

LA GOTA FRÍA DEL 6 DE ENERO DE 1989. EVOLUCIÓN Y ACTIVIDAD

Francisco Avila Rivas (Meteorólogo Técnico)
Enrique Martín García (Meteorólogo Superior)
Lorenzo López Muñoz (Meteorólogo Superior)

G.P.V. DE SEVILLA

1. INTRODUCCION

La gota fría es un fenómeno meteorológico muy importante por cuanto es el responsable de repentinos cambios de tiempo, a veces de muy difícil predicción, tanto en su formación y evolución, como en su intensidad.

El término empleado se ha hecho tristemente popular con ocasión de las inundaciones que ha provocado, durante los últimos años, en el País Vasco y en casi todo el litoral mediterráneo.

Sin embargo, su actuación en nuestra geografía es secular, siendo la responsable de una parte muy importante del total de lluvias del Levante y Sur peninsular, así como —en parte— de la erosión de su suelo, provocada por la escorrentía generada por la torrencialidad de las precipitaciones.

Se ha escogido esta situación, del 6 al 12 de enero de 1989, por tres motivos:

1.º Por el origen y desplazamiento tan raro y retrógrado de la gota.

2.º Por su aparición: intercalada en un largo e igualmente excepcional período de sequía (más acusada en la España verde) provocada por una persistente situación de bloqueo. Al tratarse de una situación reciente, se ha podido recopilar suficiente información para analizar la bondad de los diversos modelos numéricos de predicción utilizados en el trabajo rutinario de los predictores.

3.º Por su posterior conversión en "gota fría vía sur" (1). Perturbación objeto de estudio, predicción y vigilancia en este G.P.V., por sus consecuencias adversas, de todos conocidas.

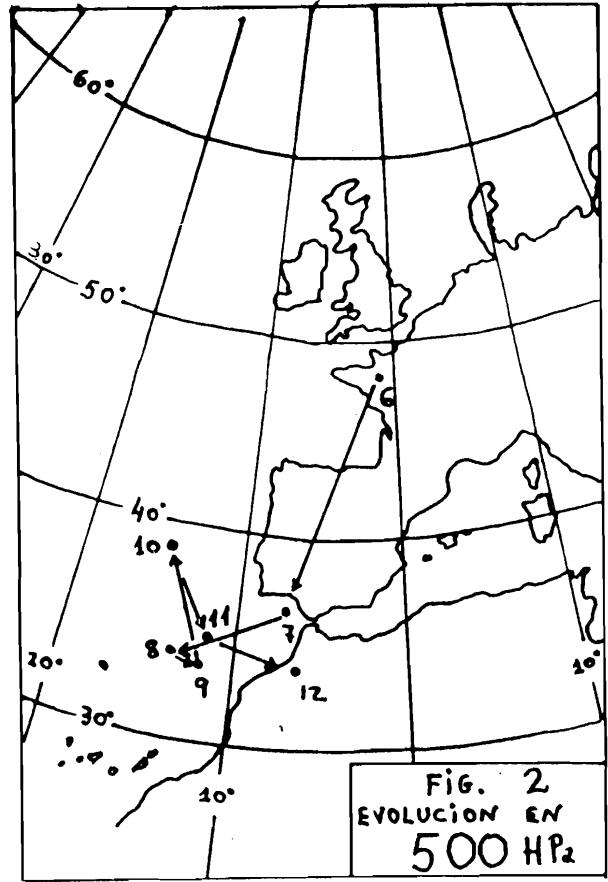
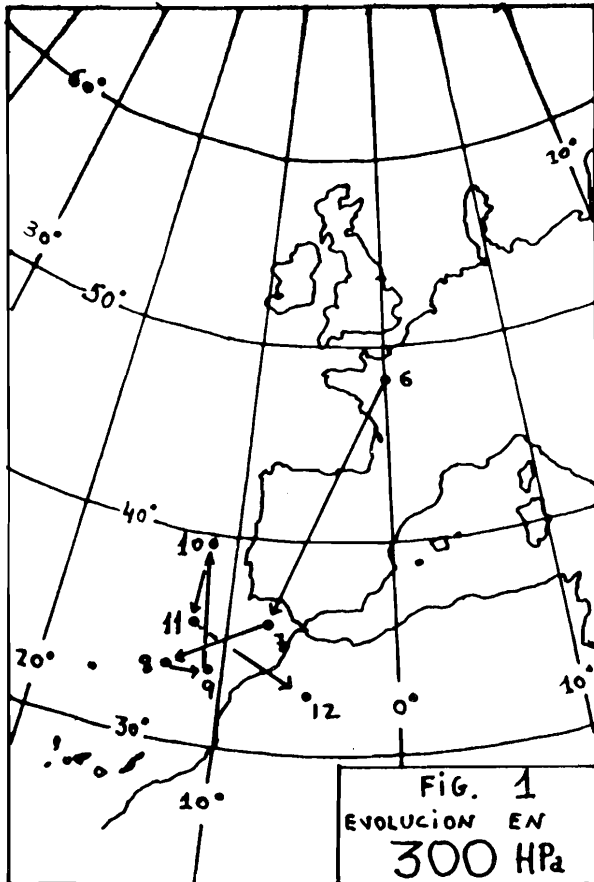
Antes de seguir conviene hacer síntesis sobre las **características de las gotas frías**:

Se denomina gota fría a una gran burbuja de aire frío en las capas altas de la atmósfera, asociada a un mínimo barométrico, con gradientes térmicos y barométricos en el mismo sentido. Las isotermas suelen estar, aproximadamente, concéntricas con las isohipsas, coincidiendo —frecuentemente— el mínimo hipsométrico con el núcleo frío.

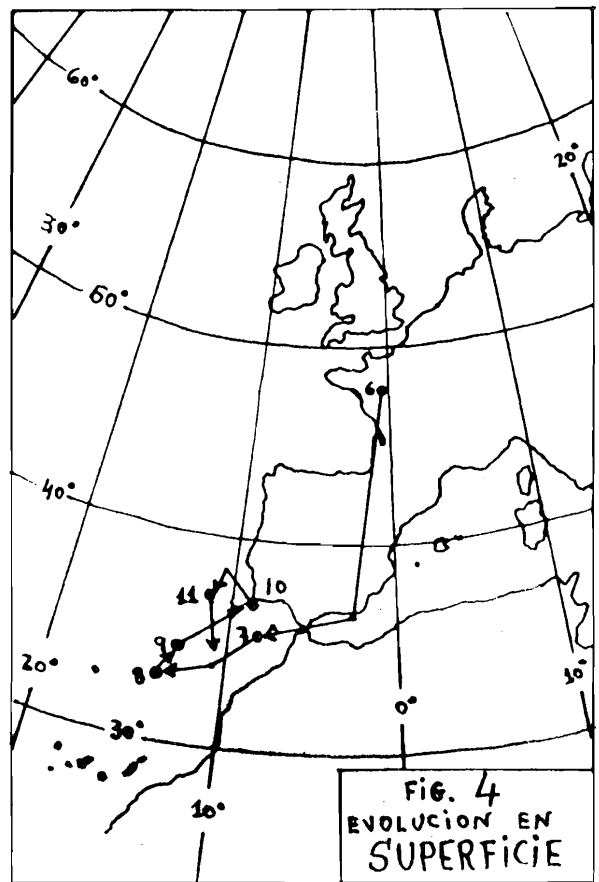
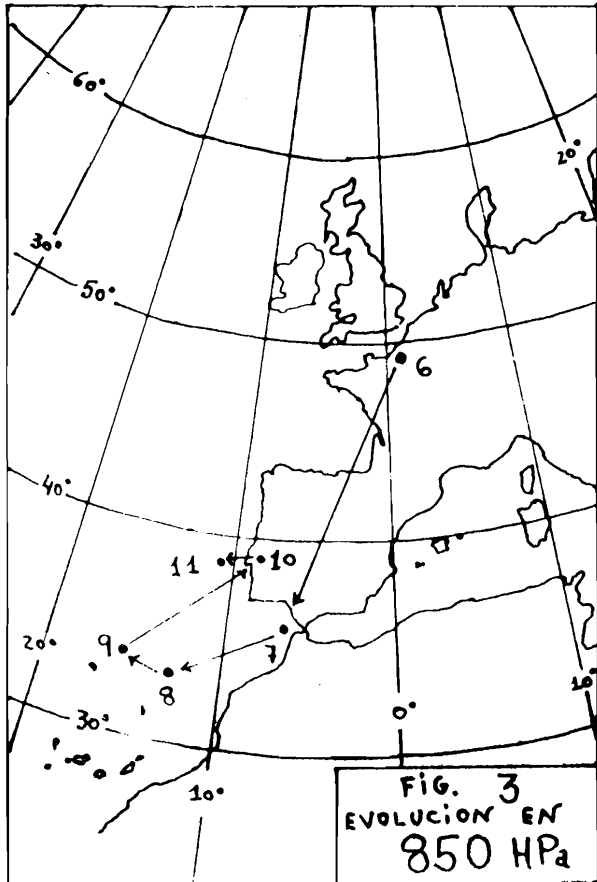
Su origen se debe —generalmente— al estrangulamiento de una pronunciada vaguada en altos niveles (aprox. 300 hPa), cuando la corriente en chorro se bifurca en un proceso, denominado por algunos autores, de "arrollamiento". Dicha CCH deja de ser esencialmente zonal y adquiere una gran componente meridiana. El vértice ciclónico termina por quedar aislado (con un ramal de la CCH a su alrededor) como consecuencia del reajuste de las ondas largas de la circulación general. La configuración final suele quedar como situación de bloqueo.

