del cual está colocado el barómetro produce una perturbación en las indicaciones de este aparato, cuya magnitud depende de la fuerza y de la dirección del viento. Como ni una ni otra son nunca rigurosamente constantes, el efecto producido consiste en una ondulación especial de la curva del barógrafo de vaivenes tan apretados que en muchas ocasiones se traduce sencillamente por un ensanchamiento anormal del trazo. El as-

(1) "Medidas definidas de la presión atmosférica" (*Anales de la Sociedad Española de Meteorología*, vol. III, núm. 4).

pecto de estas curvas ensanchadas es suficientemente característico para que no pueda confundirse con ninguna otra perturbación. Aunque en realidad este fenómeno depende directamente de la estructura microscópica del viento, y es tanto más sensible cuanto más rápidas y más intensas sean las variaciones del mismo en fuerza y dirección, como no se produce sino cuando la fuerza media llega a adquirir un valor suficiente, se comprende que podrá utilizarse para determinar la duración total del viento de fuerza superior a este límite. Dicho en otras palabras: para que el fenómeno se produzca es preciso que se reúnan dos circunstancias: que la fuerza media del viento exceda de cierto valor y que sople racheado. La experiencia demuestra que dicho límite inferior corresponde a la velocidad de 7 m./s. y que es racheado siempre, con violencia suficiente para actuar sobre el barógrafo desde que excede de los 10 m./s.; es decir, que nunca queda registrado por el barógrafo un viento de velocidad inferior a 7 m./s. y nunca deja de quedar registrado un viento de velocidad superior a 10 m./s. Por lo tanto, en el punto donde empieza el ensanchamiento de la curva del barógrafo podrá asegurarse que el viento ha adquirido una velocidad comprendida entre 7 y 10 metros por segundo, con una probabilidad muy grande a favor de los 9 m./s., y en el punto donde termina podrá asegurarse que la velocidad del viento ha descendido por debajo de este valor. Estos puntos se pueden señalar sobre la banda del registrador con una imprecisión que nunca llega a valer una hora, y en la mayoría de los casos ni diez minutos, de modo que la determinación de la duración total del viento de velocidad superior a 9 m./s. hecha por este procedimiento comporta un error inferior a dos horas. El cuadro número 5 y la figura 3 resumen los resultados. La primera colum-

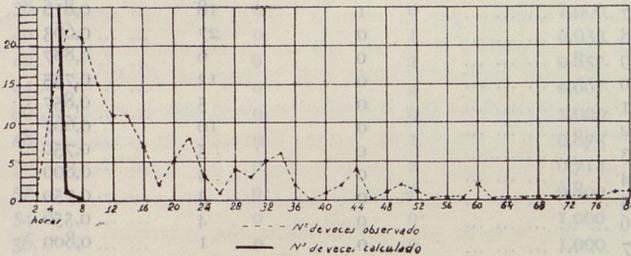


Fig. 3.

na contiene intervalos de tiempo crecientes de dos en dos horas; la tercera contiene el número de veces que se ha observado viento N. de duración comprendida entre el intervalo que tiene enfrente y el anterior. La cuarta columna contiene las probabilidades de persistencia, en la misma forma que hemos hecho para los índices; es decir, que estos números expresan la probabilidad de que siga el viento N. con fuerza superior a 9 m./s. después de haber soplado con esta fuerza durante el intervalo indicado por los números de la primera columna. En realidad, las probabilidades de los últimos intervalos carecen de significación por ser manifiestamente insuficiente el número de observaciones. Dividiendo la suma de todos los intervalos de dos horas en que ha habido viento N. fuerte por el número total de pares de horas en cinco años se obtiene la probabilidad de que en un intervalo de dos horas cualquiera ocurra el fenómeno considerado. Dicha probabilidad resulta, pues $= 1.366 : 21.912 = 0,0623$, que, como se ve es muy pequeña; de cada cien pares de horas habrá seis solamente con Tramontana fuerte. De aquí se puede deducir el número de veces que debería observarse el fenómeno durante un intervalo de tiempo dado, en el supuesto de que lo que ocurre durante un intervalo de dos horas no influye sobre lo que ocurre durante el intervalo siguiente

Resultan los números de la segunda columna del cuadro número 5, que difieren enormemente de los observados. Fácilmente se advierte, examinando éstos, el notable predominio de algunos intervalos particulares, que se dan con mayor frecuencia que los demás. Los períodos de 6, 22, 34, 44, 50 y 60 horas son los más frecuentes. Los de 18, 26, 38, 46 y 54, los menos frecuentes. Recordemos que del examen de los índices hemos deducido la existencia de máximos de frecuencia para los períodos de 22 y de 60 horas, entre otros, y mínimos para los de 18 y 54, en notable concordancia con los que ahora acabamos de obtener. La concordancia resalta todavía más si se tiene en cuenta que el método de los índices, por su naturaleza, no permite destacar sino períodos que difieran poco de múltiplos de 6 horas, enmascarando los demás, y que precisamente todos los períodos que ahora acabamos de obtener y que no se corresponden con los obtenidos por el método de los índices difieren demasiado de múltiplos de 6. A los mismos resultados se llega comparando las curvas de probabilidades de persistencia.

CUADRO NUMERO 3

Indíces	Número de veces calculado	Número de veces observado	Probabilidades de persistencia
1	997	172	0,690
2	309	113	0,705
3	90	56	0,793
4	26	66	0,692
5	8	20	0,865
6	3	30	0,764
7	1	18	0,816
8	0	27	0,663
9	0	6	0,887
10	0	12	0,745
11	0	5	0,857
12	0	10	0,667
13	0	5	0,750
14	0	3	0,800
15	0	3	0,750
16	0	4	0,556
17	0	1	0,800
18	0	0	1,000
19	0	0	1,000
20	0	2	0,500
21	0	2	0,000
22	0	0	—

CUADRO NUMERO 4

Inlices	Probabilidades de persistencia	Indíces	Probabilidades de persistencia
1	—	13	0,840
2	0,770	14	0,857
3	0,763	15	0,833
4	0,763	16	0,800
5	0,770	17	0,833
6	0,779	18	0,800
7	0,790	19	0,750
8	0,797	20	0,666
9	0,804	21	0,750
10	0,829	22	0,666
11	0,853	23	0,500
12	0,862	24	—

CUADRO NUMERO 5

INTERVALO	Número de veces calculado	Número de veces observado	Probabilidad de persistencia
2	1102	1	0,994
4	75	13	0,916
6	1	22	0,844
8	0	21	0,824
10	0	15	0,845
12	0	11	0,867
14	0	11	0,847
16	0	7	0,885
18	0	2	0,963
20	0	5	0,904
22	0	8	0,830
24	0	3	0,923
26	0	1	0,972
28	0	4	0,886
30	0	3	0,903
32	0	5	0,821
34	0	6	0,739
36	0	2	0,882
38	0	0	1,000
40	0	1	0,933
42	0	2	0,857
44	0	4	0,667
46	0	0	1,000
48	0	1	0,875
50	0	2	0,714
52	0	1	0,800
54	0	0	1,000
56	0	0	1,000
58	0	0	1,000
60	0	2	0,500
62	0	0	1,000
64	0	0	1,000
66	0	0	1,000
68	0	0	1,000
70	0	0	1,000
72	0	0	1,000
74	0	0	1,000
76	0	0	1,000
78	0	0	1,000
80	0	1	0,500
82	0	1	—

DISTRIBUCION HORARIA

Diremos que ha empezado por la mañana siempre que se encuentre la Tramontana a las 13 horas y no a las 7; por la tarde, si se encuentra a las 18 y no a las 13, y por la noche, si a las 7 y no a las 18 del día anterior. Del mismo modo diremos

que ha terminado por la mañana, por la tarde o por la noche, según que se encuentre a las 7 y no a las 13, a las 13 y no a las 18 ó a las 18 y no a las 7 del día siguiente respectivamente. Entonces resulta que durante el quinquenio de 1926-1930 empezó 196 veces por la mañana, 119 por la tarde y 239 por la noche, y terminó 121 veces por la mañana, 202 por la tarde y 231 por la noche. Hay que tener en cuenta que el intervalo de la noche es, aproximadamente, doble de los otros dos, y que de éstos el de la tarde es una hora más corto que el de la mañana, de donde resulta que el principio es mucho más frecuente por la mañana y el final mucho más frecuente por la tarde, con cierta aproximación en la proporción de 3:2, mientras que el principio por la tarde y por la noche y el final por la mañana y por la noche corresponden casi a la misma frecuencia. También se observa que los números de veces que ha empezado y que ha terminado por la noche casi coinciden; que el número de veces que ha empezado por la mañana casi coincide con el de veces que ha terminado por la tarde y que el de veces que ha empezado por la tarde casi coincide con el de veces que ha terminado por la mañana, de donde parece deducirse que los períodos de viento empezados por la noche terminan también generalmente por la noche; los empezados por la mañana terminan por la tarde, y los empezados por la tarde terminan por la mañana. Para comprobarlo hemos construído el cuadro número 6, de cuyo examen resulta que hay mucha menos uniformidad de la que parecían indicar las cifras globales, las cuales se han producido, por lo tanto, por cierta compensación casual; sin embargo, el mismo cuadro indica que existen relaciones indudables entre las horas de empezar y las de terminar; el 8 por 100 de los períodos de viento empezados por la mañana terminan también por la mañana; el 59 por 100 terminan por la tarde, y el 33 por 100 por la noche; el 14 por 100 de los empezados por la tarde terminan por la mañana; el 13 por 100 por la tarde, y el 73 por 100 por la noche; y, finalmente, el 37 por 100 de los empezados por la noche terminan por la mañana; el 30 por 100 por la tarde, y el 33 por 100 por la noche. Tomando en consideración únicamente aquellos períodos de Tramontana en que la velocidad del viento ha alcanzado en algún momento el valor de 5 m./s., resultan las siguientes cifras globales: empezó por la mañana 113 veces, por la tarde 59 y por la noche 162, y terminó 64 veces por la mañana, 118 por la tarde y 152 por la noche. Tomando en consideración únicamente aquellos períodos en que la velocidad ha llegado a ser de 10 m./s., resulta: empezó 32 veces por la mañana, 28 veces por la tarde y 61 veces por la noche, y terminó 23 veces por la mañana, 34 veces por la tarde y 58 veces por la noche. Como se ve, se mantienen casi las mismas proporciones que antes hemos señalado; es decir, que prescindiendo de la Tramontana débil, y aun de la moderada, continúa siendo más frecuente el principio por la mañana y el final por la tarde; continúan siendo aproximadamente iguales el número de veces que ha empezado y que ha terminado por la noche, y continúan siendo casi iguales el número de veces que ha empezado por la mañana con el de veces que ha terminado por la tarde y el de veces que ha empezado por la tarde con el de veces que ha terminado por la mañana. Por último, tomando en consideración únicamente aquellos períodos que han durado más de 24 horas, resulta: empezó 45 veces por la mañana, 42 veces por la tarde y 87 veces por la noche, y terminó 43 veces por la mañana, 51 veces por la tarde y 80 veces por la noche, y tomando en consideración tan sólo los períodos que han durado más de tres días, resulta: empezó 17 veces por la mañana, 11 por la tarde y 26 por la noche, y terminó 12 veces por la mañana, 13 por la tarde y 29 por la noche, todo lo cual revela, a pesar de la pequeñez de las cifras, una uniformidad muy grande, que con

trasta con las desigualdades señaladas hasta ahora; esto significa que el máximo de comienzos por la mañana y de terminaciones por la tarde es debido casi exclusivamente a los períodos de Tramontana que no duran más que un día, y que, en cambio, para los períodos de Tramontana de mayor duración, que son los más importantes, la hora de empezar o de terminar no tiene relación ninguna con su duración total.

