

CONTRIBUCION AL ESTUDIO Y PREDICCIÓN DE LOS VIENTOS EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Enrique Martín García
Lorenzo López Muñoz
Francisco Avila Rivas

G.P.V. DE SEVILLA

1. INTRODUCCION

El Estrecho de Gibraltar es el único paso al nivel del mar existente en un amplio arco montañoso que se extiende por el Sur de España (Sistema Penibético) y el norte de África (Cordillera del Atlas). Esta configuración geográfica es causa de que los vientos se encaucen a través del Estrecho desde el Mediterráneo y la dirección dominante sea la del Este (80,90 o 100 grados), como lo indica la rosa de los vientos correspondiente al observatorio de Tarifa que representamos en la figura 1.

Asimismo, la velocidad del viento en el Estrecho y proximidades, debido a fenómenos de convergencia y a otras causas, adquiere valores elevados dando lugar a frecuentes "temporales de levante" que azotan estas zonas, durante los cuales, la velocidad media del viento supera los 30 nudos, observándose rachas de 50,60 e incluso superiores.

Estos temporales se presentan en cualquier época del año, dependiendo de la situación sinóptica, que generalmente está constituida por un anticiclón situado al Norte de España, y alargado en sentido de los paralelos, y un área de bajas presiones en África. Aunque, naturalmente, este tipo descrito puede presentarse con algunas variantes en cuanto a las posiciones del centro del anticiclón europeo y de la borrasca africana.

Los temporales más persistentes se producen a finales de verano, el mes de septiembre es el que presenta la mayor frecuencia. En general, suelen ir acompañados de situaciones de estabilidad, excepto si la depresión africana se encuentra próxima al Estrecho, o si las condiciones en las capas altas son de clara inestabilidad.

El segundo viento en importancia, por su frecuencia e intensidad, es el poniente, y sus temporales dignos de consideración, teniendo en cuenta que frecuentemente se forman como consecuencia de la presencia de borrascas atlánticas centradas entre los 40 y 50 grados de latitud, que dan lugar a circulaciones zonales intensas en situaciones de inestabilidad. Esta situación sinóptica, como dijimos en el caso del levante, suele presentarse con algunas variaciones, pero exclusivamente en invierno.

Las restantes direcciones, además de presentar frecuencias bajas, no alcanzan valores altos en intensidad.

2. DIPOLO OROGRAFICO EN EL ESTRECHO

El dipolo orográfico puede englobarse dentro de las estructuras mesoescalares y se produce cuando un flujo de vientos incide más o menos perpendicularmente sobre una cordillera,

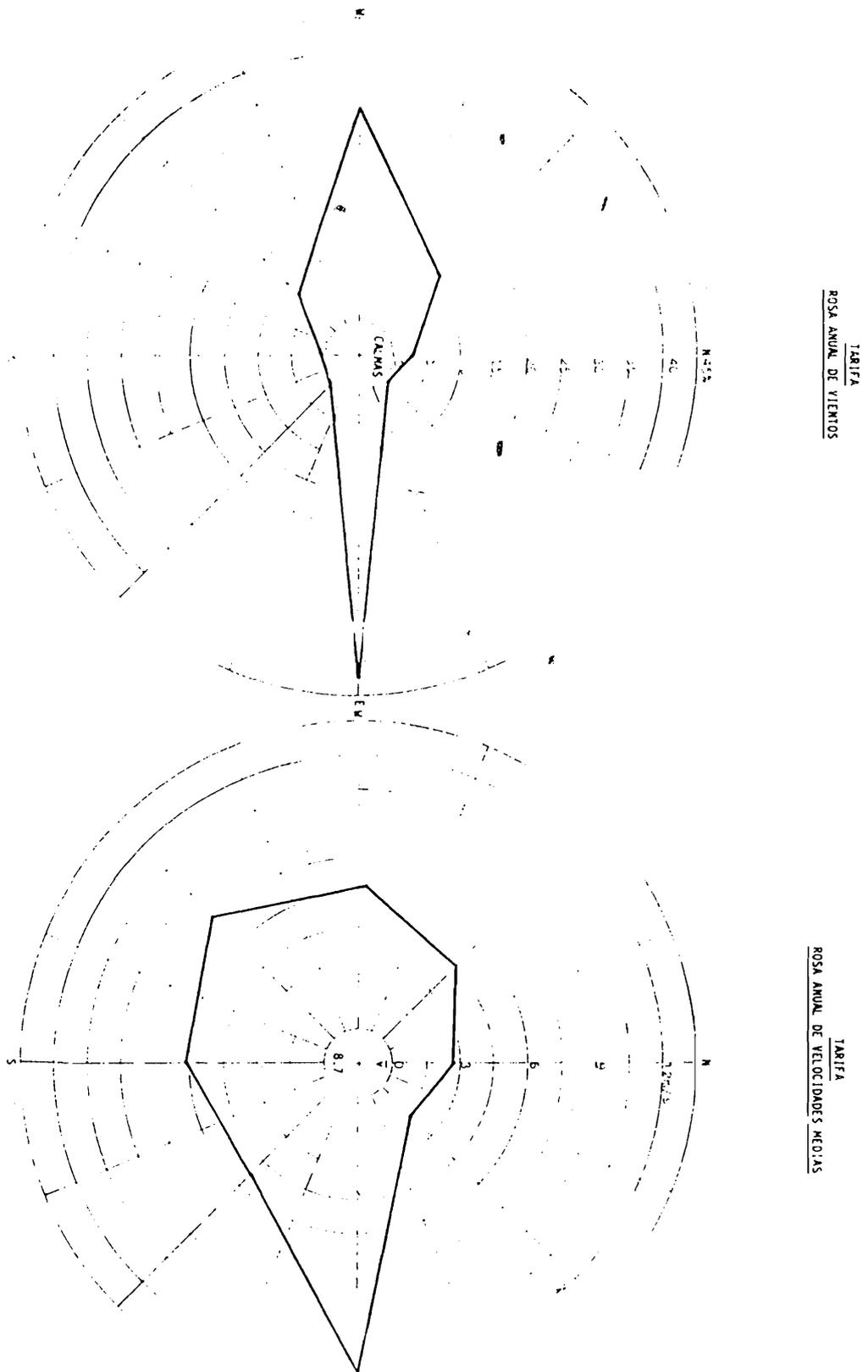


Figura 1. Rosa de vientos de Tarifa. Tomado del MAPA EOLICO NACIONAL (I.N.M.).

de modo que las líneas de flujo se ven obligadas a rodear el obstáculo que se interpone o a remontarlo. El primer efecto es el que se realiza con mayor facilidad, pues en cuanto al segundo, las corrientes sobremontan cordilleras de relativa altura con dificultad, sobre todo si el aire es estable.

Los efectos más importantes, inducidos por el relieve y que configuran el dipolo son los siguientes:

a) Efecto dinámico de rozamiento: a causa del rozamiento, se crea un gradiente opuesto al flujo general, originándose una zona de bajas presiones a sotavento y un máximo bórico a barlovento.

b) Efecto de represamiento: Se produce un represamiento del aire a barlovento de la cordillera, originando una sobrepresión en esa zona.

c) Efecto Foehn: Debido a este efecto, la columna de sotavento es más cálida e induce aire menos denso, originando una diferencia de densidades a ambos lados de la cordillera.

d) Fuente de calor elevada: Las zonas elevadas reciben más calor que el resto, dado que la radiación es mayor, y es transportado a sotavento.

El arco montañoso al que aludíamos, puede ser considerado como un dipolo orográfico con la singularidad del paso del Estrecho. La corriente de aire se ve obligada en gran medida a rodear esos obstáculos naturales, y canalizarse por el camino más fácil cual es la embocadura del Estrecho. Las líneas de corriente sufren una convergencia a la entrada del mismo, aumentando la velocidad del viento, como se pone de manifiesto en las observaciones efectuadas en el Observatorio de Tarifa, situado en el mismo Estrecho. Este aumento de la velocidad del viento, con respecto a observatorios cercanos, podría ser debido al efecto Venturi consecuencia del teorema de Bernouille. Considerando el fluido incomprensible y de la misma densidad, la menor presión debía corresponder precisamente al observatorio de Tarifa, y la experiencia indica que no es así. Más bien, se establece una disminución de la presión en dirección este-oeste cuando el viento es de levante, y en dirección opuesta cuando sopla de porriente, aunque esto no presupone que el efecto Venturi no tenga su importancia.

Aunque otras causas (encauzamiento, efecto esquina, etc.) compliquen el problema, las observaciones indicadas están de acuerdo con la teoría del dipolo antes apuntada.

Según esto, tendremos en la práctica dos parámetros a observar. Por una parte, la diferencia de presión a ambos lados del Estrecho, y también la diferencia en la densidad y/o temperatura.

3. ANALISIS DE LA DIFERENCIA DE PRESION

Hemos visto cómo la característica principal en el dipolo es la diferencia de presión que tiene lugar a ambos lados de la cordillera que lo origina, y es sabido que un flujo de viento moderadamente fuerte en el Estrecho, lleva implícita la condición de la existencia de un gradiente bórico apreciable a ambos lados del mismo.

En la práctica, se han considerado las diferencias de presión habidas entre los observatorios de Gibraltar y Tánger para deducir la dirección del viento, e incluso su intensidad, en el Estrecho. De hecho se llegan a observar diferencias de presión de hasta 5 HPA., entre ambos observatorios. Veremos más adelante la relación tan "sensible" que existe entre las variaciones de estas diferencias y las repercusiones que origina en las variaciones de la dirección del viento.