Por ello se ha propuesto la denominación de "depresión aislada de altos niveles" (DAN), que usaremos en adelante por ser más correcta que la de gota fría.

La perturbación creada en altura induce la formación de depresión a niveles más bajos, reflejándose rápidamente en la topografía de 500 hPa, e incluso —no siempre— en superficie. En el caso que aquí se estudia, la circulación era ciclónica a todos los niveles, por lo que entra en



SITUACION DEL MÍNIMO BAROMETRICO (DEL 6 AL 12 DE ENERO DE 1989)



la categoría de **DEPRESION FRIA**. El eje de la circulación ciclónica permaneció casi vertical durante todo el período de estudio (fig. 1, 2, 3 y 4).

La inestabilidad, las precipitaciones, área de origen y desplazamiento de las gotas frías suelen ser muy variables y difíciles de predecir.

2. ANALISIS DE LAS SITUACIONES SINOPTICAS

2.1. Descripción técnica

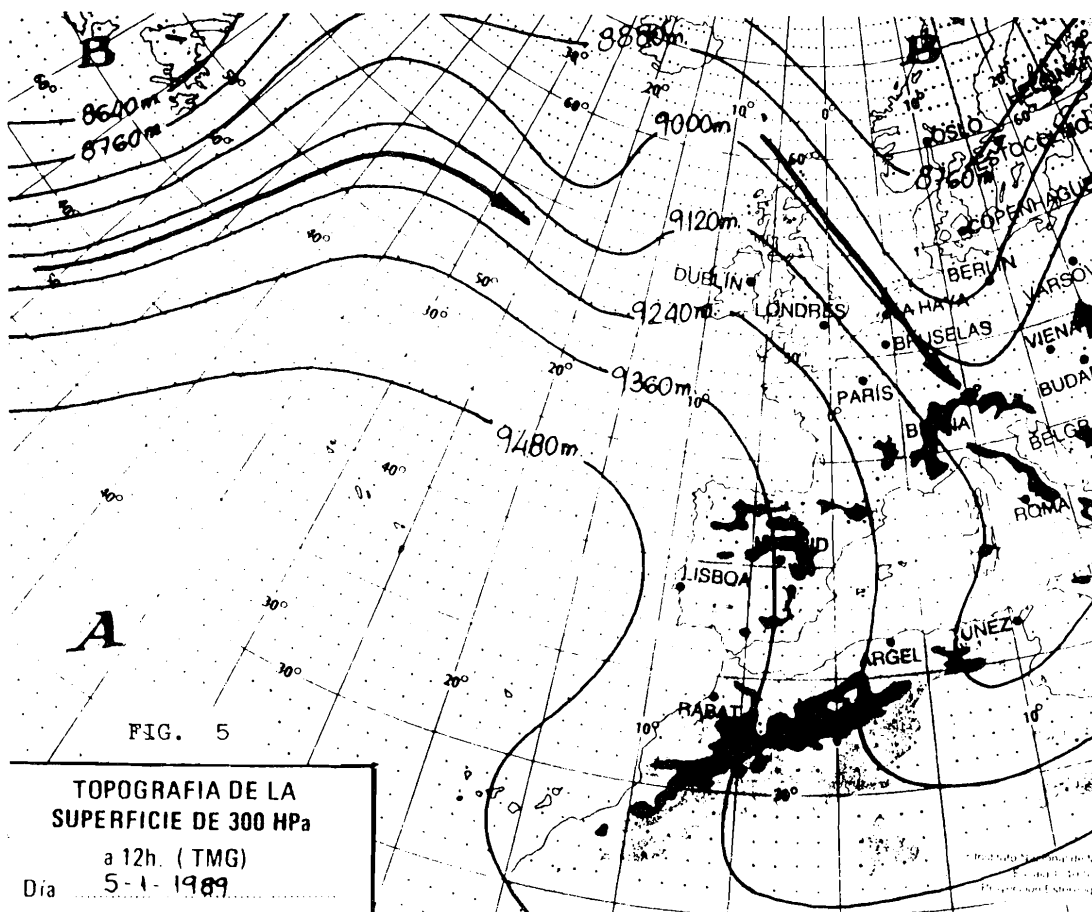
Hemos recurrido a los B.M.D. (2) para realizar el siguiente análisis de la situación sinóptica. Salvo indicación en contra nos referiremos a las 12 UTC y región andaluza.