Para terminar este asunto, consideremos ahora como momento de empezar la Tramontana el momento en que adquiere fuerza suficiente para actuar sobre la curva del barógrafo y como momento de terminar el momento en que deja de actuar sobre ella, lo cual es muy distinto de considerar como principio el momento en que se establece la dirección N. y como final el momento en que se establece un nuevo rumbo. Mediante el barógrafo podemos precisar, como ya hemos dicho, estos momentos inicial y final con error inferior a una hora; los resultados obtenidos se encuentran en el cuadro número 7 y en la figura 4. Los números de la segunda fila indican el número de veces que se ha observado el principio o el final en los intervalos comprendidos entre

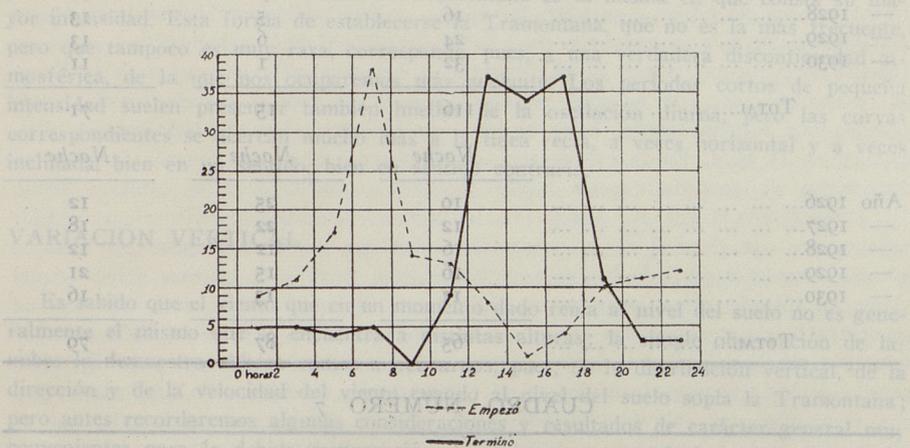


Fig. 4.

las horas indicadas por los números de la primera fila; así, por ejemplo, el número 17 escrito entre el número 4 y el 6, significa que se han contado 17 veces de haber empezado la Tramontana fuerte entre las 4 y las 6 horas. Las conclusiones que se desprenden del examen de tales cifras son mucho más claras que las obtenidas antes. La Tramontana fuerte tiene marcadísima preferencia por empezar y por terminar a ciertas horas del día. El máximo de frecuencia para el principio corresponde al intervalo de las 6 a las 8 horas, con otro máximo secundario entre las 23 y las 24; el mínimo principal es entre las 14 y las 16, y secundario muy poco marcado entre las 0 y las 2. El máximo de frecuencia para el final es entre las 12 y las 16, y el mínimo entre las 8 y las 10. Como se ve, los máximos del principio casi se corresponden con los mínimos del final y recíprocamente; es decir, que las 8 de la mañana es la hora más propicia para empezar un período de Tramontana, y al mismo tiempo la menos propicia para que termine, y las tres de la tarde es la hora más favorable para que termine un período y la menos favorable para que empiece uno.

CUADRO NUMERO 6

	Empieza por la mañana y termina por la	Empieza por la tarde y termina por la	Empieza por la noche y termina por la
	<i>Mañana</i>	<i>Mañana</i>	<i>Mañana</i>
Año 1926...	6	8	16
— 1927...	3	3	18
— 1928...	3	3	24
— 1929...	0	1	17
— 1930...	3	2	14
TOTAL...	15	17	89
	<i>Tarde</i>	<i>Tarde</i>	<i>Tarde</i>
Año 1926...	23	2	13
— 1927...	21	1	21
— 1928...	16	5	13
— 1929...	24	6	13
— 1930...	32	1	11
TOTAL...	116	15	71
	<i>Noche</i>	<i>Noche</i>	<i>Noche</i>
Año 1926...	10	25	12
— 1927...	12	22	18
— 1928...	16	12	12
— 1929...	16	15	21
— 1930...	11	13	16
TOTAL...	65	87	79

CUADRO NUMERO 7

Empezó

Horas	0 — 2 — 4 — 6 — 8 — 10 — 12 — 14 — 16 — 18 — 20 — 22 — 24
Número de veces	9 — 11 — 17 — 38 — 14 — 13 — 8 — 1 — 4 — 10 — 11 — 12

Terminó

Horas	0 — 2 — 4 — 6 — 8 — 10 — 12 — 14 — 16 — 18 — 20 — 22 — 24
Número de veces	5 — 5 — 4 — 5 — 0 — 9 — 37 — 29 — 37 — 11 — 3 — 3

I N T E N S I D A D

Hemos trazado gran número de curvas de intensidad, y aunque adolecen del grave defecto de la falta de continuidad en las observaciones, pues no se dispone más que de tres puntos cada 24 horas (correspondientes a las consabidas observaciones ordinarias de las 7, las 13 y las 18 horas), sin embargo revelan algunas enseñanzas provechosas. Lo primero que se advierte es una marcada periodicidad diurna (véase la figura 6 más adelante), que se manifiesta de una manera particularmente clara en los períodos largos de Tramontana en que ésta no alcanza la velocidad de 15 m./s. en ningún momento; en estas condiciones no se ha observado ni una sola excepción; el máximo de intensidad corresponde a mediodía y el mínimo a las 18 horas, aunque

probablemente éste ocurre más tarde, cerca de medianoche; pero faltan datos para asegurarlo. Esta oscilación diurna se superpone a una variación de intensidad más lenta y aperiódica, que se puede obtener aproximadamente dibujando la curva media entre la que pasa por todos los máximos y la que pasa por todos los mínimos; entonces la amplitud de la oscilación diurna con relación a esta curva media es casi constante y alcanza de 5 a 8 m./s. (suma de las diferencias de la velocidad máxima sobre la media y de la media sobre la mínima). Cuando la velocidad excede de 15 m./s. la curva pierde regularidad; generalmente sube con rapidez hasta alcanzar el máximo absoluto, que puede ocurrir en cualquier hora del día, y luego desciende más lentamente, recobrando algo su periodicidad ordinaria. La curva media de que antes se ha hablado presenta también forma de campana, y la subida es siempre más rápida que la bajada. También son frecuentes los golpes de viento muy violentos de corta duración (*grain*), cuya curva representativa se reduce a un ángulo agudo, y los períodos que empiezan por su máxima intensidad, cuya curva no tiene más que rama descendente, porque la ascendente, que debe de ser muy rápida, no ha sido observada; la primera observación en que consta la Tramontana es la misma en que consta su mayor intensidad. Esta forma de establecerse la Tramontana, que no es la más frecuente, pero que tampoco es muy rara, corresponde, pues, a una verdadera discontinuidad atmosférica, de la que nos ocuparemos más adelante. Los períodos cortos de pequeña intensidad suelen presentar también huellas de la oscilación diurna, pero las curvas correspondientes se acercan mucho más a la línea recta, a veces horizontal y a veces inclinada, bien en un sentido, bien en sentido contrario.

VARIACION VERTICAL

Es sabido que el viento que en un momento dado reina al nivel del suelo no es generalmente el mismo que se encuentra a distintas alturas; la simple observación de las nubes lo demuestra. Ahora vamos a ocuparnos, pues, de la distribución vertical, de la dirección y de la velocidad del viento cuando al nivel del suelo sopla la Tramontana; pero antes recordaremos algunas consideraciones y resultados de carácter general muy convenientes para la debida comprensión de nuestro caso particular.

El régimen de las corrientes superiores se estudia en los Observatorios practicando sondeos con globos pilotos. Este procedimiento tiene el inconveniente de que únicamente es practicable con cielo despejado, y, sin embargo, los casos más interesantes serían seguramente los días de cielo nublado, cuando la atmósfera está más perturbada. Existen otros procedimientos más costosos, de los que vamos a prescindir, porque no han sido utilizados por nosotros. Disponemos de 133 sondeos de esta clase, practicados en Mahón en días de Tramontana, de conformidad con las instrucciones del Servicio Meteorológico Nacional, que vamos a resumir brevemente. Se prepara un balón de caucho de paredes delgadas, que pesa 98 gr.; se llena de hidrógeno hasta darle una fuerza ascensional de 200 gr.; su diámetro es entonces de unos 80 cm. y su velocidad vertical de 200 m./s. Esta velocidad se conserva prácticamente constante por lo menos hasta 12 km. de altura, pues hay cierta compensación entre la fuerza ascensional que pierde por disminuir la densidad del aire ambiente y la que gana al aumentar el globo de volumen por expansionarse el hidrógeno a consecuencia de esa misma disminución de presión exterior. La resistencia del aire, que es directamente proporcional a la superficie del globo e inversamente proporcional a la densidad del aire, equilibra en cada momento a la fuerza ascensional y, por lo tanto, el movimiento de subida resulta uniforme. En el momento de lanzar el globo el observador pone en marcha un cronómetro, y cada medio minuto, durante los primeros cinco minutos, y

después cada minuto, determina la posición del globo con un teodolito; un cálculo sencillo permite deducir de esta posición la de su proyección sobre el plano horizontal, con lo cual se tiene la proyección horizontal acotada de la trayectoria seguida por el globo en el espacio. Admitiendo, como es prácticamente el caso, que el globo carece de inercia y que, por lo tanto, es arrastrado libremente por el movimiento de la capa de aire donde se encuentra en cada instante, resulta que su movimiento real es el resultante de un movimiento vertical uniforme (su movimiento ascensional) y de un movimiento horizontal cuya velocidad es en cada instante la del viento de la capa donde se encuentra. El efecto del movimiento vertical es eliminado al proyectar sobre el plano horizontal, y, por lo tanto, el movimiento proyectado representa el efecto exclusivo del viento; la dirección y la velocidad de la proyección son iguales a la dirección y a la velocidad del viento a las alturas indicadas por las respectivas cotas. El sondeo con globos pilotos permite, pues, medir la dirección y la velocidad del viento a todas las alturas, y en este sentido mejora considerablemente las enseñanzas que podrían sacarse de la observación de las nubes.

Comparando los resultados de numerosísimos sondeos practicados en los más variados lugares del Globo y en todas las épocas, se han podido establecer algunas leyes generales relativas a la marcha normal de la dirección y de la velocidad del viento en función de la altitud. Según C. H. Maurain, la velocidad del viento en toda la Europa occidental crece con bastante regularidad desde el nivel del suelo, donde es de 5 m./s., por término medio, hasta el nivel de la estratosfera (11.000 metros), donde alcanza 15 m./s. En la estratosfera decrece, pero ya no nos interesa, porque no disponemos de sondeos que se hayan prolongado mucho a tales alturas. Según W. Peppler, citado por A. Angot (1), la máxima velocidad del viento no coincide exactamente con el nivel de la estratosfera, sino que se halla un poco por debajo, además, cuando el nivel de la estratosfera se eleva, la zona de máxima velocidad del viento también se eleva, pero menos rápidamente, de modo que cuanto más alta se encuentra la estratosfera más grande es la distancia que la separa de dicha zona de velocidad máxima, la cual se halla siempre en la troposfera. En cuanto a la dirección, resulta de los trabajos efectuados en el Observatorio Aerológico de Lindenberg (cuyos resultados son aplicables probablemente a toda la Europa occidental), que el viento gira hacia la derecha, es decir, en el sentido de las agujas de un reloj, sobre todo en los dos primeros kilómetros; de todos modos, el giro es lento; en 3 km. gira unos 30° (2). Tanto la variación en velocidad como en dirección se explican fácilmente por la resistencia que a la marcha del viento opone el suelo; pero no es ésta la ocasión oportuna para entrar en detalles. Las leyes que acabamos de citar tienen carácter estadístico, es decir, que representan los promedios de gran número de sondeos verificados en las más variadas condiciones meteorológicas. El estado efectivo de la atmósfera en un momento determinado se aparta más o menos de dicho tipo medio, y estas discrepancias con relación al tipo medio son precisamente los elementos que interesa destacar; habrá, por ejemplo, anomalía cuando el giro se produzca hacia la izquierda o cuando, siendo hacia la derecha, sea excesivamente rápido, y también cuando la velocidad decrezca al aumentar la altura o permanezca simplemente estacionaria; pero las más considerables de todas las que pueden presentarse son las discontinuidades en la dirección o en la velocidad del viento o en ambos elementos a la vez. Dada la gran importancia de las discontinuidades, cuando se presentan, vamos a examinar este caso con más detención.