Pero además de estos observatorios, hemos tenido en cuenta otros situados próximos al Estrecho y a ambos lados del mismo, para conocer las relaciones entre las diferencias de presión y los vientos en el Estrecho. Se han tenido en cuenta datos de observatorios como Málaga, Ceuta, Cádiz y Jerez, llegando a la conclusión de que los que guardan una mayor correlación a nuestro propósito son los de Málaga-Jerez, con los que hemos realizado algunas comprobaciones entre las diferencias de presión entre ellos y las intensidades del viento de levante en el observatorio de Tarifa.

Cabe la pregunta de si es necesario un tiempo previo durante el cual sople el viento de una determinada dirección para que se establezca el dipolo, o bien se establece este flujo debido a la diferencia de presión. Según Scorer (1) para que exista un viento moderadamente intenso en

el Estrecho debe producirse esta diferencia apreciable de presión y es ésta la que origina el fuerte flujo del viento.

Hemos representado en las figuras 2 y 3 sendos diagramas en los que, en abscisas figuran las diferencias de presión habidas en los observatorios de Málaga y Jerez en observaciones sinópticas, y en ordenadas las velocidades del viento de levante observadas en el observatorio de Tarifa que nos servirá de referencia. Se aprecia una correlación significativa entre ambos parámetros con no excesiva dispersión de la nube de puntos con respecto a la recta de mejor adaptación representada en la figura. En el primer caso hemos utilizado solamente vientos observados con velocidades de 20 nudos o superiores, el índice de correlación es de 0,63 y para una diferencia de presión media de 2,75 HPa., corresponde una velocidad de casi 40

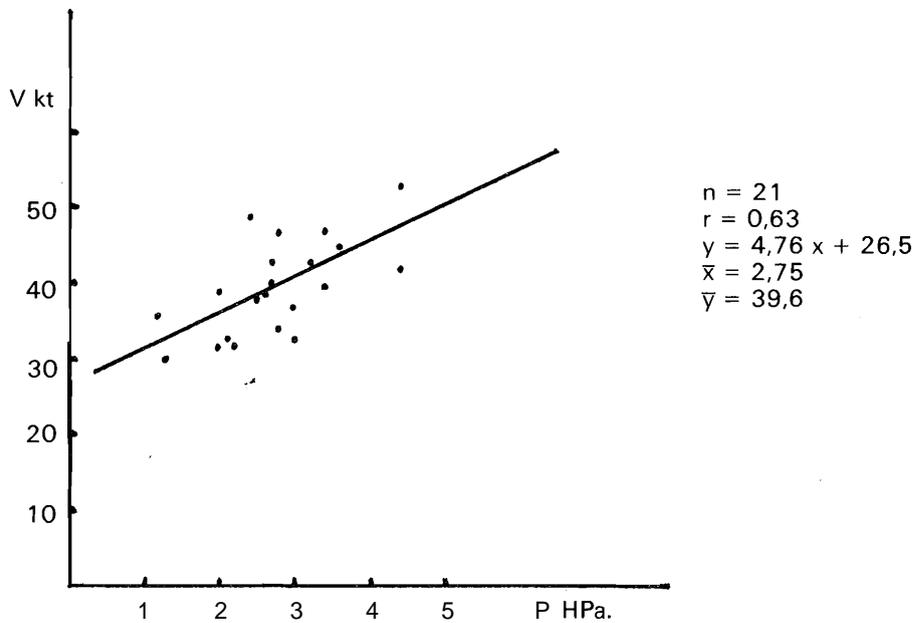


Figura 2. Relación entre las diferencias de presión entre los observatorios de Málaga y Jerez y la intensidad del viento de levante en Tarifa. Septiembre de 1977.

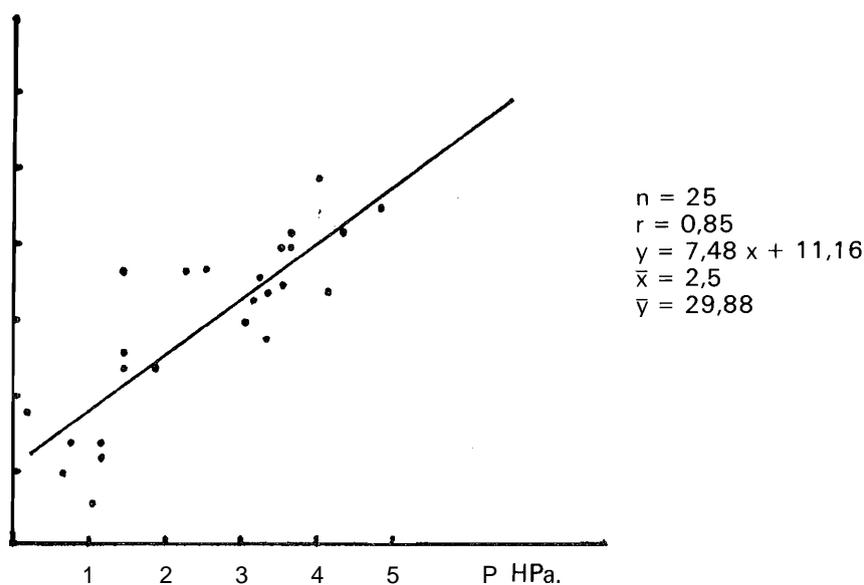
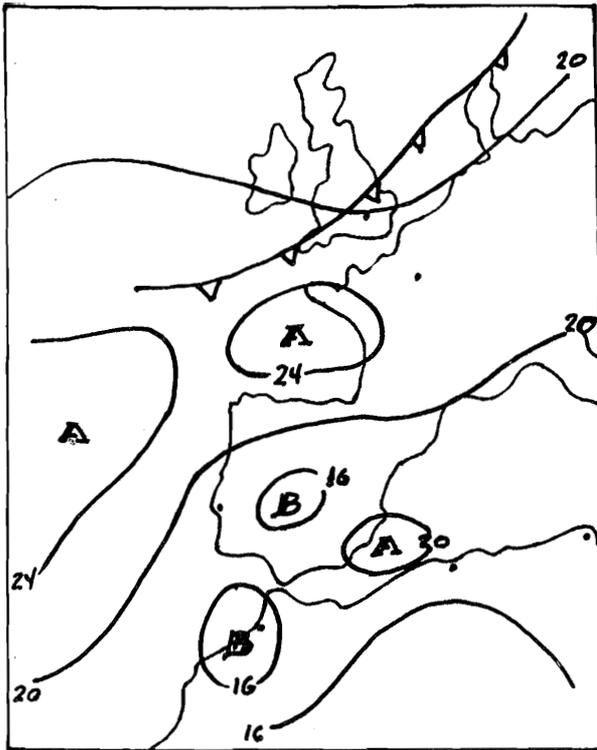
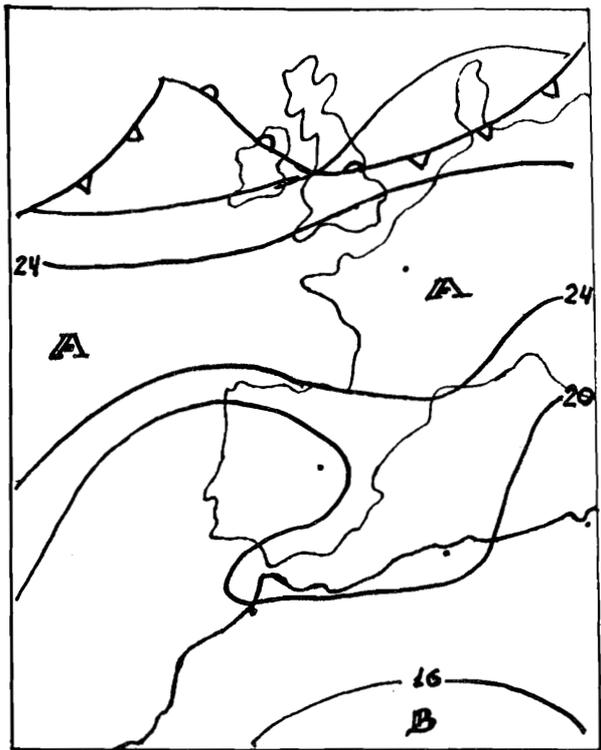


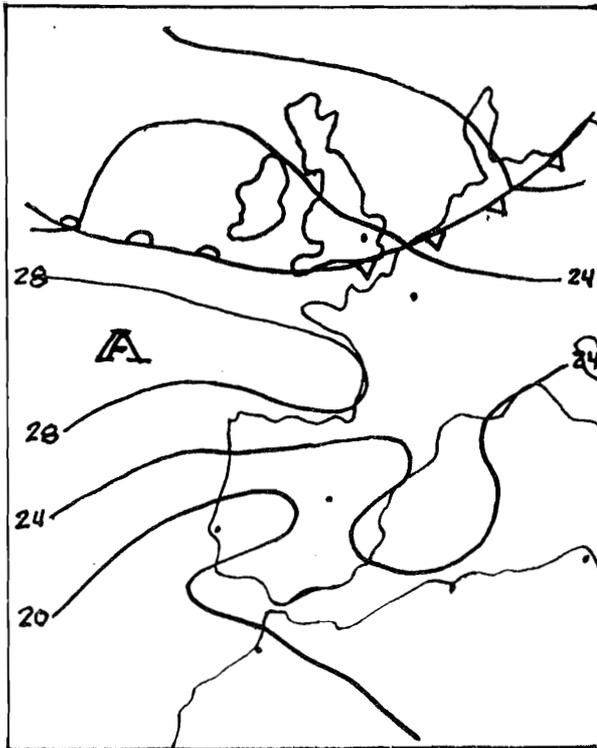
Figura 3. Relación análoga a la anterior. Junio de 1979.