La atmósfera "nunca" adopta dos situaciones sinópticas idénticas, por lo que aunque pueda parecer atrevido catalogar las situaciones por las similitudes con otras pasadas, coincidimos con los criterios de Font (3) para la descripción y estudio de situaciones pasadas, que son los adoptados aquí.

DIA 5. (Tipo "anticiclón atlántico-mediterráneo." Figura 5)

ALTURA: Anticiclón centrado ligeramente al Sur de las Azores, extendiendo su acción a toda la Península, induciendo flujo muy débil del NW sobre los dos tercios occidentales de aquella. Gota fría sobre Túnez. La CCH, sobre el Mar del Norte, dirigiéndose a los Alpes.

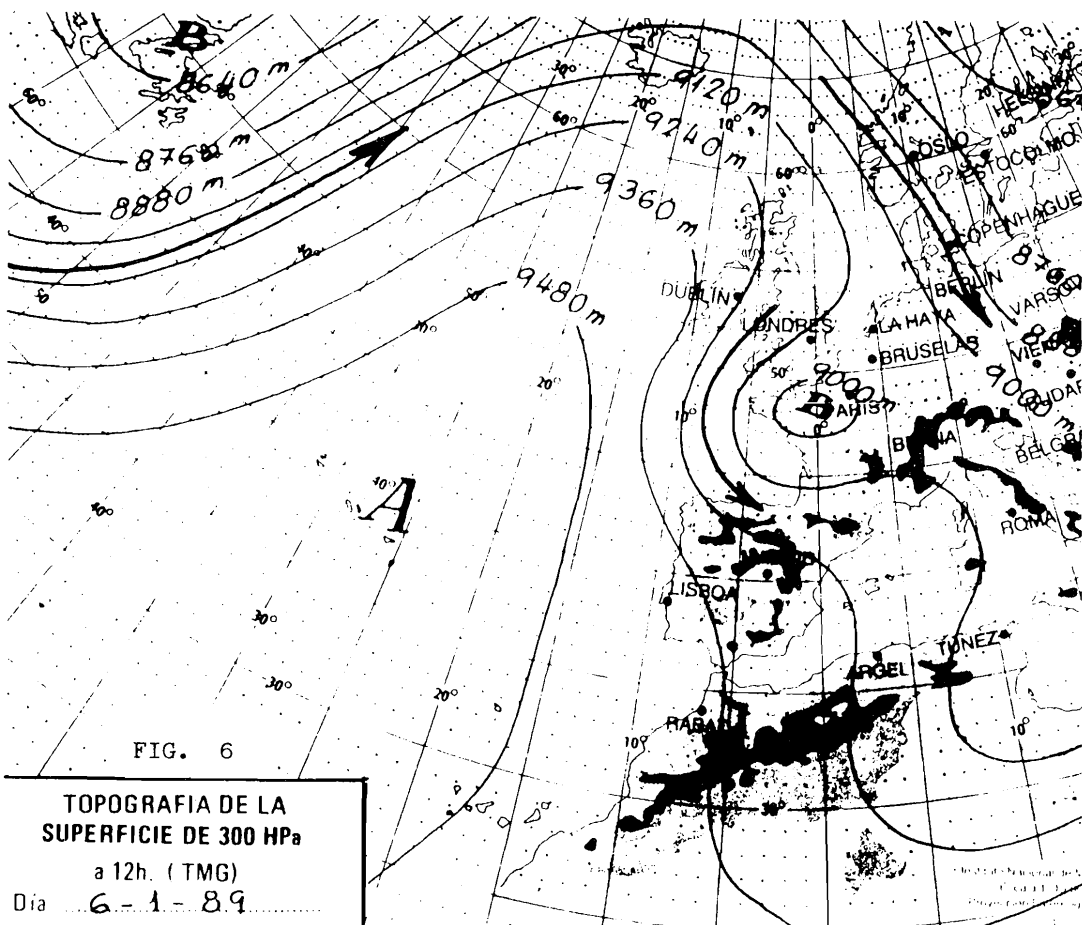
SUPERFICIE: Anticiclón superior a 1040 HPa, desde las Azores abarcando a toda la Península, con gradiente isobárico muy débil. Los frentes se desplazan con rapidez por latitudes muy septentrionales. Tiempo seco y soleado, con brumas matinales. Calmas. La masa de aire, marítima atlántica subtropical (3), llevaba instalada varios días, con gran oscilación diurna de temperaturas. Hacía más de un mes que no llovía en casi toda la Península.