Existen dos tipos de estados dinámicos efectivos de la atmósfera, según que la

(1) *Traité élémentaire de Météorologie*, 4.^a ed., 1928.

(2) Véase Börnstein-Brückmann: "Leitfaden der Weterkunde".

variación de las características del viento en sentido vertical sea continua o no; en el primer caso se puede considerar que toda la masa atmosférica forma un medio dinámico único; en el segundo caso forma dos medios distintos, separados por una superficie de contacto más o menos bien definida; cuando se atraviesa esta superficie de separación se experimenta, como es natural, el salto brusco de las condiciones que reinan en uno de los medios a las que reinan en el otro. Tratándose de la atmósfera, la superficie de separación es generalmente casi horizontal; deja por su parte inferior una capa de aire dotada de cierto movimiento, y por su parte superior, otra, dotada de otro movimiento distinto en dirección, en velocidad o en ambas cosas. Cuando aquí se habla de discontinuidades hay que entender que se trata de discontinuidades físicas; al atravesar la superficie de separación de dos medios heterogéneos en contacto, sus elementos físicos no sufren una estricta discontinuidad matemática, sino una variación muy rápida en comparación con la que experimentan dentro de cada uno de ellos; la superficie de separación no es, pues, tampoco estrictamente una superficie matemática, sino una zona de tránsito, que puede tener más o menos espesor; tratándose de la atmósfera, suele tener de 200 a 400 metros, cantidad muy pequeña en comparación con la extensión de centenares, y aun millares de kilómetros que alcanza frecuentemente en sentido horizontal. Diremos, por lo tanto, que existe discontinuidad siempre que después de una variación lenta o nula en la dirección o en la velocidad del viento hasta cierta altura se encuentra una variación muy rápida en el espacio de 200 a 400 metros en sentido vertical, seguida nuevamente, a mayores alturas, de una variación lenta o nula. Las discontinuidades atmosféricas nacen al ponerse en contacto dos masas de aire de distinta procedencia y dotadas, por lo tanto, de caracteres físicos distintos; en este momento la discontinuidad es muy brusca y la zona de tránsito delgadísima; poco a poco el rozamiento de las dos masas de aire determina el ensanchamiento de dicha zona de tránsito, a través de la cual se va produciendo la mezcla de las dos masas; la discontinuidad se va esfumando hasta desvanecerse cuando la mezcla llega a ser completa. De aquí resulta que a veces es muy difícil asegurar si hay o no discontinuidad; los casos de discontinuidad forman una cadena que va desde la discontinuidad limpia y radical (discontinuidades jóvenes) hasta la desaparición completa, y no puede precisarse el punto exacto en que la discontinuidad deja de existir.

Viniendo ahora a nuestro caso concreto, podemos plantear los siguientes problemas: ¿Hasta qué altura se conserva la dirección N.? ¿En qué forma se verifica el tránsito de este rumbo al nuevo? ¿Existe alguna relación permanente entre el rumbo inicial y los rumbos reinantes en altitud?

El cuadro número 8 resume los resultados referentes a la conservación del rumbo; entendemos que el rumbo se conserva mientras no sale del cuadrante NW.-NE. Los números de la primera columna indican alturas expresadas en metros; los de la segunda representan el tanto por ciento de veces que se ha conservado el rumbo por lo menos hasta la altura respectiva. Hemos tenido que calcular estos tantos por ciento para hacer comparables los datos procedentes de diferentes sondeos, toda vez que las alturas máximas alcanzadas son muy variadas. Los números de la segunda columna significan, pues, el tanto por ciento de veces que se ha conservado el rumbo entre todos los sondeos que han rebasado cada altura considerada. Los últimos números son poco precisos por disponerse de pocos datos, pues se comprende que cuanto mayor es la altura, menor es el número de sondeos que la hayan alcanzado. Del cuadro se deduce que prácticamente el rumbo no se conserva más arriba de 2.000 metros, mientras que, según las leyes normales de la variación del rumbo con la altura recordadas antes, debería conservarse hasta mucho más arriba, pues la pérdida del rumbo significa, con arreglo a lo que hemos dicho, un giro de 45° , por lo menos. Además, se ve que el punto crítico para la conservación del rumbo está a los 1.000 metros; más de

la mitad de las veces (60 por 100) se conserva el rumbo hasta esta altura y, en cambio, queda reducido a un 30 por 100 el número de veces que se conserva 500 metros más arriba.

El tránsito del rumbo de la corriente inferior a los de las corrientes superiores tiene lugar unas veces por un giro lento y otras veces por un cambio brusco o discontinuidad. Entre 56 sondeos que han rebasado los 2.000 metros hay 26 casos de discontinuidad a altura inferior a dichos 2.000 metros; de ellos hay 19 comprendidos entre los 700 y los 1.000 metros, y de éstos hay 12 comprendidos entre 900 y 1.000.

Esta discontinuidad se encuentra también en bastantes sondeos que no han alcanzado los 2.000 metros. Además, son bastante numerosos los que terminan entre los 700 y los 1.000 metros por penetrar el globo en nubes bajas; pero como se sabe que una capa de nubes coincide casi siempre con una superficie de discontinuidad, la mayoría de estos últimos sondeos pueden contarse también como casos de discontinuidad; por último, son también frecuentes los casos en que, sin llegar a una verdadera discontinuidad, se produce entre los 700 y 1.000 metros un giro rápido del rumbo, que puede considerarse, según lo dicho más arriba, como una discontinuidad vieja en vías de desaparición. En resumen: que la superficie de discontinuidad que limita por arriba la corriente de la Tramontana es un elemento que hay que tener en cuenta. Las características de esta discontinuidad son bastante constantes; su existencia es casi segura en los días de Tramontana fuerte con componente del E., y menos frecuente en días de brisa débil (local) o con componente del W. Casi sin excepción la discontinuidad se produce por transición brusca del N. o del NNE. al NW. o al WNW. Quizá la presencia de esta discontinuidad dependa exclusivamente de la componente E. al nivel del suelo, puesto que se observa en general siempre que existe tal componente, aunque no sea con Tramontana; resulta particularmente clara y constante con vientos de NE. y del ENE.

La trayectoria del globo presenta a veces amplias ondulaciones, girando primero en un sentido y luego en sentido contrario; teniendo en cuenta únicamente el giro inicial, es decir, la primera semionda de la trayectoria (en el caso de que sea ondulada) hasta el momento de la primera discontinuidad, cuando la hay, se obtienen los siguientes resultados: 38 casos de giro hacia la izquierda, 66 sin giro aparente y 29 de giro hacia la derecha; teniendo en cuenta que la desviación normal es hacia la derecha, es de observar un notable predominio de las desviaciones hacia la izquierda. El hecho se acentúa todavía más atendiendo al sentido de las discontinuidades. Tenemos 25 con desviación hacia la izquierda y solamente 6 hacia la derecha de entre las 31 discontinuidades comprendidas entre 700 y 1.000 metros (aquí contamos todas las discontinuidades observadas en estas condiciones y no solamente las correspondientes a los sondeos que han excedido de los 2.000 metros, como hemos hecho antes, en que era indispensable esta restricción para la comparabilidad), y aun es de señalar la circunstancia de que dos de estos seis casos de desviación hacia la derecha han sido precedidos de otra discontinuidad a altura inferior a 700 metros y, por lo tanto, no corresponden propiamente a la Tramontana, que en estos casos ha dejado de existir a menos de 700 metros.

Las variaciones de la velocidad con la altura vienen resumidas en los cuadros números 9 y 10. En el primero hay un columna titulada *altura*, donde ésta viene expresada en metros, y tres columnas tituladas *velocidad media*; la primera de ellas contiene las velocidades medias en metros por segundo obtenidas para cada altura de todos los sondeos utilizados, tomando de cada sondeo solamente la porción en que se ha conservado el rumbo en el sentido explicado antes; la segunda ha sido construída en la misma forma, pero utilizando solamente los sondeos correspondientes a días en que la velocidad al nivel del suelo haya sido superior a 5 m./s., y la tercera utilizando

los sondeos con velocidad al nivel del suelo superior a 10 m/s. En todas ellas se ve que la velocidad crece hasta los 1.500 metros. Hay un mínimo bastante profundo a los 3.000 metros, y luego vuelve a crecer hasta los 5.000 metros. Al final los resultados son algo inseguros por la escasez de datos. Más interesantes son todavía los resultados consignados en el cuadro número 10. Como la altura a que se pierde el rumbo debe influir bastante sobre la ley de la variación de la velocidad, hemos dividido todos los sondeos en cuatro grupos: 1.º, cuando el rumbo se pierde entre los 1.000 y los 1.500 metros; 2.º, entre los 1.500 y los 2.000; 3.º, entre los 2.000 y los 3.000, y 4.º, a más de 3.000, sin llegar a 4.000. La marcha de la variación de la velocidad es semejante en todos los casos: el máximo tiene lugar siempre a los 1.000 metros y va seguido de un descenso bastante brusco; el valor de la pendiente, tanto antes como después del máximo, parece estar en relación con la altura del cambio de rumbo. Si dicha pendiente es rápida, esta altura es mayor. Por último, conviene consignar un hecho que no pueden reflejar los cuadros de referencia, y es que cuando el cambio de rumbo se produce con discontinuidad, ésta viene precedida de una exagerada disminución en la velocidad, que puede llegar a la calma completa; se comprende que debe ser así por lo que antes hemos dicho en relación con la teoría de las discontinuidades. No queremos tampoco dejar de señalar la relación que se advierte entre la altura del cambio de rumbo y la velocidad al nivel del suelo, que varían en proporción inversa. La Tramontana fuerte no suele rebasar los 1.500 metros, mientras que la ventolina moderada de dirección N. puede llegar hasta las mayores alturas.