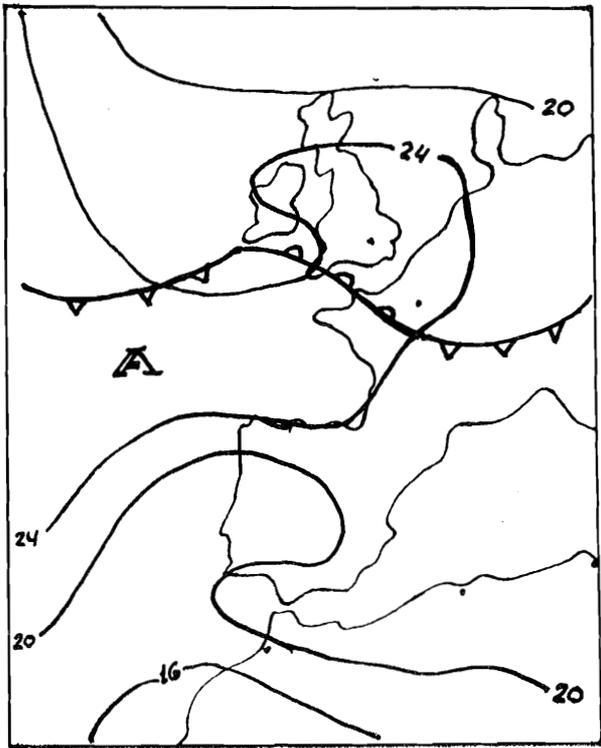
Día 5-09-77 (090° 47 kt)



Día 6-09-77 (090° 48 kt)



Día 7-09-77 (090° 53 kt)



Día 8-09-77 (090° 47 kt)

Figura 4. Análisis de superficie. 00 Z

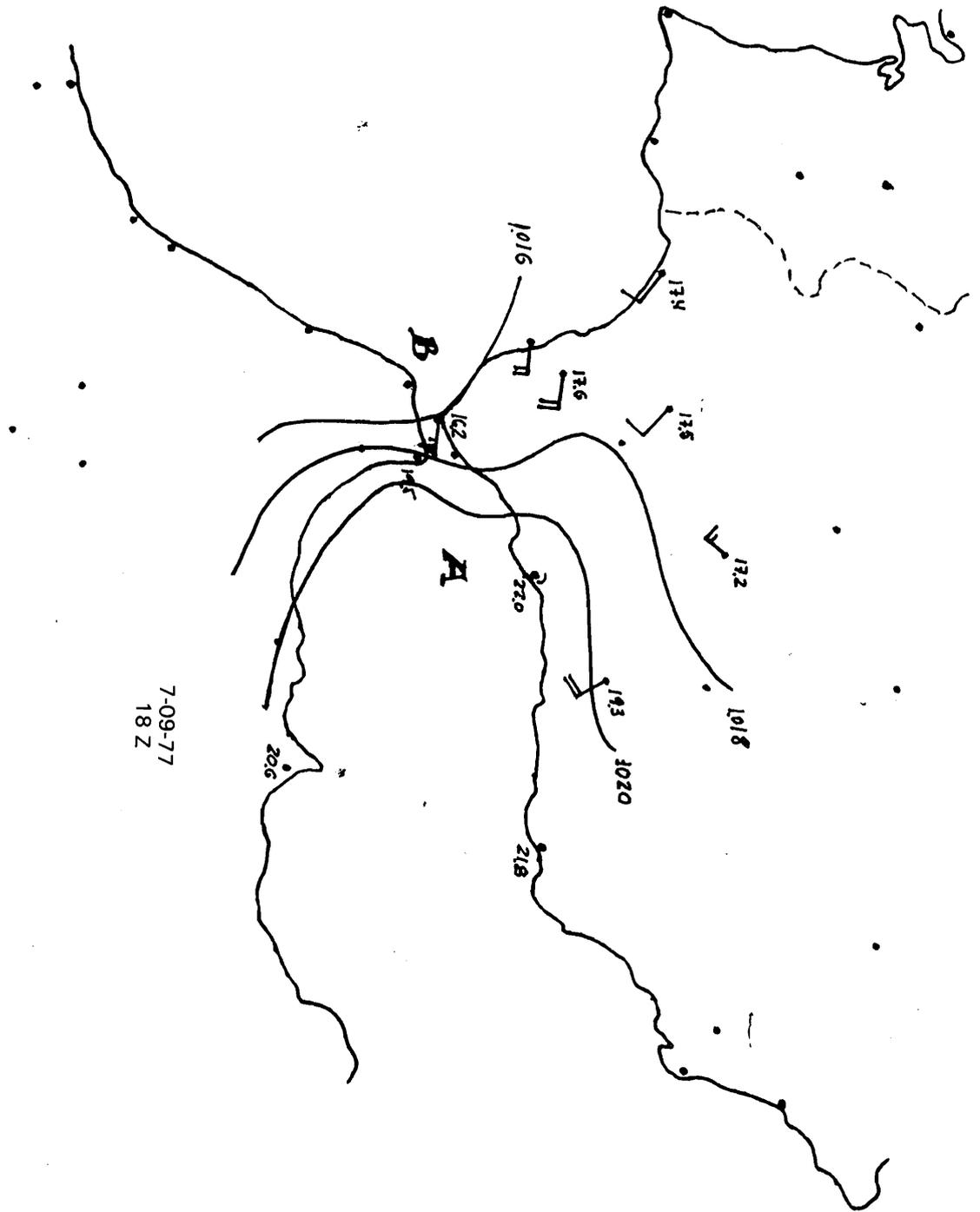


Figura 5.

nudos. En el segundo caso se han utilizado todas las observaciones en que existía viento de levante en Tarifa, cualquiera que fuese su velocidad; en este caso, que corresponde a una situación distinta a la anterior, el índice de correlación es superior al anterior (0,85) y para una diferencia media de 2,5 HPa., corresponde una velocidad de viento de levante de 30 nudos.

La figura 2 corresponde a una situación de vientos fuertes de levante que tuvo lugar, prácticamente sin interrupción durante los días 3 al 15 de septiembre de 1977. En la figura 4 hemos representado los análisis de superficie de algunos de esos días, indicando entre paréntesis el viento que sopló en el observatorio de Tarifa el día correspondiente.

A escala sinóptica no se aprecia el gradiente suficiente para justificar la existencia de tales intensidades, pero la formación del dipolo y el gradiente en el Estrecho se pueden apreciar en la figura 5, en la que se han trazado las isobaras de dos en dos milibares.

La figura 6, análoga a la 2 y 3 anteriores, representa la relación entre las diferencias de presión entre los observatorios de Gibraltar y Tánger y la intensidad de los vientos de levante en Tarifa. Las observaciones no corresponden a una situación determinada, son datos tomados durante el invierno de los años 88/89, en situaciones de levante, para conocer la mayor dispersión de puntos que lógicamente podían darse. Sin embargo nos encontramos con un índice de correlación elevado (0,80), para una diferencia de presión media de 2,16 HPa., corresponde una intensidad de viento de 29,5 nudos; como puede apreciarse, los puntos representados en la figura con una diferencia de presión superior a 2 HPa., presentan velocidades de viento de 30 nudos y superiores.

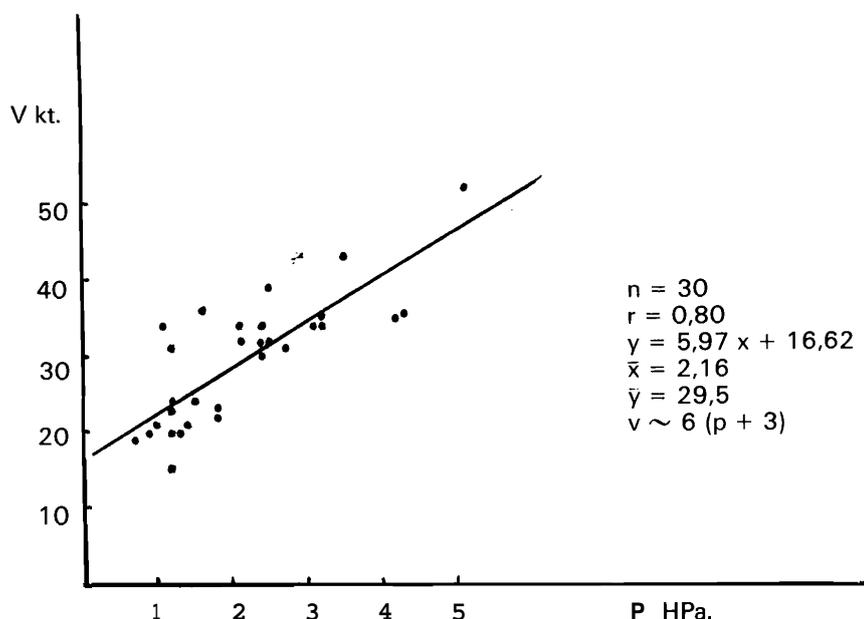


Figura 6. Relación entre las diferencias de presión entre los observatorios de Gibraltar y Tánger y la intensidad del viento de levante en Tarifa. Observaciones 1988/89.

Sin embargo existen puntos con una escasa diferencia de presión (algunos de 1 HPa.) a los que corresponden valores altos de la velocidad. Son situaciones de inestabilidad atmosférica, en las que la fuerte convección existente debilita la formación del dipolo, aunque en mayor o menor medida éste siempre estará presente.