DIA 6. (Tipo transición = no catalogado. Figura 6)

ALTURA: Se forma "in situ", en menos de 24 horas, sin necesidad de previa vaguada, una DAN sobre la península francesa de Bretaña, con la CCH rodeando su borde occidental, dirigiéndose hacia la costa cantábrica, en un proceso, denominado por diversos autores, de "bifurcación y arrollamiento" (branch and roll). Una dorsal del anticiclón de las Azores se dirige hacia el Norte de las Islas Británicas, creando un flujo muy fuerte del NW sobre el tercio Norte peninsular. Difluencia sobre la mitad Sur. Ligera advección cálida en 850 hPa.

SUPERFICIE: (fig. 11) La DAN ha creado una depresión de 1012 hPa, en el suelo, bajo su vertical. La configuración del anticiclón de las Azores es coincidente con los niveles superiores (A. cálido). Estos dos centros de acción han provocado, en un día, un drástico cambio: desde una intensa circulación zonal septentrional a una marcada circulación meridiana, con lo que un frente frío que circulaba, por altas latitudes, hacia el Este, sufre un giro súbito de más de 90° y se dirige hacia el SW, penetrando por la cornisa cantábrica sorpresivamente. Detrás del frente se detecta una línea de inestabilidad.



DIA 7. (Tipo "depresión del Golfo de Cádiz")

ALTURA: En 24 horas, la DAN se ha trasladado desde su origen, con un infrecuente movimiento retrógrado, hasta situarse en el Golfo de Cádiz, es decir, se desplaza —hacia el SW— unos 2.000 km aproximadamente. La temperatura en 500 hPa baja unos 10.°C en 24 h. Permanece la CCH rodeando la mitad occidental de la DAN. La dorsal noratlántica se extiende, por el Norte, hasta las Islas Británicas y la mitad occidental de Francia.

SUPERFICIE: La depresión se ha desplazado siguiendo la situación en altura aunque desviándose transitoriamente por Almería, colocándose también en el Golfo de Cádiz. La banda nubosa de la zona baroclina se sitúa sobre Marruecos.

DIA 8. (Tipo "depresión del Golfo de Cádiz" parecida también al tipo "anticiclón atlántico-europeo")

ALTURA: El anticiclón consigue situarse al NE de la DAN, sobre Francia, adquiriendo la clásica configuración de "bloqueo". La DAN presenta unas bandas nubosas típicas de un vórtice ciclónico perfectamente simétrico (isotermas e isohipsas casi circunferencias concéntricas). Se detecta un débil CCH en la parte NW de la DAN; ésta permanece estacionaria entre Madeira y el Golfo de Cádiz. Flujo moderado del SE, a todos los niveles.

SUPERFICIE: La depresión sigue a la DAN en la misma vertical. El flujo es de Levante moderado. La nubosidad asociada, que se aprecia desde el Meteosat, es principalmente de tipo alto, girando sobre el eje de la DAN, la cual va perdiendo rápidamente actividad debido a su aislamiento e inmovilidad. No se registraron precipitaciones durante el día civil.

DIA 9. (Tipo "depresión del Golfo de Cádiz")

ALTURA: Aunque el núcleo de la DAN permanece igual de frío (-24° en 500 hPa), el núcleo hipsométrico se rellena rápidamente, tanto en 500 como en 300 hPa, por lo que su configuración deja de ser estrictamente la de un DAN, asemejándose más su trazado al de una vaguada. Flujo débil, difluente, del Sur. Al W de la DAN, sobre el meridiano 20° W, se acerca —muy velozmente— una profunda vaguada de eje meridiano. El anticiclón se ha transformado en una potente dorsal con eje en el meridiano 10° E, que sigue haciendo igualmente la funciones de bloqueo. No hay CCH cerca de nuestra Península.