CUADRO NUMERO 8

ALTURA	%	ALTURA	%
200	99	1.800	30
400	86	2.000	21
600	76	3.000	11
800	64	4.000	8
1.000	59	5.000	8
1.200	48	6.000	11
1.400	36	7.000	7
1.600	30	8.000	0

CUADRO NUMERO 9

ALTURA	VELOCIDAD MEDIA	
0	7	13
500	9	15
1.000	10	14
1.500	11	16
2.000	10	8
2.500	7	7
3.000	7	5
3.500	8	5
4.000	9	8
4.500	11	10
5.000	12	—
5.500	9	—
6.000	8	—

CUADRO NUMERO 10

HASTA 1.000 METROS

<i>Altura</i>	<i>Velocidad</i>
0	9
500	11
1.000	11

HASTA 1.500 METROS

<i>Altura</i>	<i>Velocidad</i>
0	10
500	12
1.000	16
1.500	14

HASTA 2.000 METROS

<i>Altura</i>	<i>Velocidad</i>
0	6
500	10
1.000	12
1.500	9
2.000	8

HASTA 3.000 METROS

<i>Altura</i>	<i>Velocidad</i>
0	6
500	9
1.000	15
1.500	9
2.000	8
2.500	9
3.000	3

TEMPERATURA

Es bien sabido que en nuestras latitudes los vientos de la region Norte son fríos. Para poner de relieve el efecto de la Tramontana sobre la temperatura hemos construído los cuadros números 11 y 12. Para ello hemos procedido en la siguiente forma: hemos escogido todos los días en que se encuentra viento Tramontana a las horas de las tres observaciones ordinarias (las 7, las 13 y las 18 horas) y en que, por lo tanto, es de presumir que la temperatura máxima ha tenido lugar a una hora en que la Tramontana estaba seguramente bien establecida; hemos hallado la diferencia entre esta temperatura máxima y la temperatura máxima normal del día, tomada ésta del cuadro publicado por D. Mauricio Hernández como resultado de cuarenta años de observaciones (1); hemos afectado esta diferencia, que llamaremos anomalía, de signo *más* cuando la temperatura observada es superior a la normal, y de signo *menos* cuando es inferior; hemos calculado el valor medio de estas anomalías agrupán-

(1) *Servei Meteorologic de Catalunya*, "Notes d'estudi", núm. 13.

dolas por meses, y los números así obtenidos son los que figuran en la columna titulada *Anomalía de la temperatura máxima*, del cuadro número 11. De un modo análogo hemos obtenido los números de la columna titulada *Anomalía de la temperatura mínima*, escogiendo solamente los días en que se encuentra la Tramontana a las 7 horas de la mañana y a las 18 horas del día anterior. El cuadro número 12 está construido también siguiendo el mismo procedimiento, pero descontando los días en que la velocidad del viento no haya alcanzado 10 m./s. durante el período considerado. Respecto a los valores normales utilizados, hay que hacer una observación importante: fueron obtenidos por D. Mauricio Hernández tomando por base las observaciones practicadas con aparatos instalados en una azotea dentro de la población, mientras que las temperaturas efectivas con las cuales los hemos comparado lo han sido en el Observatorio de la Base Naval, a cargo del Servicio Meteorológico Nacional, en terreno completamente despejado, con aparatos instalados en abrigo reglamentario a 1,20 m. del nivel del suelo. La altitud de ambas instalaciones es exactamente la misma. Las condiciones de instalación son, como se ve, muy distintas, y la corrección que debe aplicarse por esta diferencia de instalación no ha podido ser todavía calculada. No obstante, con algunos datos a la vista, tenemos la impresión de que será bastante pequeña para que los elementos consignados en nuestros cuadros merezcan confianza, tanto más cuanto que se trata de resultados medios en que intervienen gran número de observaciones. Del examen de estos cuadros se deduce que el efecto es mucho más visible sobre la temperatura máxima que sobre la mínima, pues para ésta se encuentra incluso una anomalía positiva en el cuadro número 11 y varias en el número 12. Sin embargo, hay que advertir que los números de la segunda columna de dicho cuadro número 12 merecen muy escasa confianza, porque han tenido que ser calculados con exigua cantidad de datos (a veces tres o cuatro), a causa de la poca frecuencia con que la Tramontana fuerte persiste desde las 18 horas hasta las 7 horas del día siguiente. De todos modos, puede sentarse como regla general que la temperatura máxima desciende siempre en días de Tramontana, mientras que la mínima experimenta variaciones muy irregulares; tanto es así, que en algunos meses no hemos encontrado, en cinco años, ninguna anomalía positiva para la temperatura máxima, y cuando se encuentran son de pequeña magnitud; en cambio, las anomalías positivas y negativas para la temperatura mínima parecen distribuidas al azar y son de importancia semejante. La comparación de la primera columna del cuadro número 11 con la primera del número 12 revela cierta proporcionalidad entre el descenso de la temperatura máxima y la velocidad del viento que lo provoca. Hay que advertir que la influencia de la nubosidad queda eliminada por sí misma porque la distribución de días cubiertos, nubosos y despejados aparece con los mismos caracteres que si se tomasen todos los días del año. Las cifras obtenidas deben considerarse, pues, como el efecto exclusivo de la Tramontana. También se deduce de los cuadros una periodicidad anual bien marcada, pues se advierte una notable concordancia entre ambos a este respecto; el mayor descenso se produce en invierno (la anomalía del mes de octubre en el segundo cuadro puede ser exagerada, porque, como se recordará, es de mínima frecuencia de Tramontana, por lo cual hemos tenido que operar con escaso número de datos) y el más pequeño en primavera. En el cuadro número 11 se observa, además, un paralelismo bien definido entre la marcha anual de ambas anomalías, y teniendo en cuenta que las anomalías de la temperatura mínima merecen más confianza en dicho cuadro que en el siguiente, parece que puede darse por establecida la existencia de dicha variación periódica.

De lo que precede resulta que el efecto de la Tramontana sobre la temperatura no se reduce tan sólo a un descenso general de ella, sino que, además, se produce una atenuación en la oscilación diurna. Esto queda confirmado examinando las curvas del

termógrafo, de las cuales pueden sacarse al mismo tiempo otras enseñanzas interesantes. En los días de Tramontana persistente la curva normal de la temperatura en forma de campana queda troncada a altura poco superior al punto correspondiente a la mínima, que ocupa casi su posición normal, y queda sustituida por una curva muy irregular con abundantes vaivenes de cuatro a cinco grados de amplitud, sin relación ninguna con las horas del día, de sentido medio horizontal. Este resultado creemos que puede explicarse por las condiciones geográficas de la isla en la siguiente forma: se sabe que la cresta diurna en la marcha de la temperatura es debida casi exclusivamente al calentamiento que experimenta el aire en contacto con la superficie del planeta, pues los gases por sí mismos son poco absorbentes; como la tierra se calienta mucho más que el mar y se enfría más rápidamente, de aquí que la oscilación diurna de la temperatura sea mucho más exagerada en tierra firme que en el mar; la temperatura máxima debe ser notablemente superior en el primer caso que en el segundo, mientras que la mínima debe resentirse menos y puede ser ligeramente superior en el mar. Nuestra isla tiene muy pequeña extensión, pero cuando el aire está en calma tiene tiempo de calentarse suficientemente en contacto con ella para que se produzca normalmente la elevación de temperatura correspondiente; cuando, por el contrario, el aire pasa por encima de ella con velocidad, no tiene tiempo de calentarse bastante, y todo ocurre como si la isla no existiese; la oscilación normal queda sustituida por la que se observaría en alta mar en el mismo punto geográfico; esto explica, no tan sólo el hecho del aplastamiento general de la ondulación diurna, sino también el mayor efecto producido sobre la temperatura máxima, y aun la existencia de anomalías positivas para la mínima. También explica la proporcionalidad señalada entre el descenso de la temperatura máxima y la velocidad del viento, pues es natural que cuanto mayor sea ésta más grande resulte el efecto producido, y aun quizá no sea casual el hecho de que las anomalías positivas sean numerosas precisamente cuando el viento es fuerte, de conformidad con el efecto que el contacto del mar debe producir sobre este elemento.

Para terminar este asunto, vamos a ocuparnos de un fenómeno que ocurre con bastante frecuencia, y es la caída brusca de la temperatura, a veces de magnitud verdaderamente extraordinaria, coincidiendo con las primeras rachas de la Tramontana. Este fenómeno se produce sobre todo cuando la Tramontana irrumpe bruscamente y tiene todos los caracteres de un *grain*; pero a veces se produce también sin alteración notable en la fuerza del viento cuando éste lleva ya muchas horas establecido. Entre los muchos casos observados citaremos algunos de los más notables:

Día 17 de abril de 1926.—El día anterior, a las 18 horas soplabla Norte flojo. A las cinco horas empieza a bajar rápidamente la temperatura y media hora después se produce una caída completamente vertical de 6° (total, $7,5^{\circ}$). Probablemente coincide con un refuerzo brusco en la velocidad del viento y ligera desviación en la dirección, pues a las 7 horas se encuentra NNW. con velocidad 6 m./s., y así sigue durante el día.

Día 13 de junio de 1926.—A las 7 horas había NW., de velocidad 9 m./s. A las 12 horas caída brusca de temperatura, precedida y seguida de ligero descenso lento; total, $4,5^{\circ}$. Seguramente coincide con el momento de empezar la Tramontana, pues a las 13 horas se encuentra NNE., de velocidad 8 m./s.

Día 16 de octubre de 1928.—El día anterior se observa, a las 18 horas, SSW., de velocidad 3 m./s. A las 21 horas caída brusca de temperatura de 2° . A las 5 horas 30 minutos otra de 3° , seguida de fluctuaciones muy rápidas y violentas, debidas seguramente a la invasión de las rachas de Tramontana, que queda definitivamente establecida, pues a las 7 horas se encuentra N., de velocidad 11 m./s. A las 12 horas 30 minutos se repite una caída brusca de temperatura de 4° , seguida también de convul-

siones amplias y repetidas. A las 13 horas se observa N., de velocidad 17 m./s., y durante todo el día sigue Tramontana dura.

Día 1.º de enero de 1929.—El día anterior, a las 18 horas, se observa viento del SW., de velocidad 8 m./s. A las 23 horas 30 minutos se produce un descenso rápido de temperatura: 4º en una hora, coincidiendo probablemente con la entrada de la Tramontana, pues a las 7 horas se encuentra NNW. de velocidad 11 m./s.

Día 17 de febrero de 1929.—Por la mañana reina calma completa. A las 10 horas pasa una turbonada, que marcha de NW. a SE., con chubasco y granizo. En el momento de pasar por el cenit la nube tormentosa se produce una caída brusca de temperatura de 5º y saltan rachas violentas del N. La temperatura vuelve a subir lentamente y el viento vuelve al S. Al medio día se repite el fenómeno con los mismos caracteres. El viento, que había llegado otra vez a la calma, salta al NNW.; la caída de temperatura es solamente de 2,5º.

Día 13 de febrero de 1931.—A las 7 horas se observa viento del W., fuerte (12 metros por segundo). A las 10 horas se produce un descenso brusco de temperatura (2º) y sigue bajando lentamente. A las 13 horas se observa viento del N., flojo (2 m./s.); a las 22 horas caída brusca de temperatura de 3º, seguida de ligera subida. Cerca de las 23 horas nuevo descenso brusco de 4º. Seguramente se han producido sucesivas invasiones de Tramontana, cada vez más fuerte, pues a las 7 horas del día siguiente se encuentra N., de velocidad 18 m./s. El mismo día 14, a las 12 horas, se produce todavía una nueva baja momentánea de temperatura de 4,5º.