Por otra parte, se ha observado que mientras las diferencias de presión entre los observatorios de Málaga-Jerez, presentan una cierta inercia, retrasándose o adelantándose con respecto a la dirección del viento en Tarifa, las diferencias entre Gibraltar-Tánger siguen fielmente las variaciones del viento, como más adelante tendremos ocasión de comprobar.

4. SITUACION DEL 12 Y 13 DE FEBRERO DE 1989 (TEMPORAL DE LEVANTE)

La situación del 12 y 13 de febrero de 1989 representa un ejemplo típico de temporal de levante, durante estos días se interrumpieron las comunicaciones por barco entre la Península y

el norte de Africa. Los vientos soplaron con fuerza media superior a los 40 nudos (ver tabla) y las rachas llegaron a superar los 70 nudos (día 12 a las 18 Z).

Las tres características que encontramos en esta situación son las siguientes:

a) Un fuerte gradiente bórico en las inmediaciones del Estrecho, la diferencia de presión media entre los observatorios de Gibraltar y Tánger es de 3,5 a 4 HPa.).

b) Los sondeos muestran un viento de levante a todos los niveles, originado por la disposición de los centros de presión situados entre la Península (alta), y la zona occidental de Marruecos, a la altura de Canarias (baja).

c) La disposición de las isotermas al nivel de 850 HPa, nos indica una masa algo más fría y por tanto más densa en la parte oriental del Estrecho que en la occidental, lo que contribuye a incrementar el flujo de levante. La baja existente en las proximidades de Canarias, tanto en superficie como en altura es un factor a tener en cuenta en estas situaciones.

VIENTOS EN TARIFA

(12-02-89)	(13-03-89)
06 Z 090° 44/69 kt.	06 Z 090° 43/64 kt.
09 Z 100° 44/68 kt.	09 Z 090° 42/61 kt.
12 Z 100° 42/69 kt.	12 Z 090° 39/62 kt.
15 Z 100° 45/69 kt.	
18 Z 100° 51/71 kt.	

DIFERENCIAS DE PRESION (Gibraltar-Tánger)

Día 12 a 12 Z 3,9 HPa.

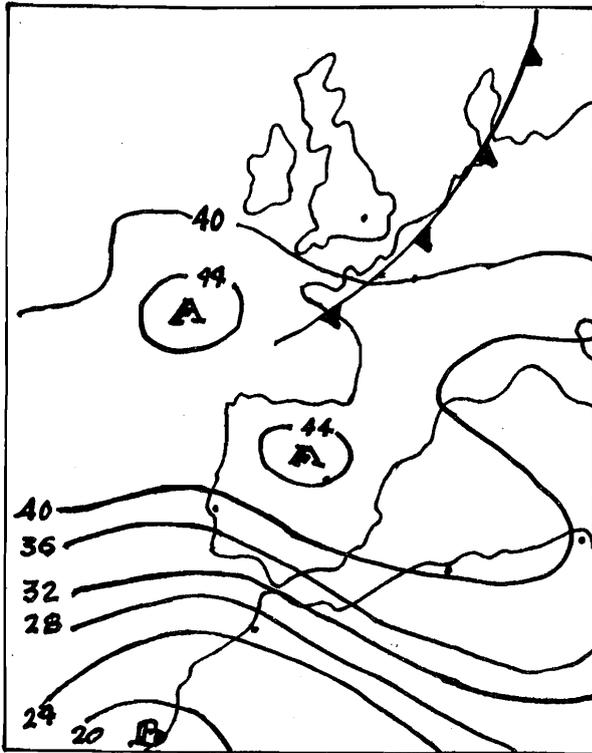
Día 12 a 18 Z 3,4 HPa.

VIENTOS EN ALTURA (tomados de los sondeos de Gibraltar)

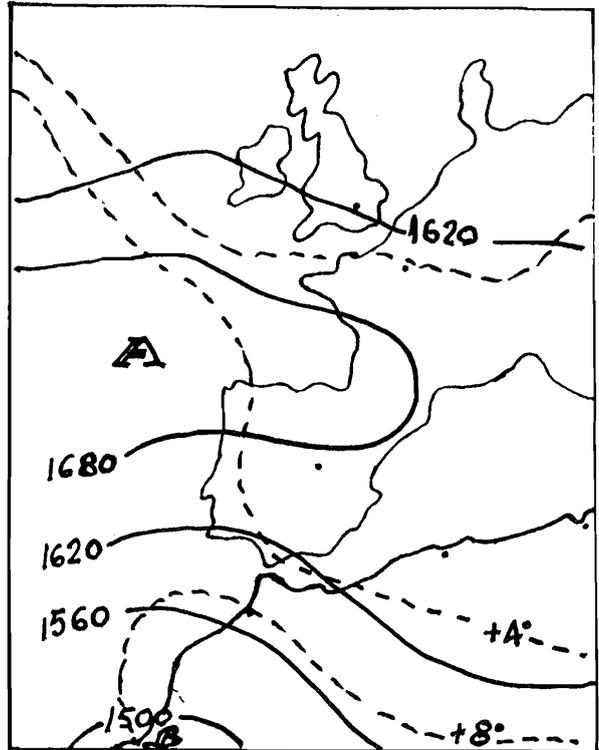
(12-02-89) a, 12 Z		(13-02-89) a 00 Z	
Supf.	100° 30 kt.	Supf.	100° 30 kt.
1000 Hpa.	095° 43 kt.	1000 HPa.	095° 42 kt.
930 HPa.	095° 46 kt.	939 HPa.	100° 42 kt.
850 HPa.	105° 41 kt.	850 HPa.	105° 32 kt.
800 HPa.	105° 36 kt.	800 HPa.	100° 29 kt.
700 HPa.	090° 24 kt.	780 HPa.	095° 29 kt.
600 HPa.	065° 17 kt.	710 HPa.	110° 32 kt.
500 HPa.	015° 11 kt.	700 HPa.	110° 32 kt.
		500 HPa.	070° 46 kt.

5. CAMBIO DE LA DIRECCION DEL VIENTO

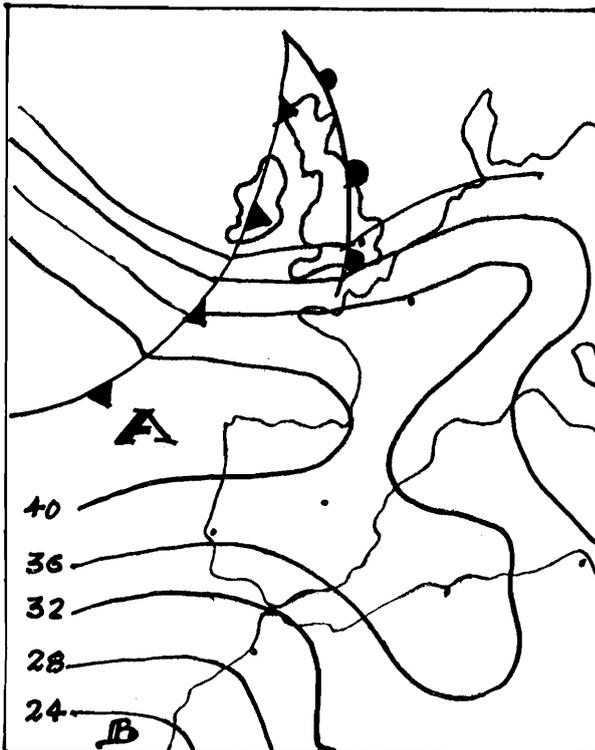
Más interés que el estudio de situaciones típicas, a efectos de predicción, la tienen aquellas que evolucionan para un cambio en la dirección del viento (paso de levante a poniente o viceversa), de las que expondremos algunos ejemplos.



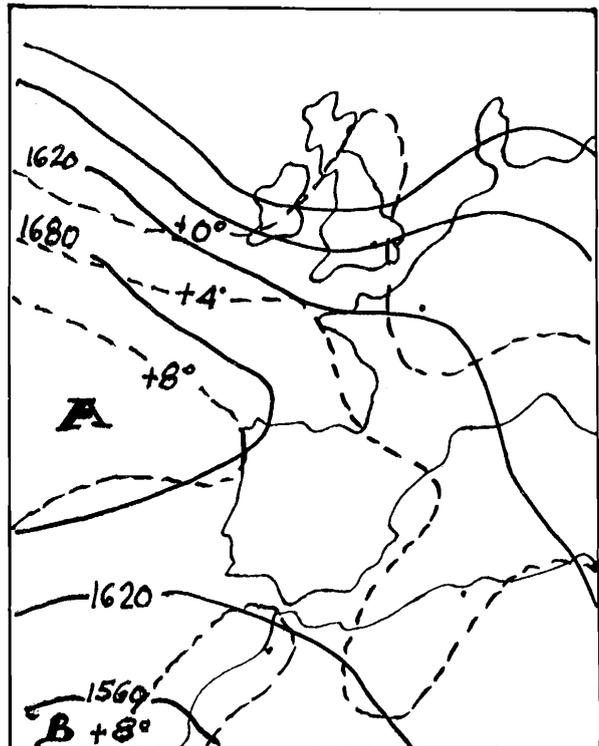
a) Supf. 12-02-89 12 Z



b) 850 HPa. 12-02-89 12 Z



c) Supf. 13-02-89 12 Z



d) 850 HPa. 13-02-89 12 Z

Figura 7.