SUPERFICIE: La depresión del Golfo de Cádiz sigue estacionaria, tanto en su posición, con en su profundidad. La nubosidad que se observa, desde el satélite, es de tipo estratiforme, a niveles medios y altos, típicas de la "zona de deformación". También se observa la convección del núcleo y la banda nubosa de la zona baroclina sobre Marruecos y el Golfo de Cádiz. Muy débil gradiente isobárico. Calmas. No se registraron precipitaciones durante el día civil.

DIA 10. (Tipo "depresión del Golfo de Cádiz", también clasificable como "depresión atlántico-ibérica")

ALTURA: La profunda vaguada que se desplazaba hacia la DAN ha entrado en fase con ésta, absorbiéndola, aumentando la inestabilidad gracias a la aportación de aire frío polar y, sobre todo, a la advección de vorticidad. Desde 700 hPa hacia arriba, la configuración es de vaguada profunda, con eje meridiano, muy cerca del litoral portugués, generando circulación débil del SW, a todos los niveles. El mínimo hipsométrico se ha desplazado ligeramente hacia el N.

SUPERFICIE: A pesar de la desaparición (por absorción) de la DAN, no sólo se mantiene sino que se intensifica la depresión. Después de llevarse DOS DIAS estacionaria, "se lanza" hacia la Península, situándose en el Cabo San Vicente. La advección de vorticidad ciclónica genera la nubosidad de la zona baroclina, incluyendo células convectivas embebidas que, siguiendo el *intenso flujo del sur*, provoca el segundo temporal de lluvias del período estudiado. Los anticiclones están muy alejados de la Península (uno al W y otro al E).

DIA 11. (Tipo depresión del Golfo de Cádiz)

ALTURA: La vaguada que apareció el día 9 por el W, ha seguido su rápido desplazamiento hacia el E, abandonando la zona. Sin embargo, *en contra de lo usual*, se formó una DAN en el SW de la Península. Quizá sería más correcto considerar que no fue nunca absorbida del todo, ya que esta DAN es poco cerrada y muy rellena, más acorde con un proceso de disipación que de formación. La CCH permanece lejos de nuestra geografía. La circulación es débil del SW, con difluencia sobre Alborán.

La situación es parecida a la del día 9, pero con una gran diferencia: en esta ocasión no existe vaguada al W de la DAN que permita su próxima reactivación, por lo que parece definitivamente acabada las previsiones de nuevos temporales.

SUPERFICIE: La depresión, siguiendo la tónica de las capas superiores, se rellena muy rápidamente y retrocede un poco. Permanece —aunque con menor intensidad— el flujo del Sur, por lo que aunque la imagen IR muestra menor nubosidad, las precipitaciones en la vertiente Sur-Occidental siguen siendo importantes.

DIA 12. (Tipo transición: no clasificada)

ALTURA: Siguiendo la trayectoria más frecuente de estas depresiones —la vía Sur (1)—, ahora sí se dispone a cruzar el Estrecho hacia Alborán. Aunque permanece todavía el núcleo frío (inferior a -24°C , en 500 HPa), los geopotenciales han subido más de 60 mgp en todos los niveles. La circulación ciclónica es muy débil. El eje de la vaguada, así como el núcleo frío, está justo sobre Gibraltar.

Por primavera vez, en todo el período, se restablece una intensa circulación zonal a latitudes ligeramente superiores a la cornisa cantábrica.

SUPERFICIE: La depresión se ha rellenado tan rápidamente que desaparece como tal antes de cruzar el Estrecho. En su lugar se establece un anticiclón sobre la Península que llega hasta 850 HPa. Hay que destacar el hecho de que la inestabilidad dinámica es despreciable, pero no así la térmica, ya que a la permanencia de una gota fría en la vertical del Estrecho, se une el aire húmedo advechado por el flujo de levante, prácticamente a todos los niveles, desde 800 hasta los 550 HPa, sobre Gibraltar, donde el aire está casi saturado. Salvo en la zona occidental de la vertiente Sur no se registraron precipitaciones.

2.2. Análisis de la estabilidad vertical

En el cuadro n.º 1 se muestran las temperaturas en 850 y 500 HPa, así como varios índices de estabilidad, con indicación de los valores críticos. Están deducidos de los sondeos de Gibraltar, correspondiente a las 12 UTC, de los días que se indican.

En general no muestran ninguna tendencia a la inestabilidad, excepto el índice TT para los días 7, 10, 11 y 12, aunque el del día 7 no es muy representativo al depender excesivamente de la temperatura en 500 HPa. Esto coincide con el escaso número de tormentas observadas, en la vertiente atlántica, durante el primer período.