Por brevedad no relatamos gran número de casos semejantes a éstos y prescindimos de una gran cantidad de ellos algo dudosos por la pequeña magnitud del descenso de temperatura, aunque, por su abundancia, no cabe duda de que no puede tratarse en todos ellos de alteraciones fortuitas, sino que obedecen, como los más considerables, al influjo de la Tramontana. La explicación de estos hechos es muy elemental: la caída de temperatura se produce en el momento de pasar una superficie de discontinuidad; es sabido que el aire polar, frío, penetra, formando cuña, bajo el aire de origen tropical, cálido, y lo desplaza. Las dos masas de aire permanecen así en contacto, sin mezclarse prácticamente durante mucho tiempo, y la superficie de separación cuya intersección en el suelo forma una línea de discontinuidad avanza con cierta velocidad. En el seno del aire tropical reinan corrientes de fuerte componente S., y con frecuencia del W., las cuales resbalan, ascendiendo por el plano inclinado que forma la superficie de discontinuidad, y perdiendo, por lo tanto, contacto con el suelo al llegar a la línea de discontinuidad; en el seno del aire polar reinan, en cambio, corrientes de componente N., que, en virtud de las circunstancias geográficas de nuestro caso, se reducen frecuentemente a la dirección puramente del N.; estas corrientes, por verificarse debajo de la superficie de discontinuidad, no pueden tener salida hacia arriba, por cuya razón su cabeza se ve obligada a avanzar siempre; por eso la línea de discontinuidad, que coincide con la línea de irrupción de la Tramontana, progresa de NW. a SE. Cuando la línea de irrupción pasa por una localidad, el aire tropical que descansaba sobre ella es sustituido bruscamente por el aire polar. Las diferencias de temperatura existentes entre ambas masas aparecen marcada claramente en la curva del termógrafo; la magnitud de esta diferencia depende de las circunstancias de la discontinuidad: de su edad, de su procedencia, de su inclinación sobre el horizonte, etc. En el mismo seno del aire polar aparecen con frecuencia superficies de discontinuidad secundarias, que se revelan por las sucesivas caídas de temperatura registradas por el termógrafo. Todos estos fenómenos suelen manifestarse de un modo más claro sobre el mar que sobre el continente, porque el contacto del aire con la tierra desnaturaliza rápidamente sus características tropicales o polares, y, en consecuencia, hace que el contraste disminuya y la línea de dis-

continuidad se esfume, mientras que el contacto con el agua produce un efecto incomparablemente menor. Gracias a la pequeña extensión de nuestra isla podemos considerar que las cosas ocurren como en alta mar, y que, por lo tanto, el aire polar llega a nosotros en toda su pureza. Las variaciones bruscas de temperatura se producen aquí con la misma intensidad que en medio del mar.

CUADRO NUMERO 11

	<i>Anomalía de la temperatura máxima</i>	<i>Anomalía de la temperatura mínima</i>
Enero	— 1,0	— 0,3
Febrero.....	— 1,7	— 0,6
Marzo	— 0,9	+ 0,4
Abril	— 0,4	— 0,7
Mayo	— 0,7	— 0,1
Junio	— 1,6	— 0,7
Julio	— 1,1	— 0,3
Agosto.....	— 1,9	— 0,4
Septiembre	— 1,0	— 0,5
Octubre	— 1,9	— 0,7
Noviembre	— 2,1	— 1,4
Diciembre.....	— 2,6	— 0,6

CUADRO NUMERO 12

	<i>Anomalía de la temperatura máxima</i>	<i>Anomalía de la temperatura mínima</i>
Enero	+ 1,7	+ 0,3
Febrero.....	+ 2,4	+ 1,2
Marzo	— 1,6	+ 1,3
Abril	— 1,3	— 1,2
Mayo	— 0,6	+ 1,6
Junio	— 2,9	+ 0,5
Julio	— 1,9	— 0,7
Agosto.....	— 1,5	+ 0,9
Septiembre	— 2,1	— 1,4
Octubre	— 3,4	— 0,7
Noviembre	— 2,8	— 2,0
Diciembre.....	— 2,5	— 1,3

NUBOSIDAD

Trazando las curvas de intensidad de la Tramontana para los períodos de relativa duración y las de nubosidad simultánea, se encuentra entre ellas un notable paralelismo (figuras 5, 6 y 7). Es claro que, por los datos de que disponemos, dichas curvas carecen de precisión, porque los puntos que sirven para determinarlas están muy espaciados; pero, con todo, merece tomarse en consideración la concordancia, a veces perfecta, que se observa en su disposición. Generalmente, al empezar la Tramontana el cielo está completamente cubierto, y así permanece hasta que aquélla ha llegado a su mayor intensidad; después, la fuerza del viento y la nubosidad empie-

zan a decrecer simultáneamente; pero el descenso de la nubosidad es más rápido que el de la fuerza del viento, de modo que éste se prolonga con frecuencia bastantes horas, amortiguándose muy lentamente cuando el cielo está ya casi despejado. En aquellos casos en que la intensidad del viento experimenta varios máximos sucesivos bien marcados, la nubosidad presenta una variación análoga, siguiendo a aquélla con retraso de algunas horas. Incluso la oscilación diurna que hemos señalado para la intensidad del viento se refleja en una oscilación análoga de la nubosidad (fig. 6). Si se tiene en cuenta no tan sólo la nubosidad total, sino también la clase de nubes, se encuentran todavía resultados más sencillos. La nubosidad de las nubes emigrantes sigue fielmente las variaciones de la Tramontana, mientras que casi todas las aparentes excepciones se deben a nubes locales. El cielo empieza por estar completamente cubierto de nubes bajas, generalmente nimbus; antes de que el viento alcance su mayor intensidad, esta capa de nubes bajas suele romperse, y deja ver una

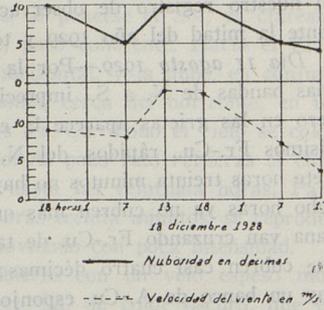


Fig. 5.

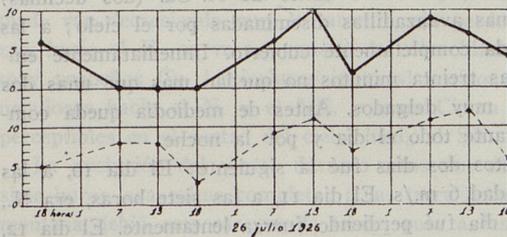


Fig. 6.

la nubosidad variaciones bruscas, o bien se forman cumulus locales de evolución diurna, a los cuales se deben las últimas fluctuaciones de la nubosidad. Fácilmente se reconoce en lo que acabamos de decir el paso de una sucesión nubosa tal como las han descrito Guilbert, Schereschewsky y otros (1). No vamos a insistir sobre este punto, al cual volveremos al hablar de las relaciones sinópticas de nuestra Tramontana.

Esta es la marcha general de los fenómenos y la que se encuentra en todos los casos de gran intensidad y de gran duración; pero las excepciones son importantes y algo frecuentes, pudiéndose formar con ellas otro tipo menos regular, caracterizado por un cielo predominantemente despejado. Se encuentra, sobre todo, en los meses de invierno (final de diciembre, enero y febrero) y a principios de verano (final de

antes de que el viento alcance su mayor intensidad, esta capa de nubes bajas suele romperse, y deja ver una capa de nubes medias, casi siempre alto-estratus, y menos frecuentemente, alto-cumulus; a veces las nubes bajas desaparecen del todo y subsiste sólo el velo de nubes medias. Este es el que se rompe al llegar el viento a su máximo, disminuyendo rápidamente de extensión y dejando el cielo sembrado de abundantes fragmentos. Después puede terminar de dos maneras: o bien pasan grandes nubes tormentosas que imprimen a

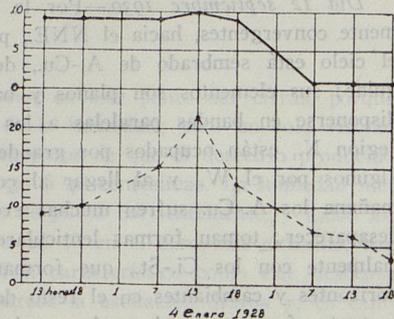


Fig. 7.

(1) G. Guilbert: *La prévision scientifique du temps*, París, 1922. Ph. Schereschewsky et Wehrlé: *Les systèmes nuageux*. Memorial de l'O. N. M. de France, première année, n.º 1.

abril, mayo y junio). La nubosidad es debida a nubes locales, y casi nunca llega a cinco décimas. Como ejemplos característicos vamos a copiar la evolución del cielo correspondiente a dos casos de Tramontana, uno de cada tipo, tal como se encuentra en nuestro registro de observación continua de nubes, llevado escrupulosamente durante la mitad del año 1929 y todo el año 1930.

Día 11 agosto 1929.—Por la mañana está casi cubierto con A.-Cu., formando anchas bandas de N. a S., imprecisamente dibujadas; el cuerpo de estas bandas es liso, pero en las grietas aparece la estructura propia de los A.-Cu.; debajo corren pequeñísimos Fr.-Cu., rápidos, del N. Pronto se disuelve todo con bastante rapidez; a las siete horas treinta minutos no hay más que bancos sueltos de A.-Cu. esponjosos, y a las ocho horas ya no cubren más que una décima. Después desaparecen. Durante la mañana van cruzando Fr.-Cu. de tamaño creciente; a las doce horas son verdaderos Cu. que cubren casi cuatro décimas; luego disminuyen rápidamente. A las catorce horas hay un banco de A.-Cu. esponjosos que corren del N. Durante las horas de la tarde siguen dominando las mismas nubes, con varias alternativas; a las diecisiete horas quedan reducidas a una ancha banda (dos décimas), que cierra todo el horizonte N.; a la puesta del Sol vuelven a extenderse por casi todo el cielo, y por la noche toman estructura muy fina, a manera de Ci.-Cu., a través de los cuales se ven las estrellas. Los bancos son de forma algo lenticular desde la puesta de Sol.

Día 12 agosto 1929.—Por la mañana, un ancho banco de A.-Cu. (dos décimas) cierra todo el horizonte N., con algunas avanzadillas diseminadas por el cielo; a las siete horas se extiende y pronto queda completamente cubierto. Inmediatamente empieza a disolverse, y a las nueve horas treinta minutos no quedan más que unas dos décimas de cielo cubierto con A.-Cu. muy delgados. Antes de mediodía queda completamente despejado, y así sigue durante todo el día y por la noche.

La evolución del viento durante estos dos días fué la siguiente: El día 10, a las dieciocho horas, era WNW., de velocidad 6 m./s. El día 11, a las siete horas, era N., de velocidad 14 m./s. Durante todo el día fué perdiendo fuerza lentamente. El día 12, a las siete horas, continuaba siendo N., de velocidad 8 m./s.; a mediodía se reforzó, de modo que a las trece horas se encuentra una velocidad de 16 m./s.; pero luego, por la tarde, roló al NW., amortiguándose, y cesando casi por la noche. Se trata, pues, de una Tramontana bastante fuerte del segundo tipo, con cielo variable, predominantemente despejado.