5.1. Situación del día 20 de febrero de 1989

El día 19 de febrero Tarifa presenta viento de levante, a las 12 horas Z (véase cuadro adjunto), la intensidad del mismo era de 31 nudos con rachas de 43 y una diferencia de presión entre Gibraltar y Tánger de 2,4 Hpa.; por otra parte, la situación sinóptica presenta un centro de altas presiones en el Mediterráneo y aunque el gradiente es débil, el dipolo se configura con las altas presiones a la derecha de la embocadura del Estrecho. A las 06 horas del día 20, el anticiclón se ha reducido en extensión y aunque sigue influyendo en la presión del Estrecho, la presencia de un frente de carácter frío, todavía algo alejado deja sentir su influencia y así nos encontramos que a esa hora, el viento de levante había disminuido en intensidad, así como la diferencia de presión.

El análisis del día 20 a las 12 horas nos presenta una baja relativa en el Mar de Alborán y el de 850 Hpa., muestra una masa más fría acercándose por el oeste, consecuencia del frente frío próximo. Es con esta situación cuando se produce el cambio de la dirección del viento de levante a poniente, con cambio también en el signo de la diferencia de presión.

En cuanto a los vientos en altura, puede observarse cómo los vientos de poniente se presentan en cada sondeo a niveles más bajos, como si el cambio en la dirección fuera propagándose desde los niveles altos hacia el suelo (dentro de las capas bajas que consideramos). Así, el día 19 a las 12 horas el viento del SW aparece a los 723 Hpa., el día 20 a las 00 horas a 850 Hpa., y ya el 20 a las 12 es de componente oeste a todos los niveles de la baja atmósfera.

Situación 20-02-89 Día 19-02-89

<u>Viento en Tarifa</u>	<u>Dif. de Pres. (Gbrz.-Tánger)</u>
12 Z 090° 31/43 kt.	2,4 HPa.
18 Z 100° 20/43 kt.	1,1 HPa.

Día 20-02-89

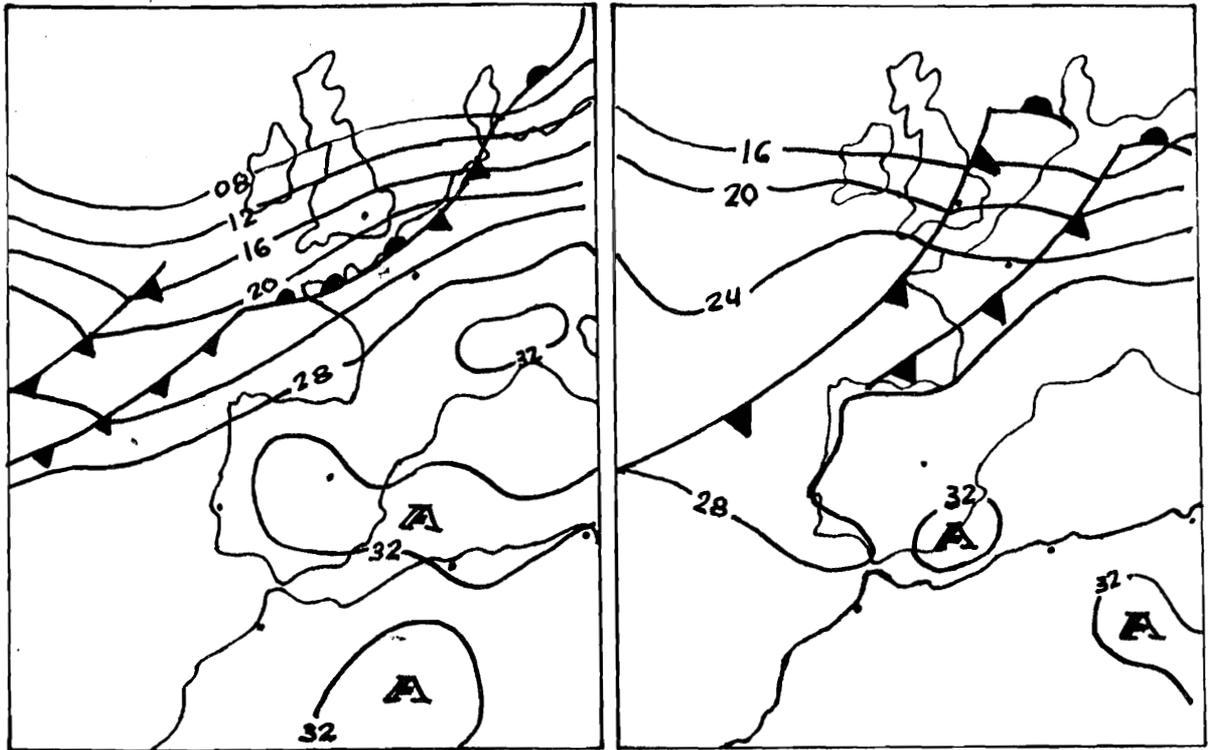
06 Z 100° 07 kt.	0,3 HPa.
09 Z 070° 07 kt.	0,8 HPa.
12 Z 300° 07 kt.	-0,4 HPa.
18 Z 290° 14 kt.	-0,8 HPa.

Vientos en altura (Sondeos de Gibraltar)

<u>Día 19 a 12 Z</u>		<u>Día 20 a 00 Z</u>	
Supf.	070° 08 kt.	Supf.	Calma
1000 HPa.	080° 14 kt.	1000 HPa.	080° 11 kt.
925 HPa.	100° 18 kt.	995 HPa.	080° 11 kt.
850 HPa.	130° 16 kt.	925 HPa.	110° 08 kt.
800 HPa.	160° 08 kt.	920 HPa.	110° 08 kt.
785 HPa.	180° 06 kt.	850 HPa.	210° 10 kt.
723 HPa.	210° 08 kt.		

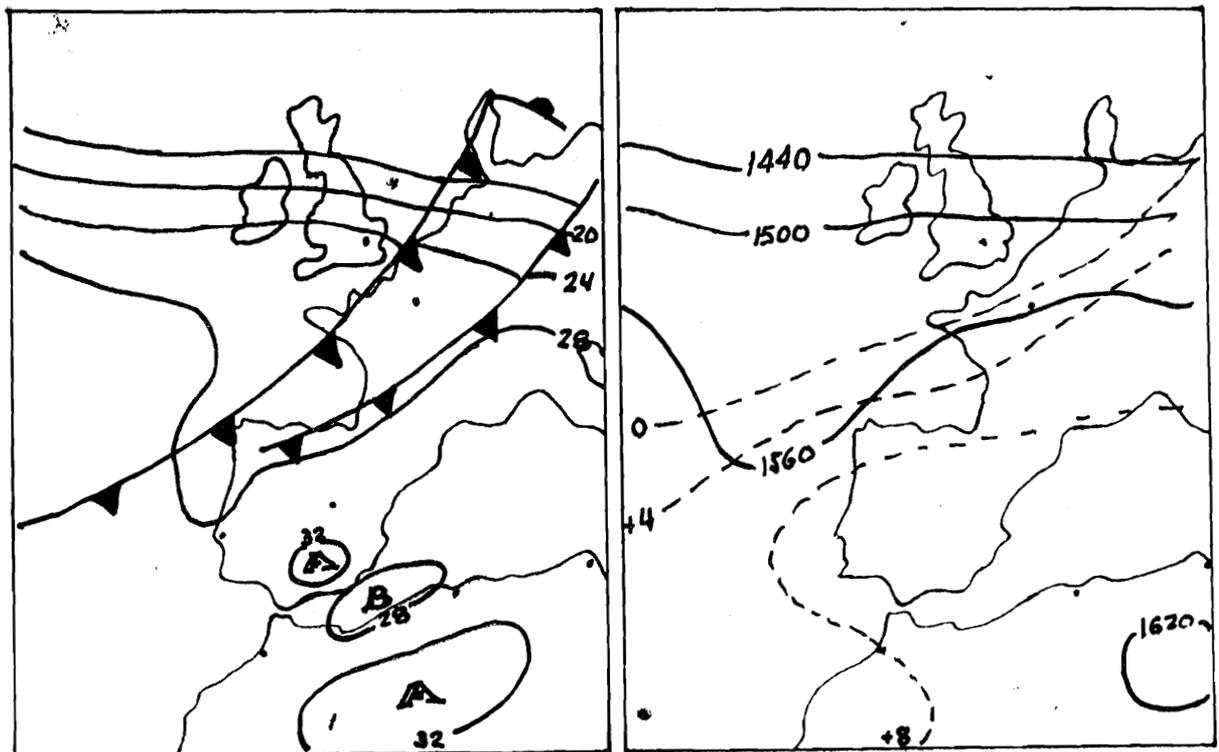
Día 20 a 12 Z

Supf.	260° 08 kt.
1000 HPa.	320° 12 kt.
988 HPa.	320° 12 kt.
940 HPa.	255° 12 kt.
906 HPa.	265° 07 kt.
850 HPa.	290° 12 kt.



a) Supf. 19-02-89 12 Z

b) Supf. 20-02-89 06 Z



c) Supf. 20-02-89 12 Z

d) 850 HPa. 20-02-89 12 Z

Figura 8.

5.2. Situación del 26 de enero de 1989

Durante los días 24 y 25 existe una situación de levante moderado en el Estrecho. Los vientos en superficie registrados en Tarifa durante los días 25 y 26 están especificados en la tabla adjunta, así como los vientos en altura, hasta 700 Hpa., tomados de los sondeos de Gibraltar. El día 25 las observaciones de viento en Tarifa indican una velocidad media comprendida entre los 22 y 26 nudos con rachas de 33. El frente frío aún está algo alejado del Estrecho, las isobaras cercanas presentan prácticamente dirección sur-norte y el dipolo claramente indicador de un viento de levante.