Eri la última columna se indica el índice TT previsto — 24 horas antes — por el modelo de predicción de parámetros aeronáuticos, apreciándose una ligera aproximación, aunque hay que tener en cuenta que el dato previsto es para la vertical de Sevilla, mientras que el índice TT se ha obtenido del sondeo de Gibraltar.

CUADRO N.º 1

	DIA	T ^a 850 HPa	T ^a 500 HPa	INDICES :				
				LIFTED LI>0 → est.	SHOWALTER SI>3 → est.	K K<40 → est.	TOTAL T. TT<46 → est.	TT PREVIS. HH+24
PRIMER PERIODO	6	8	- 18	13	10	8	34	34
	7	1	- 27	3	4	15	53	57
	8	5	- 20	4	8	10	39	44
	9	6	- 21	3	7	15	46	46
SEGUNDO PERIODO	10	3	- 21	- 1	5	27	48	54
	11	5	- 22	3	3	29	52	33
	12	2	- 25	2	3	27	53	40

2.3. Sondeos

Por razones de espacio sólo comentaremos el del día 10: Se aprecia saturación del aire desde casi el suelo (1005 mb) hasta los 520 mb. El estrato más bajo, desde superficie hasta los 1.800 m (820 mb) es inestable. El viento sopla del Sur en bajos niveles y del SW a niveles superiores, con fuerza moderada a fuerte, hasta alcanzar los 47 kt a 730 mb.

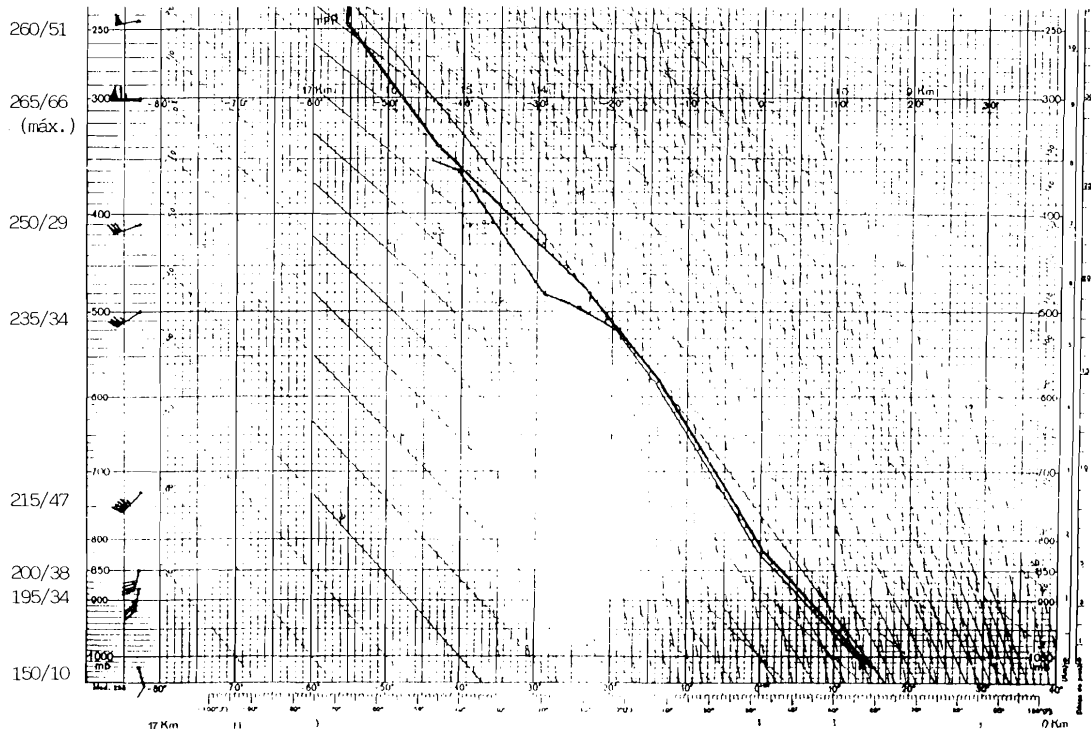


Figura 7. Sondeo de Gibraltar del día 10 de enero de 1989, a las 12 UTC.

3. CONSECUENCIAS METEOROLOGICAS DESENCADENADAS

3.1. Precipitaciones

En el siguiente cuadro se indican los valores más destacados de precipitación (expresadas en mm) diaria durante los sucesivos días pluvios, para cada uno de ambos periodos.