Día 12 septiembre 1930.—Por la mañana hay Ci. en bandas filamentosas, vagamente convergentes, hacia el NNE., principalmente abundantes en la región W. Todo el cielo está sembrado de A.-Cu., degenerados en pequeños bancos de forma irregular; sus elementos son planos y bastante transparentes. Tienen cierta tendencia a disponerse en bandas paralelas a los Ci. Todos los horizontes, y sobre todo en la región N., están ocupados por grandes Cu. protuberantes. A las siete horas avanzan algunos por el W., y al llegar al cenit dejan caer unas cuantas gotas. Durante la mañana los A.-Cu. sufren muchas evoluciones, llegando en algunos momentos casi a desaparecer; toman formas lenticulares muy afiladas hacia el E. Se confunden parcialmente con los Ci.-St., que forman extensas masas lechosas, permanentes en los horizontes y cambiantes en el resto del cielo. A las diez horas los Cu. han decrecido bastante; forman grandes aglomeraciones, sobre todo hacia el N., donde se van aplastando y tomando bases horizontales. Los demás conservan todavía formas protuberantes. Durante el resto de la mañana se mantiene con poca variación. A las trece horas se ve un halo bastante completo. Los Ci.-St. forman velos espesos en grandes extensiones. Los Cu. van creciendo desmesuradamente en todo el cielo, pasando a Cu.-Nb. A las catorce horas se oyen los primeros truenos. A las quince horas quince minutos vuelve a tronar y cae un chubasco moderado, con gotas enormes y granizos

dispersos del tamaño de guisantes. Dura poco y se va retirando hacia el E. El aspecto general del cielo sigue siendo el mismo y se oye alguno que otro trueno. A las dieciséis horas treinta minutos empieza un chubasco fuerte, con cielo completamente cubierto. Va perdiendo fuerza lentamente. A las dieciocho horas, al ponerse el Sol, va clareando toda la nube, que toma cierta estructura de A.-Cu., poco coherente. Hacia el E. y Noreste se ven extensos claros, alargados en sentido horizontal, y la nube, en conjunto, va siendo más y más delgada. Hacia poniente termina, cerca del horizonte, en un borde grueso casi recto; por esta parte flotan pequeños Fr.-Cu. Todo el cielo se colorea en rojo ladrillo intenso. Se ve el arco iris completo. Al poco rato refuerza el chubasco y vuelve a espesarse la nube; dura con fuerza hasta las veintiuna horas. Para un momento casi de todo; pero luego, a las veintiuna horas treinta minutos, se reproduce la tormenta y vuelve a llover. Por la noche sigue lloviendo con poca intensidad.

Día 13 septiembre 1930.—Por la mañana está cubierto con un velo espeso muy gris y de estructura desigual. Hay también abundantes Cu. de color oscuro, que en muchos sitios se distinguen mal del velo superior; en otros sitios se marcan bien las formas redondeadas de sus cúpulas. Va lloviznando ligeramente. A la salida del Sol se ha visto el arco iris. A las siete horas se pone a llover, sin ningún aparato tormentoso. Dura una hora; pero el cielo sigue luego igual. Después, poco a poco, se va deshaciendo el velo de A.-St., quedando grandes Cu., que lo cubren casi todo durante toda la mañana; son espesos y blancos y de formas desgarradas. Durante toda la tarde van decreciendo muy lentamente, sin perder estos caracteres. A las dieciséis horas, hacia el E., se ve un yunque de color blanco pálido. A la puesta de Sol quedan muy pequeños Cu. lenticulares junto al horizonte W., unos cuantos Cu. aplastados y nebulosos hacia el N. y el NE. y unos Ci. en largas bandas muy estrechas, apenas perceptibles en el centro del cielo, hacia el SE. Por la noche queda despejado.

La evolución del viento durante estos dos días fué la siguiente: El día 12, a las siete horas, era calma completa; a las trece horas, SW., de velocidad 6 m/s. La Tramontana debió empezar por la tarde, pues a las dieciocho horas se encuentra N., de velocidad 6 m/s. El día 13 sigue moderado del mismo rumbo; por la tarde empieza a rolar hacia el W., y al día siguiente, por la mañana, se encuentra NW., de velocidad 1 m/s. Se trata, pues, de una Tramontana moderada del primer tipo, con desfile de un sistema nuboso.

HUMEDAD Y LLUVIA

La Tramontana es un viento seco. No podremos en este punto dar cifras, porque falta conocer numéricamente la marcha normal de la humedad; pero un solo vistazo sobre las curvas del higrógrafo basta para convencernos de que el descenso producido por la Tramontana es considerable: seguramente 30 ó 40 centésimas. La humedad media en Mahón, según D. Mauricio Hernández, es de 76 % corrientemente, y todos los días de sequedad extraordinaria, que ha llegado a 26 % en el caso más extremo, han ocurrido precisamente en días de Tramontana. Tan característico como este descenso de la humedad es la forma de producirse: desaparece la oscilación diurna y, en cambio, aparecen variaciones violentísimas y rápidas completamente irregulares. El primer efecto se debe casi totalmente a la desaparición de la oscilación de la temperatura; pero el segundo, aunque influido también por los vaivenes de la temperatura, obedece principalmente a variaciones reales de la humedad absoluta. Es de notar que el aire permanece relativamente seco cuando el viento es N., aun durante la lluvia. Recordemos que existen dos tipos de Tramontana: la que acompaña los grandes temporales y la que se presenta con buen tiempo; aunque en el primer tipo el cielo per-

manece nublado y frecuentemente lluvioso, la humedad al nivel del suelo no es mucho más elevada que en el segundo tipo con cielo despejado; pero, en cambio, las alternativas bruscas que dichos elementos experimentan son de amplitud incomparablemente mayor y llegan fácilmente al orden de 20 y 30 centésimas en cinco minutos. La causa principal es, sin duda, la turbulencia; como es sabido, el aire experimenta continuos movimientos internos muy complicados, merced a los cuales pueden hallarse en contigüidad valores notablemente diferentes de un mismo elemento meteorológico. La Tramontana está formada, sin duda, de aire muy turbulento, por lo menos cuando pasa sobre nuestra isla.

En cuanto a la lluvia, ya hemos dicho al hablar de la nubosidad que el tipo más frecuente de Tramontana y aquel en que ésta alcanza su mayor intensidad es aquel en que va acompañada del paso de un sistema de nubes y, por lo tanto, de lluvia. En este caso, la Tramontana empieza con lluvia, pero no termina nunca con ella. No hay regla fija que regule el tiempo que haya de persistir la lluvia con la Tramontana ni el que haya luego de durar ésta una vez que ha cesado aquélla. Se dan casos en que la lluvia dura dos o tres días enteros, casi tanto como el viento, y otros en que cesa la lluvia apenas ha empezado la Tramontana. Como ésta aparece al final de la borrasca, el régimen de la lluvia suele ser chubascoso, y hasta frecuentemente tormentoso. En los tipos en que las borrascas están lejos y el viento es netamente anticiclónico, la lluvia falta por completo, como es natural. Para esto no basta que el barómetro esté muy alto, porque puede ocurrir que, estándolo, nos encontremos en realidad en el borde mismo del anticiclón y bajo la influencia de una depresión poderosa; precisamente algunos de los temporales de agua más grandes que se han registrado en Mahón han sido con el barómetro a 770 mm. y viento Tramontana. Únicamente el examen de las cartas sinópticas puede sacar de dudas.

PRESION

La Tramontana se presenta siempre con el barómetro en alza o firme después de una fuerte subida; en cambio, no existe una relación bien definida de la misma con el valor absoluto de la presión. Los grandes temporales de Tramontana acompañan invariablemente a una marcha característica de la curva del barógrafo; después de un descenso considerable de la presión producida por el paso de una borrasca, con vientos generalmente del SW., se inicia la subida de un modo brusco, coincidiendo con la irrupción de la Tramontana, que en pocas horas alcanza su mayor violencia; al cabo de un tiempo, variable de seis a doce horas, se interrumpe la subida, produciéndose un descenso durante unas cuantas horas, cuya magnitud no suele exceder casi nunca de un milímetro; después se reanuda la subida, que puede durar uno o dos días enteros; cuando definitivamente cesa de subir y reaparece la marea barométrica, la Tramontana puede continuar todavía soplando durante un tiempo más o menos largo, sin que se descubra relación ninguna entre la persistencia de las altas presiones y la persistencia del viento. Parece descubrirse cierta correspondencia entre la pendiente de la curva del barógrafo y la fuerza del viento, aunque poco precisa y poco constante. La comparación debe hacerse, como es natural, con la curva media, prescindiendo de las fluctuaciones rápidas y numerosas que la enmascaran, y esto es siempre bastante arbitrario. Si pretendiésemos comparar la fuerza del viento con la variación barométrica durante un intervalo muy corto, no encontraríamos relación ninguna, pues los casos de variación negativa llegarían a ser tan numerosos como los de variación positiva; tomando como tipo de comparación las tendencias tan usadas actualmente, o sean las variaciones en tres horas, se encuentran resultados

de alguna importancia: el valor medio de la tendencia barométrica cuando existe Tramontana de velocidad inferior a 5 m./s., resulta de 0,3 milímetros; para Tramontana de velocidad entre 5 y 10 m./s. se encuentra 0,4; entre 10 y 15 m./s. se encuentra 0,8, y para más de 15 m./s. se encuentra 0,6. Para calcular estos valores medios hemos prescindido de las observaciones de las 13, con objeto de eliminar el descenso sistemático que a esta hora se produce por efecto de la marea barométrica. La subida del barómetro se produce algunas veces con movimientos bruscos, aunque este caso es menos frecuente que para la temperatura; ambos fenómenos no aparecen siempre juntos, y cuando esto ocurre no se descubre ninguna correspondencia entre sus intensidades respectivas. Los casos más destacados registrados durante los cinco años últimos han sido los siguientes:

Día 17 abril 1926.—El barómetro iba bajando 0,8 mm. por hora. A las tres horas se produce un alza brusca de 2,8 mm. en menos de cinco minutos; después experimenta pequeñas alternativas rápidas, y luego recobra su marcha normal, subiendo lentamente. La Tramontana fué bastante fuerte durante el día anterior (10 m./s.), y cesó después de las siete horas del día 17.

Días 14 y 15 julio 1927.—Durante el día 14 la marcha del barómetro había sido bastante irregular. A las veintidós subía 0,5 mm. por hora; en este momento se produjo una caída brusca de presión de 2 mm., seguida de una subida rápida de 1 milímetro por hora. A las veinticuatro horas nueva caída de presión de 2,5 mm., y, por último, a la una hora del día 15, una subida completamente vertical de 1,8 mm. El viento era SE. débil durante todo el día 14, y Tramontana moderada durante todo el día 15.

Día 19 abril 1928.—El barómetro bajaba con rapidez, que llegó a 2 mm. por hora. A las tres horas se produce una subida de un poco más de 2 mm. en media hora, seguida de un descenso tan rápido como el primero. A las cuatro horas se reproduce el fenómeno de un modo absolutamente idéntico. El viento fué Tramontana moderada, de fuerza decreciente durante el día.

Día 30 octubre 1929.—La marcha del barómetro durante el día fué irregular. A las veintidós horas treinta minutos se produjo un descenso y una subida instantánea, como si fuese debida al paso de una tromba. La subida alcanza 2,2 mm., y el descenso había sido de 0,8 mm. menos. El viento había sido E. moderado; pero el día 31 fué Tramontana fuerte durante todo el día.

Día 7 julio 1930.—La marcha del barómetro fué en extremo agitada durante todo el día; pero el movimiento más violento fué el que se produjo a las dieciséis horas, consistente en una subida de 2 mm. en media hora, seguida de un descenso de 5,2 milímetros en menos de cinco minutos. El viento fué N. fuerte, pero de intensidad decreciente.

Los fenómenos que acabamos de citar ponen de relieve la composición heterogénea del aire polar que constituye la Tramontana y revelan la existencia de superficies de discontinuidad aun dentro de su masa.