Al día siguiente 26, en la observación de las 06 horas de la mañana, el viento continúa soplando de levante con valores medios de velocidad de 30 nudos. A las 12 horas (ver mapa) el frente débil llega al Estrecho, el viento ha girado ya al SSE, debido probablemente al movimiento relativo del cónveyor próximo, pasando a ser claramente del SW por la tarde, pasado el frente.

En cuanto a los vientos en altura, presentamos los valores de dirección y velocidad en las capas bajas procedentes de los sondeos de Gibraltar. A las 00 horas del día 26, las capas bajas (hasta 939 Hpa.) presentan viento de levante, con giro hacia el SE a 850 Hpa., y del SW a 800. Este giro de los vientos hacia el sur suroeste en las capas bajas pueden ser precursores del cambio de vientos en superficie. Esta variación, pensamos, puede producir una advección cálida que haga disminuir la densidad de la masa de aire y por lo tanto la importancia del dipolo. En los registrados el día 26 a las 12 horas se observa una variación de la dirección de los vientos, del SW, S y SE propagándose hacia las capas bajas.

El día 27 a las 00 horas tienden a restablecerse los vientos de levante, siendo a 700 Hpa., la dirección de 090 grados.

SITUACION 26 de enero de 1989 Vientos en Superficie (Observatorio de Tarifa)

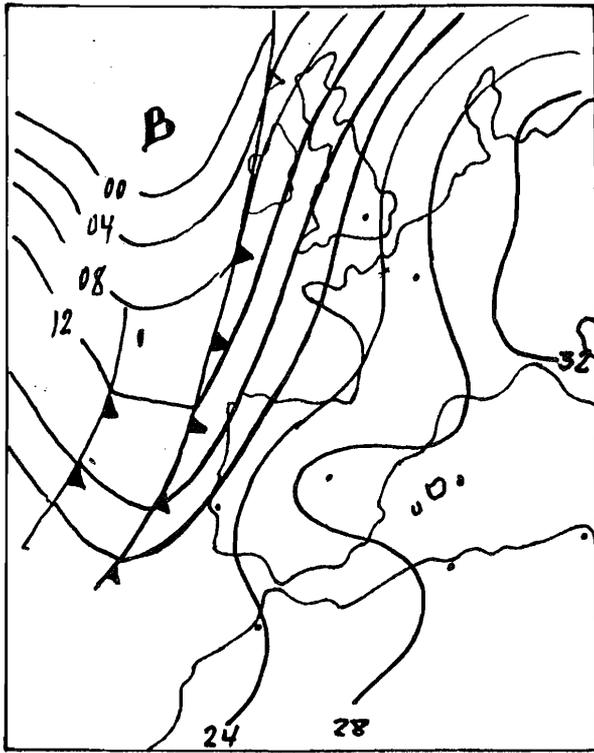
<u>Día 25</u>	<u>Día 26</u>
06 Z 100° 24 kt.	100° 30/42 kt.
12 Z 100° 23/31 kt.	160° 10/41 kt.
15 Z 100° 26/33 kt.	220° 10 kt.
18 Z 110° 24 kt.	210° 14 kt.
	<u>Día 27</u>
	06 Z 050° 04 kt.
	15 Z 090° 14 kt.
	18 Z 090° 14 kt.

Vientos en altura (Sondeos de Gibraltar)

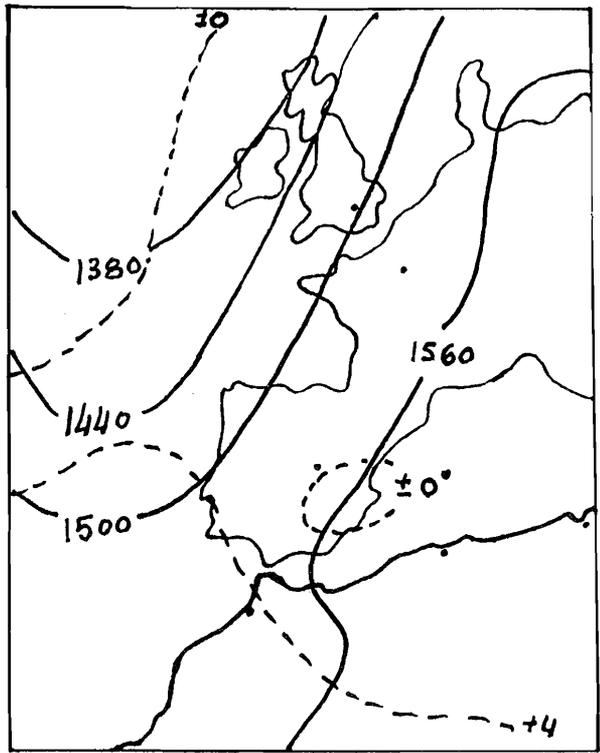
<u>Día 26 a 00 Z</u>		<u>Día 26 a 12 Z</u>	
Supf.	090° 15 kt.	Supf.	150° 08 kt.
1000° HP.	100° 15 kt.	1000° HPa.	145° 15 kt.
930 HP.	110° 15 kt.	980 HPa.	145° 15 kt.
850 HP.	140° 12 kt.	899 HPa.	165° 22 kt.
800 HP.	200° 10 kt.	850 HPa.	170° 19 kt.
700 HP.	210° 15 kt.	814 HPa.	185° 17 kt.
		740 HPa.	225° 23 kt.

Día 27 a 00 Z

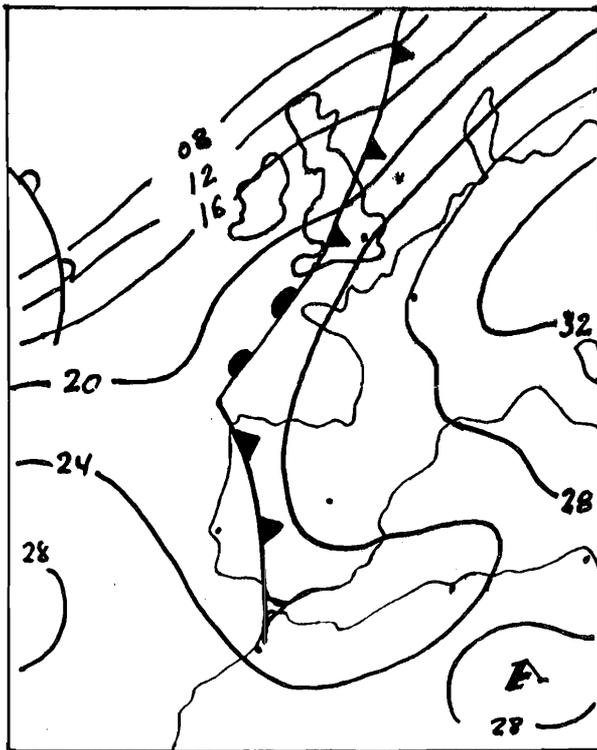
Supf.	040° 10 kt.
1000 HPa.	040° 15 kt.
900 HPa.	030° 10 kt.
850 HPa.	040° 10 kt.
830 HPa.	060° 10 kt.
700 HPa.	090° 15 kt.



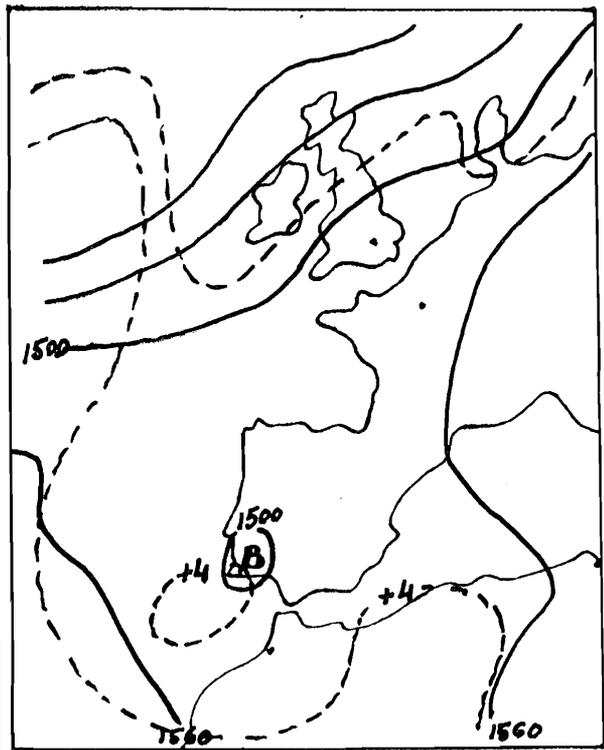
a) Supf. 25-01-89 12 Z



b) 850 hPa. 25-01-89 12 Z



c) Supf. 26-01-89 12 Z



d) 850 hPa. 26-01-89 12 Z

Figura 9.

5.3. Situaciones del 21 al 29 de marzo de 1989

Estudiaremos, por su interés, las situaciones de viento que tuvieron lugar en el Estrecho durante el período del 21 al 29 de marzo de 1989. En este período se sucedieron varios cambios en la dirección del viento en el observatorio de Tarifa, en realidad fueron vientos flojos, exceptuando los levantes que soplaron los días 25, 26 y 27, los dos primeros de estos días lo hicieron con fuerza de temporal.

En la tabla adjunta se indican las direcciones y velocidades del viento registradas en el observatorio de Tarifa a las 12 horas Z, así como la diferencia de presión existente a esa misma hora en los observatorios de Gibraltar y Tánger:

Días	Viento en Tarifa	Dif. de Pres. (Gibraltar-Tánger)
21	260° 14 kt.	-01,7 ¹ HPa
22	270° 03 kt.	-0,3 HPa. (09,00)
23	090° 19 kt.	1,0 HPa.
24	290° 08 kt.	-1,2 HPa.
25	090° 37/46 kt.	2,3 HPa.
26	090° 31/43 kt.	2,0 HPa.
27	090° 20 kt.	0,4 HPa.
28	260° 16 kt.	-1,1 HPa.
29	330° 04 kt.	0,1 HPa.

En la figura 10, se han representado los mapas previstos correspondientes a los días 22, 23 así como el análisis y previsto del día 25. La predicción realizada el día 21, para ese día y para el día siguiente 22, indicaba "levante moderado en el Estrecho". Pensamos que a la vista del mapa previsto (el mapa del día anterior era similar), puede apreciarse aun la existencia de un dipolo cuyas altas presiones se sitúan del lado oeste del Estrecho y por tanto no se debe pronosticar viento de levante. El levante, con carácter moderado y efímero aparece el día 23, y como el modelo indica, la isobara de 1028 HPa., penetra ya en el norte de Africa realizando una curvatura pronunciada y tomar dirección ESE hasta salir al Atlántico. De todas formas la situación es de escaso gradiente; este día solamente sopló levante moderado a las 12 y 15 Z, fue flojo y variable las restantes horas de observación e incluso al día siguiente, 24, varió a poniente flojo.

Sin embargo, el día 25 comienza a soplar levante con fuerza de temporal; el día 24 a las 18 Z soplaban poniente flojo y el 25 a las 06 la observación de Tarifa indicaba 090° 28/39 nudos. Los mapas sinópticos no reflejan gradiente bórico apreciable, pero observamos que la isobara de 1020 HPa., presenta una dirección SE-NW cruzando el Estrecho y configura un dipolo con altas presiones a la derecha. Esto puede hacernos pensar que a mesoscala, en las inmediaciones del Estrecho, el gradiente puede ser apreciable. De hecho ese día la diferencia de presión entre Gibraltar y Tánger llegó a ser de 2,7 HPa.

El día 27 se mantiene el viento de levante, pero ya con carácter moderado, merced a un núcleo de altas presiones relativas como se aprecia en el mapa a escala sinóptica. La proximidad de un frente frío acercándose al Estrecho nos indica el giro de vientos que va a producir de levante a poniente. Así las direcciones y velocidades de este día por la tarde fueron las siguientes:

Día 27 a 15 Z 090° 20/32 kt.
a 18 Z 230° 07 kt.

El mapa correspondiente al día 28 nos indica claramente una situación de poniente.

En cuanto a los vientos en altura, que adjuntamos, no son muy representativos, ya que su intensidad es pequeña, en algunos casos prácticamente calmas. No obstante llamamos la atención sobre los sondeos correspondientes al día 27 en que tuvo lugar el giro de vientos en superficie hacia poniente.

Vientos en altura (Sondeos de Gibraltar)

Día 23 a 12 Z

Supf.	130° 08 kt.
1000° HPa.	110° 06 kt.
928 Hpa.	060° 17 kt.
925 HPa.	060° 17 kt.
850 HPa.	055° 21 kt.
700 HPa.	020° 22 kt.

Día 24 a 00 Z

Supf.	260° 05 kt.
1000 HPa.	nil.
988 HPa.	310° 10 kt.
925 HPa.	350° 11 kt.
919 HPa.	350° 11 kt.
850 HPa.	005° 15 kt.
727 HPa.	010° 08 kt.

Día 24 a 12 Z

Supf.	110° 02 kt.
1000 HPa.	270° 03 kt.
925 HPa.	270° 04 kt.
919 HPa.	270° 04 kt.
850 HPa.	305° 04 kt.
800 HPa.	340° 05 kt.
720 HPa.	020° 09 kt.
700 HPa.	020" 12 kt.

Día 25 a 00 Z

Supf.	050° 02 kt.
1000 HPa.	055° 07 kt.
925 HPa.	070° 04 kt.
850 HPa.	135° 07 kt.
800 HPa.	140° 05 kt.
700 HPa.	015° 03 kt.

Día 27 a 00 Z

Supf.	100° 03 kt.
1000 HPa.	nil
979 HPa.	090° 09 kt.
925 HPa.	090° 16 kt.
911 HPa.	090° 16 kt.
850 HPa.	145° 16 kt.
700 HPa.	215° 23 kt.

Día 27 a 12 Z

Supf.	120° 05 kt.
1000 HPa.	
975 HPa.	080° 13 kt.
925 HPa.	090° 09 kt.
911 HPa.	145° 04 kt.
850 HPa.	210° 21 kt.

CONCLUSIONES

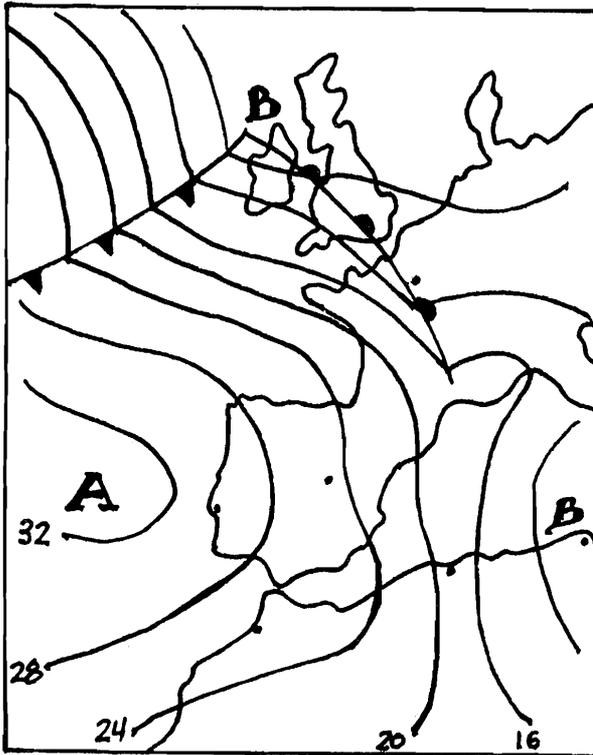
a) La formación del dipolo orográfico en el Estrecho se produce con gran frecuencia y se manifiesta principalmente, sobre todo con vientos de levante, por una diferencia de presión apreciable a ambos lados del mismo.

b) Si la situación atmosférica es de estabilidad, el efecto apreciable de estancamiento y la diferencia de densidades a uno y otro lado del Estrecho, produce acusadas diferencias de la presión, el dipolo está bien consolidado. Si las condiciones son de inestabilidad, pueden existir vientos de una cierta intensidad sin que la diferencia de presión sea grande. El dipolo en estas condiciones no es tan fuerte, pero efectivamente existe.

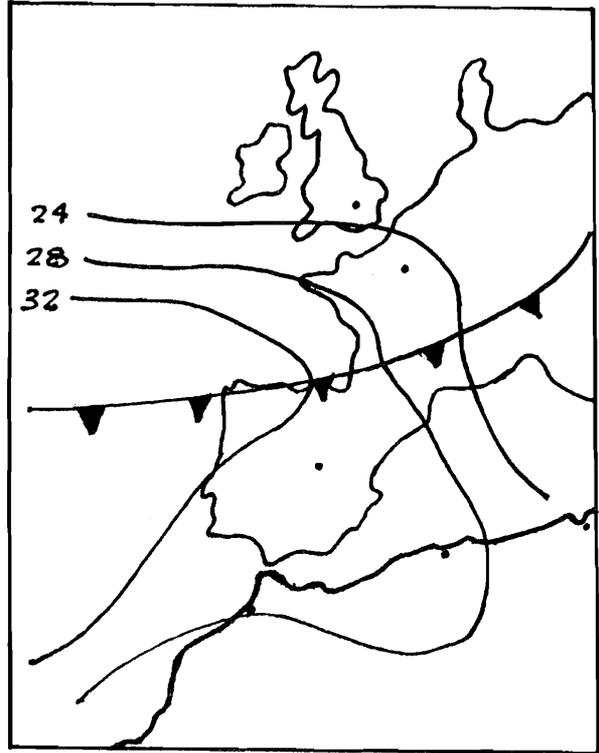
c) Es condición suficiente para que existan vientos fuertes en el Estrecho la existencia de esta diferencia de presión a ambos lados del mismo.

d) Para ayudarnos en el pronóstico de la formación y evolución de los fuertes vientos en el Estrecho, es importante estar atentos a la formación del "dipolo", evolución de las diferencias de presión y observación de los vientos en altura en las capas bajas, ya que un cambio en la dirección de estos puede inducir el cambio en superficie.