Más importante que el estudio de la presión desde el punto de vista local es su estudio sinóptico. Sin más que aplicar la ley de Buys-Ballot se ve que la orientación de las isobaras durante la Tramontana debe ser de SW. a NE., y que las altas presiones deben demorar al NW. y las bajas al SE. Efectivamente, así ocurre; pero como estas particularidades pueden concurrir en varios tipos de distribución isobárica si se atiende a regiones algo extensas, vamos a hacer una clasificación de todas las configuraciones observadas. Antes de eso dejaremos consignado que el gradiente que se encuentra es de 2 a 2,5 para la Tramontana moderada, y de 2,5 a 3 para la fuerte. Como se ve, estos números casi corresponden al viento normal de Guilbert, excepto la Tra-

montana muy fuerte, que suele corresponder al viento por exceso; es decir, que se produce con gradientes demasiado pequeños para su gran violencia.

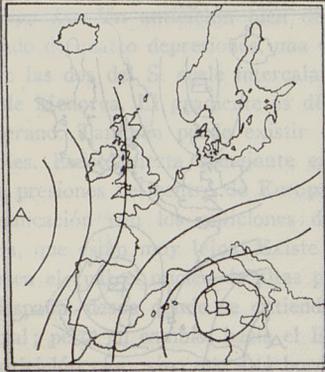
Los tipos isobáricos a que pueden reducirse los casos observados son los siguientes (véanse al final las cartas correspondientes):

Tipo A.—Gran anticiclón en el Atlántico; área de bajas presiones en el mar Tirreno; las isobaras cruzan toda la Europa central y occidental de NE. a SW. y suben hacia el N. por el mar del Norte y la península Escandinava; el gradiente es pequeño. El centro del anticiclón puede estar en pleno Atlántico, o bien en el mar Cantábrico, o bien en las islas Británicas, dando lugar a tres subtipos, que se transforman entre sí con facilidad. Esta situación es muy estable y da lugar a Tramontana de mucha duración y generalmente de poca intensidad. Puede presentarse en todas las épocas del año, pero es frecuente en el mes de enero y al principio del verano. Suelen ir acompañadas de buen tiempo o, por lo menos, de cielo bastante claro. Con este tipo se relaciona uno de los elementos más característicos del clima de Menorca, que se conoce en el país con la expresión de *seques de gener*. Las *seques de gener* consisten en un período de diez a quince días de buen tiempo, con el barómetro muy alto y viento débil, y se deben a que el anticiclón del Atlántico avanza mucho hacia el E., hasta englobar a la isla; mientras ésta permanece en el borde del anticiclón reina Tramontana más o menos fuerte; pero cuando queda dentro del mismo aparecen vientos flojos y variables, aunque el aspecto general del relieve isobárico de Europa en realidad haya variado muy poco.

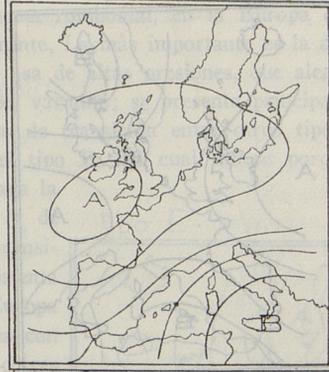
Tipo B.—Poderosos anticiclones en Rusia y en el Atlántico unidos por un puente de altas presiones que atraviesa toda la Europa central. Bajas presiones entre Islandia e Inglaterra y en el Mediterráneo oriental. El puente de altas presiones puede ser más o menos robusto, y el gradiente en sus bordes es más fuerte que en el tipo anterior. Se forman varios subtipos, según que domine el anticiclón ruso o el atlántico y según la situación de las bajas presiones del Mediterráneo. Este tipo puede derivar del anterior y es menos estable. Si existe un ciclón bien definido en el Adriático, caso frecuente, la Tramontana es fuerte y acompañada de mal tiempo. Este es, seguramente, el tipo más frecuente, sobre todo después de cesar las *seques de gener* y durante el mes de febrero, aunque se encuentra en todos los meses. Un subtipo especial puede formarse cuando el anticiclón del Atlántico está centrado al W. de las islas Británicas y el ruso se ha desplazado hacia el S.; entonces el puente de altas presiones va de NW. a SE., y las bajas presiones, formando una zona mal definida, se encuentran en el Mediterráneo occidental, englobando la isla de Menorca. El dibujo isobárico es el mismo de antes, pero ha girado cerca de 90°. Este tipo es muy poco frecuente. El gradiente es pequeño; corresponde a Tramontana con mal tiempo.

Tipo C.—Un gran ciclón al N. de Europa y un secundario en el golfo de Génova; altas presiones al W. de Portugal. La Tramontana en este caso está subordinada enteramente al ciclón del Mediterráneo, constituyendo su semicírculo posterior. Esta situación tiene cierta estabilidad, porque dicho ciclón suele estacionarse al W. de Italia; el gradiente es fuerte; la Tramontana va acompañada de chubascos y tormentas. A este tipo se deben los grandes temporales del mes de diciembre. Puede preceder o seguir al tipo A, en el cual se convierte sin más que tender el puente de altas presiones entre la borrasca principal y la secundaria, y de la cual puede derivarse por rotura de dicho puente. Se pueden distinguir dos subtipos, según que el gran ciclón septentrional esté al N. de Escocia, y entonces el anticiclón se halla junto a la Península ibérica o bien en la Península escandinava, y entonces el anticiclón sube hasta el Cantábrico. Otro subtipo algo distinto se forma cuando existe un gran anticiclón en el Cantábrico, un gran ciclón en la Península escandinava y, en vez del secundario del Mediterráneo,

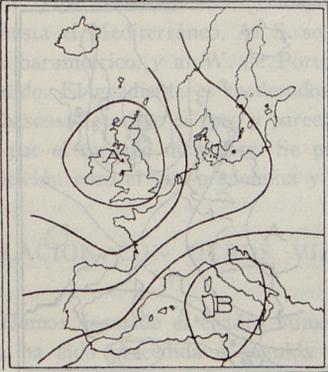
tipo N (1)



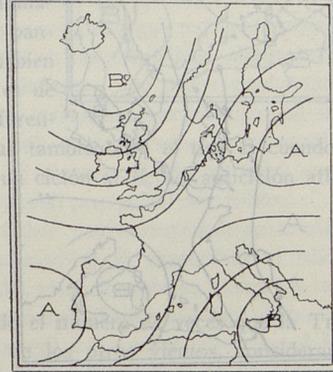
tipo N (2)



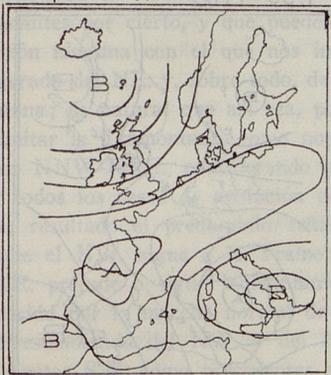
tipo N (3)



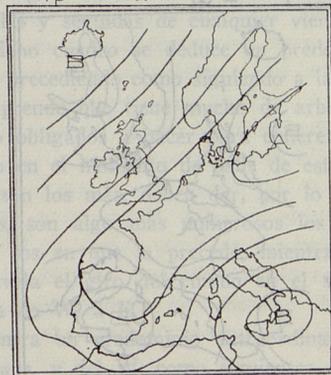
tipo B (1)



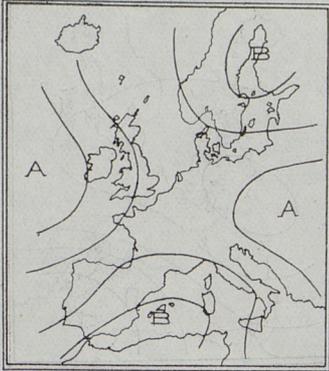
tipo B (2)



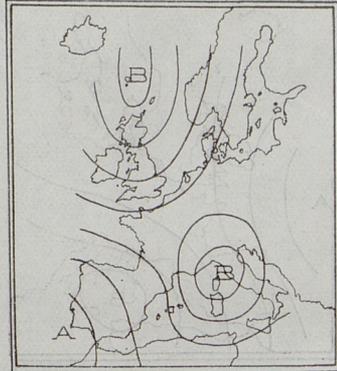
tipo B (3)



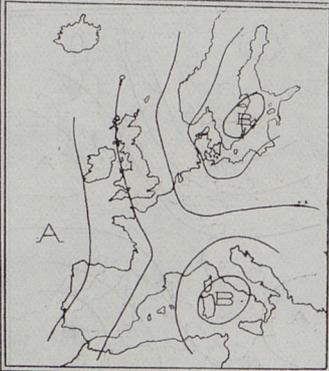
Tipo B (4)



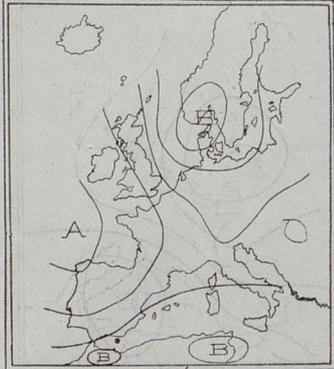
Tipo C (1)



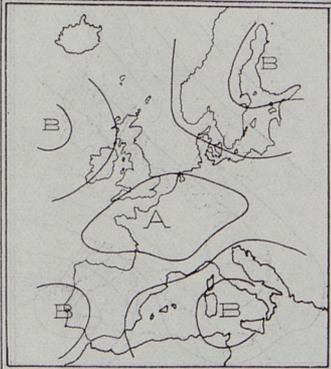
Tipo C (2)



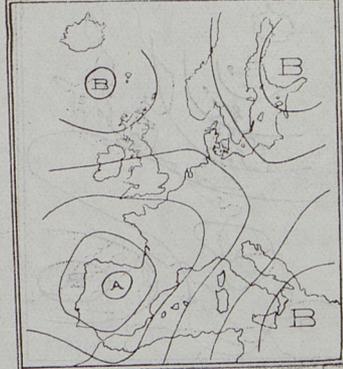
Tipo C (3)



Tipo D (1)



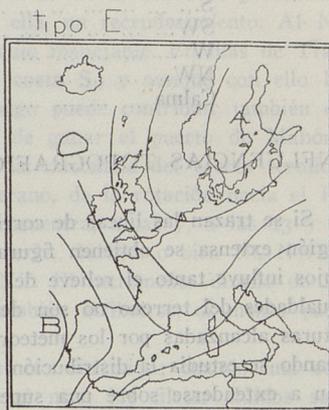
Tipo D (2)



un extenso pantano barométrico con varios núcleos al N. de Africa. Es poco frecuente y propio de primavera y otoño.

Tipo D.—Un anticiclón bien definido, de forma romboidal, en la Europa central, rodeado de cuatro depresiones, una en cada cuadrante. La más importante es la del SE. Entre las dos del S. suele intercalarse una gran asa de altas presiones, que alcanza la isla de Menorca. El gradiente es débil. El tiempo, variable; se presenta principalmente en verano. También puede existir como régimen de transición entre otros tipos más estables. Existe cierta semejanza entre éste y el tipo B, del cual difiere porque las altas presiones del centro de Europa tienen cortada la comunicación con los anticiclones del Atlántico y de Rusia, que están muy lejos. Existe un tipo de transición en el cual el núcleo de altas presiones se asienta en España, desde donde se extiende hacia la Europa central; pero, en cambio, hacia el E. no comunica con el anticiclón ruso, sino que está bordeado de dos o tres ciclones considerables: en el Báltico y en el Adriático. Este tipo se presenta en primavera y en otoño.

Tipo E.—Este es casi inverso del que acabamos de reseñar. Las altas presiones forman un anticiclón muy extenso, que se extiende desde la península Escandinava hasta el Mediterráneo. Al S. se encuentra un pantano barométrico, y al W. de Portugal un ciclón bien definido. El gradiente es moderado. El régimen es de chubascos. Este tipo es raro y parece mostrar preferencia por el mes de diciembre. Se puede relacionar también con el tipo B cuando es el anticiclón ruso el que predomina y se interpone un ciclón al E. del anticiclón atlántico.



RELACION CON OTROS VIENTOS

Hemos formado el cuadro número 13 contando el número de veces que la Tramontana ha sido precedida o seguida de cada uno de los otros vientos, considerando la rosa de los ocho rumbos principales; para este recuento hemos prescindido de aquellos períodos de Tramontana, los más frecuentes, en que la velocidad del viento no ha llegado en ningún momento a los 10 m./s.; es decir, hemos tenido en cuenta tan sólo los períodos que al principio llamábamos Tramontana fuerte; así tenemos la seguridad de no confundir la verdadera Tramontana, de alcance general, con las brisas del N., muy abundantes por cierto, y que pueden ser precedidas y seguidas de cualquier viento sin relación ninguna con el que nos interesa. De dicho cuadro se deduce un predominio exagerado del NE. y, sobre todo, del NW., tanto precediendo como siguiendo a la Tramontana; es natural que así sea, porque se comprende que tiene mucho de arbitrario el limitar la Tramontana, como nos hemos visto obligados a hacer para concretar, al sector NNW-NNE., considerando que ha cesado en el momento de salir de este sector; todos los casos de evolución continua, que son los más, deben dar, por lo tanto, como resultado el predominio señalado. Además, son algo más numerosos los casos en que el NW. sigue a la Tramontana que no los en que la precede, mientras que el NE. precede o sigue indistintamente; esto revela el giro del rumbo en el sentido requerido por la marcha normal de una borrasca de W. a E.

Prescindiendo del NW. y del NE. se encuentra un predominio extraordinario de los vientos SW. como precedentes a la Tramontana, y del W. como siguientes, observándose además que la cantidad de calmas, tanto antes como después, resulta muy

grande. Estas particularidades tienen fácil explicación, atendiendo a la estructura corriente de las borrascas, pues se sabe que la transición de los vientos del SW. al N. o al NW. se hace frecuentemente por una línea de discontinuidad más o menos bien marcada.

CUADRO NUMERO 13

NE	19	NE	17
E.....	2	NE	5
SE	6	SE	3
S.....	2	S.....	0
SW	11	SW	6
W	19	W	18
NW	27	NW	32
Calma	11	Calma	16

INFLUENCIAS TOPOGRAFICAS

Si se trazan las líneas de corriente al nivel del suelo en un momento dado para una región extensa se obtienen figuras variadas, pero bastante regulares; sobre estos dibujos influye tanto el relieve del terreno como los elementos meteorológicos. Las desigualdades del terreno no son de ningún modo despreciables en comparación con las alturas alcanzadas por los meteoros, sino que, por el contrario, son del mismo orden; cuando se estudia la distribución de las masas de aire hay que tener en cuenta que no van a extenderse sobre una superficie plana, sino sobre un fondo accidentado, hasta el punto de que ciertas eminencias pueden llegar a actuar de verdaderas paredes y ciertas fosas como vasos cerrados. Por eso, las figuras formadas por las líneas de corriente se deforman continuamente al avanzar de unos lugares a otros. Si pudiera aislarse la acción perturbadora de la topografía podría descomponerse cada figura aerodinámica en dos partes: una, debida al estado meteorológico, y otra, debida a dicha acción perturbadora; la primera avanzaría variando poco, y casi toda la metamorfosis observada se debería a la adaptación de dicha figura invariable al terreno, de tal manera, que una misma figura meteorológica aparecería con fisonomía distinta, según el lugar de su demora. La figura que corresponde a la Tramontana es la de un haz de líneas abiertas en abanico, con la convergencia en el golfo de León, donde se unen todas; siguen en línea recta hasta las Baleares, desde donde se van encorvando hacia el W., volviéndose a desplegar y disipándose lentamente. Sobre el valle del Ródano se organiza, pues, un sistema de corrientes aéreas casi superpuesto al sistema de corrientes fluviales, y la corriente resultante, como si saliese a través de un embudo, desemboca en el centro del golfo; atraviesa toda esta parte del Mediterráneo como un verdadero río, y su velocidad va creciendo, no tan sólo por obedecer a la fuerza del gradiente, sino también por estrecharse su cauce a consecuencia de la convergencia inicial. A su paso esta corriente violenta parece atraer vientos afluentes, sobre todo de la Península ibérica, lo cual podría explicarse por un efecto de trompa, pues la disposición de los filetes flúidos es semejante a la que se encuentra en este instrumento.

Cuando la Tramontana aborda nuestra isla se producen nuevas perturbaciones, de alcance más reducido. Habremos de limitarnos en este punto, como antes, a algunas consideraciones teóricas, porque no hemos podido emprender, como sería nuestro deseo, y es nuestro proyecto, un trabajo experimental directo. El conocido meteorólogo A. Baldi ha hecho un estudio muy completo de la influencia de la topografía sobre el viento y las nubes (1), abordando, entre otros problemas, el de una isla solitaria, que

(1) *Météorologie du relief terrestre*. París, 1929

puede tener aplicación en nuestro caso. El primer efecto que produce la presencia de una isla es un efecto térmico: la tierra se calienta mucho más que el mar, y, por lo tanto, cuando la insolación es intensa, la isla se convierte en un centro caliente y engendra una circulación ciclónica; esta circulación propia de la isla se agrega y perturba a la corriente general existente. En verano y en el Mediterráneo abundan los días claros, en los que el efecto térmico debe producirse, si no con la intensidad de los países tropicales, con la suficiente energía para hacerse sensible. Suponiendo que el viento general es del N., y teniendo en cuenta el sentido del giro del movimiento ciclónico que se le superpone, resulta que al E. de la isla debe producirse una disminución de la fuerza del viento, y al W. de ella, un recrudecimiento. Al N. existirá un semicírculo peligroso, y al S., un semicírculo manejable. En días de Tramontana la navegación suele realizarse bordeando la costa S., y aunque con ello lo que se busca principalmente es el abrigo de la isla, algo puede contribuir también el efecto de que hablamos, sobre todo cuando se trata de ganar el puerto de Mahón. Nos parece tener una comprobación experimental de la existencia del efecto térmico en el hecho observado, sobre todo en los meses de verano, de la rotación hacia el E. durante el día. Son numerosas las veces en que se encuentra, a las 7, a las 13 y a las 18 horas de un mismo día, respectivamente, NNW., N., NNW. o bien N., NNE., N., y hasta, en alguna ocasión, llega a mediodía al NE. El incremento diurno de la velocidad del viento señalado en otro lugar podría también atribuirse, al menos parcialmente, al efecto térmico.

El segundo efecto considerado por Baldit es el efecto dinámico: cuando una corriente aérea, en régimen permanente, circula sobre el mar, los filetes flúidos son rectos y paralelos; pero cuando tropiezan en su camino con una isla, dichos filetes deben desviarse para salvar el obstáculo; el efecto total se descompone en dos partes: desviación vertical y desviación horizontal. Si la altura del obstáculo es grande predomina el efecto horizontal; pero si es pequeña predomina el vertical. La desviación vertical consiste en la inflexión de los filetes en forma de campana para superar el obstáculo, y la horizontal consiste en la división de la corriente en dos partes que contornean lateralmente el obstáculo y vuelven a reunirse a sotavento del mismo. La magnitud de ambas disminuye de un modo continuo a medida que se consideran filetes más alejados del obstáculo; la altura a partir de la cual los filetes permanecen prácticamente horizontales se llama altura de influencia, y la distancia a partir de la cual los filetes no sufren ninguna inflexión lateral se llama distancia horizontal de influencia.

El punto culminante de Menorca tiene 360 metros en números redondos; aplicando la fórmula que da Baldit para hallar la altura de influencia correspondiente, aunque fundada en un número de observaciones notoriamente deficiente, se encuentra 180 m., y para distancia horizontal de influencia, 10 km. La inclinación hacia el E., que se observa en Mahón, más frecuentemente que hacia el W., aun descartando el efecto diurno de que hemos hablado antes, podría hallar satisfactoria explicación en el hecho de la desviación lateral; en cuanto a la ascendencia del viento, queda comprobada porque la Tramontana no levanta polvo, aunque los caminos estén muy polvorientos.

Este movimiento ascendente del aire favorece, como es natural, la condensación del vapor de agua y aparecen entonces nubes debidas, total o parcialmente, a la presencia de la isla. Estas nubes creemos reconocerlas en las que frecuentemente se presentan acompañando a la Tramontana en los grandes temporales de invierno; cruzan el cielo rápidamente y se encuentran invariablemente a una altura de 700 m., según han demostrado todos los sondeos efectuados con ellas.

R E S U M E N

Ya hemos dicho en la Introducción que con el presente trabajo el tema de la Tramontana no queda más que iniciado. Con todo, es conveniente agrupar en un rápido resumen las principales conclusiones obtenidas.

La Tramontana es uno de los rasgos más característicos del clima de Menorca; se presenta con una frecuencia de cuatro días entre nueve, o sea casi la mitad de los días del año, y en casi la tercera parte de los días del año alcanza velocidad superior a 5 m./s. La mayor frecuencia de la Tramontana fuerte tiene lugar en diciembre y en enero, y la mínima, en mayo. La duración de los períodos de Tramontana es muy desigual; la mayor observada ha sido de siete días seguidos. El período de 72 horas parece predominar ligeramente sobre los demás. Es más frecuente que empiece por la mañana y que termine por la tarde, y si se atiende a que su velocidad sea de 8 a 9 m./s., se encuentra un predominio muy grande del principio entre las 6 y las 8 horas, y del final, entre las 12 y las 18. El paso de la Tramontana produce un descenso general de la temperatura y una atenuación de la oscilación diurna; produce también una fuerte disminución de humedad; la marcha de estos dos elementos se hace, además, agitada e irregular. Mientras dura la Tramontana, el barómetro sube o bien permanece estacionario y alto; cuando empieza, el cielo suele estar nublado con nubes bajas, y la nubosidad disminuye luego, acompañando, en cierto modo, a la disminución de la fuerza del viento, pero más rápidamente que ésta. La Tramontana no suele extenderse en altitud más arriba de los 1.500 m., y suele terminar en una superficie de discontinuidad, con paso al rumbo NW., sobre todo cuando es fuerte al nivel del suelo y tiene una componente del E.

La causa originaria de la Tramontana está en la formación de un área de altas presiones en la Europa occidental, y de bajas al SE. del Mediterráneo. Su mayor violencia ocurre cuando estas últimas forman un ciclón bien definido; entonces Menorca se encuentra en su sector posterior, donde corresponden vientos del N. y NW. Estos vientos se alimentan del depósito de aire comprimido que constituye el anticiclón europeo; entonces interviene la acción perturbadora del relieve; el valle del Ródano, encajonado y rectilíneo y dirigido de N. a S., canaliza la corriente, que sale por el golfo de León como disparada sobre nuestra isla, a la cual aborda por sus acantiladas costas del N. La posición de Menorca es tal, que con frecuencia se encuentra colocada en este escalón crítico, que separa las altas de las bajas presiones, donde el gradiente es fuerte y, por lo tanto, la violencia del viento muy grande. La previsión precisa de la Tramontana es, por eso, un punto delicado; basta que este escalón se corra hacia el E. para que el viento desaparezca, y basta que se corra hacia el W., para que reaparezca. La irrupción de los grandes temporales de invierno puede predecirse mucho más fácilmente, porque entonces la Tramontana se establece en el momento de haber pasado la borrasca del Mediterráneo, cuyos movimientos pueden conocerse con relativa exactitud.