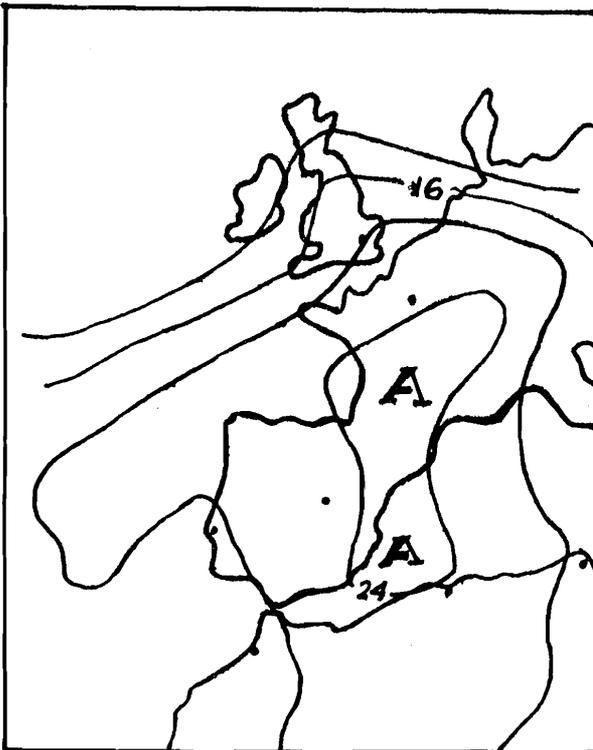
e) En superficie, un trazado de isobaras en los mapas previstos, en dirección SE-NW cruzando el Estrecho, producen un fuerte dipolo aunque el gradiente bórico no sea muy ostensible.



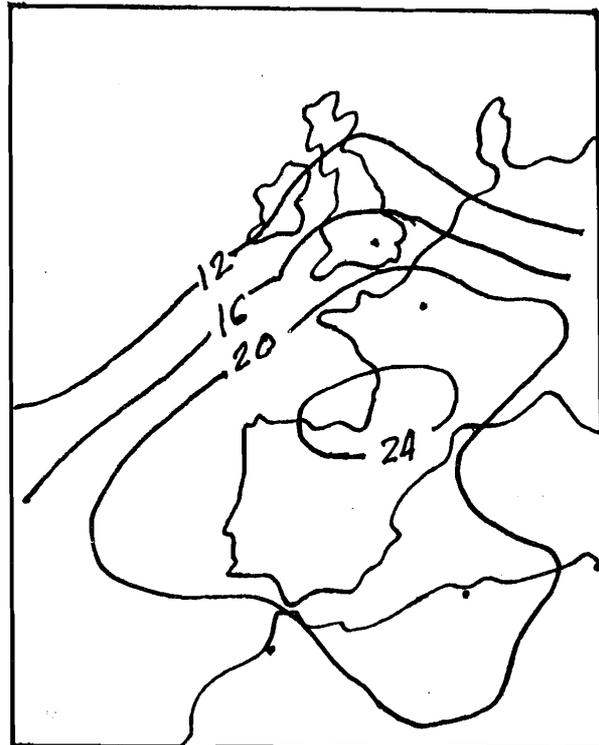
a) Supf. Prev. 22-03-89 00 Z



b) Supf. Prev. 23-03-89 06 Z

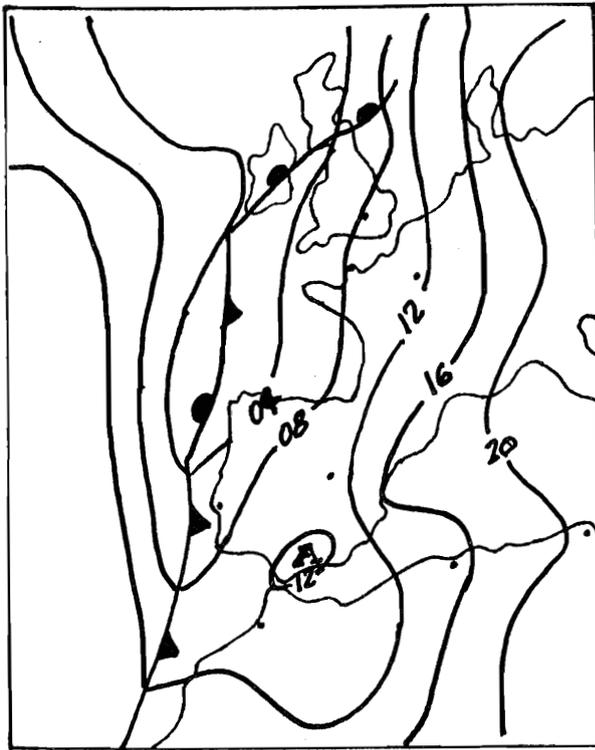


c) Supf. Prev. 25-03-89 12 Z

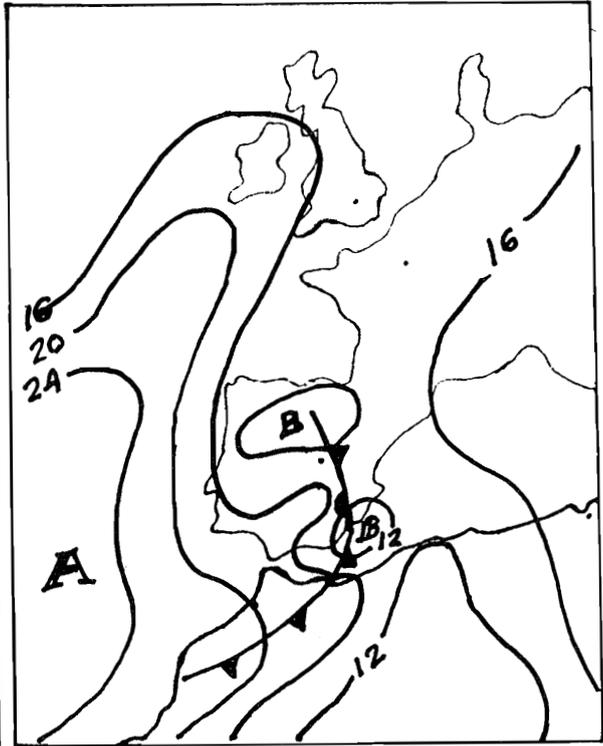


d) Análisis 25-03-89 12 Z

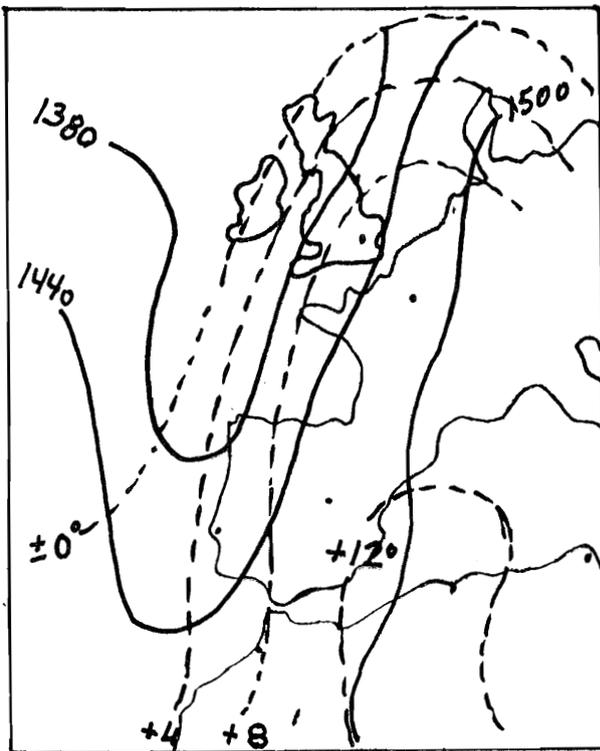
Figura 10.



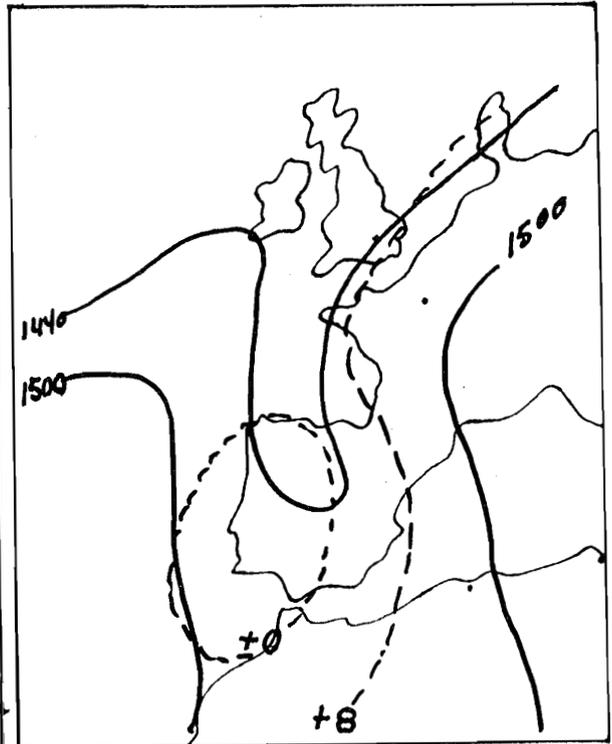
a) Supf. 27-03-89 12 Z



b) Supf. 28-03-89 12 Z



c) 850 HPa. 27-03-89 12 Z



d) 850 HPa. 28-03-89 12 Z

Figura 11.

BIBLIOGRAFIA

- (1) **Scorer, R.S.** *Mountain-Gap winds*; a study of surface wind at Gibraltar. Royal Meteorological Society London. Jan. 1952.
- (2) **Sánchez Gallardo, F.** *El potencial de Montgomery como ayuda a la predicción de los temporales de levante en el Estrecho de Gibraltar*. Notas de Predicción. I.N.M. 1985.
- (3) **L.G.P.** *La meteorología en las montañas*. Estancamiento y Foehn. C.M.F. 1963.
- (4) **Font, I.** *Climatología de España y Portugal, I.N.M. 1983.*
- (4) **Medina, M.** *Teoría de la predicción meteorológica*. Serie B. Textos I.N.M. 1984.