Algunos destacan por su valor absoluto, como los 280 mm registrados en Cortes de la Frontera ("Bañuelos"), otros por ser lugares de muy baja pluviometría media anual, como las zonas del Sureste: Turón, Carboneras, Los Gallardos y el Aeropuerto de Almería. Otros por representar máximos relativos.

La historia de lo acontecido hasta el día de Reyes es: septiembre resultó ser seco; octubre, lluvioso; noviembre fue normal, mientras que diciembre resultó MUY SECO: por poner un ejemplo, en el Aeropuerto de Córdoba se registró un total mensual de 5,5 mm, lo que representa el cuarto diciembre más seco desde hace 95 años. Salvo el primer día del mes, prácticamente no llovió hasta el 6 de enero, con una situación anticiclónica de bloqueo, que provocó uno de los inviernos más secos que se recuerdan, sobre todo en la España septentrional.

De los mapas de isoyetas trazados, en las figuras 8 y 9, se desprende que:

- 1.º La vertiente Sur fue más regada que la atlántica en ambos temporales.
- 2.º Proporcionalmente, la parte oriental de la cuenca sur fue más agraciada con las lluvias que la occidental, el día de Reyes.
- 3.º Durante el segundo período de lluvias, la cuenca Sur tuvo el siguiente contraste: su parte occidental recibió grandes precipitaciones, mientras que al Este de Salobreña no se recogió nada.
- 4.º En la vertiente atlántica, el primer período fue de precipitaciones entre débiles y moderadas. El segundo destaca por las abundantes precipitaciones de la Sierra de Huelva. Pero lo más grave de todo fueron las escasas precipitaciones en la cabecera del Guadalquivir y el Genil, justo donde se encuentran los mayores embalses de Andalucía, lo que contribuyó a mantener la sequía de dicho invierno en numerosas comarcas andaluzas.

CUADRO N.º 2

	DIAS PROV.	6	7	8	SUB TOTAL	9	10	11	12	SUB TOTAL
Jaén	JAFN	10	0	0	10	0	2	ip	0	3
Valdepeñas	JAEN	48	0	0	48	0	8	0	0	8
Pozo Alcón	JAFN	30	0	0	30	0	0	0	0	0
Zuheros	CORDOBA	47	0	0	47	0	0	9	0	9
Grazalema	CADIZ	62	1	0	63	ip	40	18	0	58
Villaluenga	CADIZ	43	0	0	42	0	56	17	0	73
Los Barrios	CADIZ	0	18	0	18	0	0	83	15	98
Aeropuerto	GRANADA	25	0	0	25	C	2	0	0	2
Repilado	HUELVA	0	0	0	0	0	72	8	0	80
Cabezas Rub	HUELVA	6	0	0	6	11	59	25	0	95
(a continuación:estaciones de la vertiente mediterránea)										
Ceuta	CEUTA	20	0	0	20	ip	51	13	6	70
Aeropuerto	ALMERTA	25	ip	0	25	0	0	0	0	0
Carboneras	ALMERIA	29	0	0	29	0	0	0	0	0
Gallardos	ALMERIA	40	0	0	40	0	0	0	0	0
Turón	GRANADA	45	0	0	45	3	0	0	0	3
Algeciras	CADIZ	51	0	0	51	0	120	25	0	145
San Roque	CADIZ	3	92	0	95	0	0	43	4	47
Aeropuerto	MALAGA	8	0	0	8	0	23	11	0	34
Marbella	MALAGA	2	0	0	2	0	91	34	0	125
Coín	MALAGA	6	0	0	6	0	85	83	0	168
Cortes Frª	MALAGA	34	0	0	34	0	170	110	0	280

3.2. Vientos

En el cuadro n.º 3 se observa que se registraron fuertes vientos en ambos períodos de lluvia.

CUADRO N.º 3

Casos en los que las rachas máximas de viento (en km/h.) registradas en los Observatorios andaluces, durante el período de estudio, han sobrepasado los 70 km/h.

OBSERVATORIO	DIRECCION	VELOCIDAD (Km/h)	DIA
Ceuta	W	72	6
Jaén	W	74	6
Cádiz	W	76	6
Tarifa	SW	81	6
San Fernando	W	102	6
Jaén	SE	74	7
Tarifa	E	90	7 y 8
Sevilla-Aptº	S	70	10
Rota-B.N.	S	72	10
Huelva	S	79	10

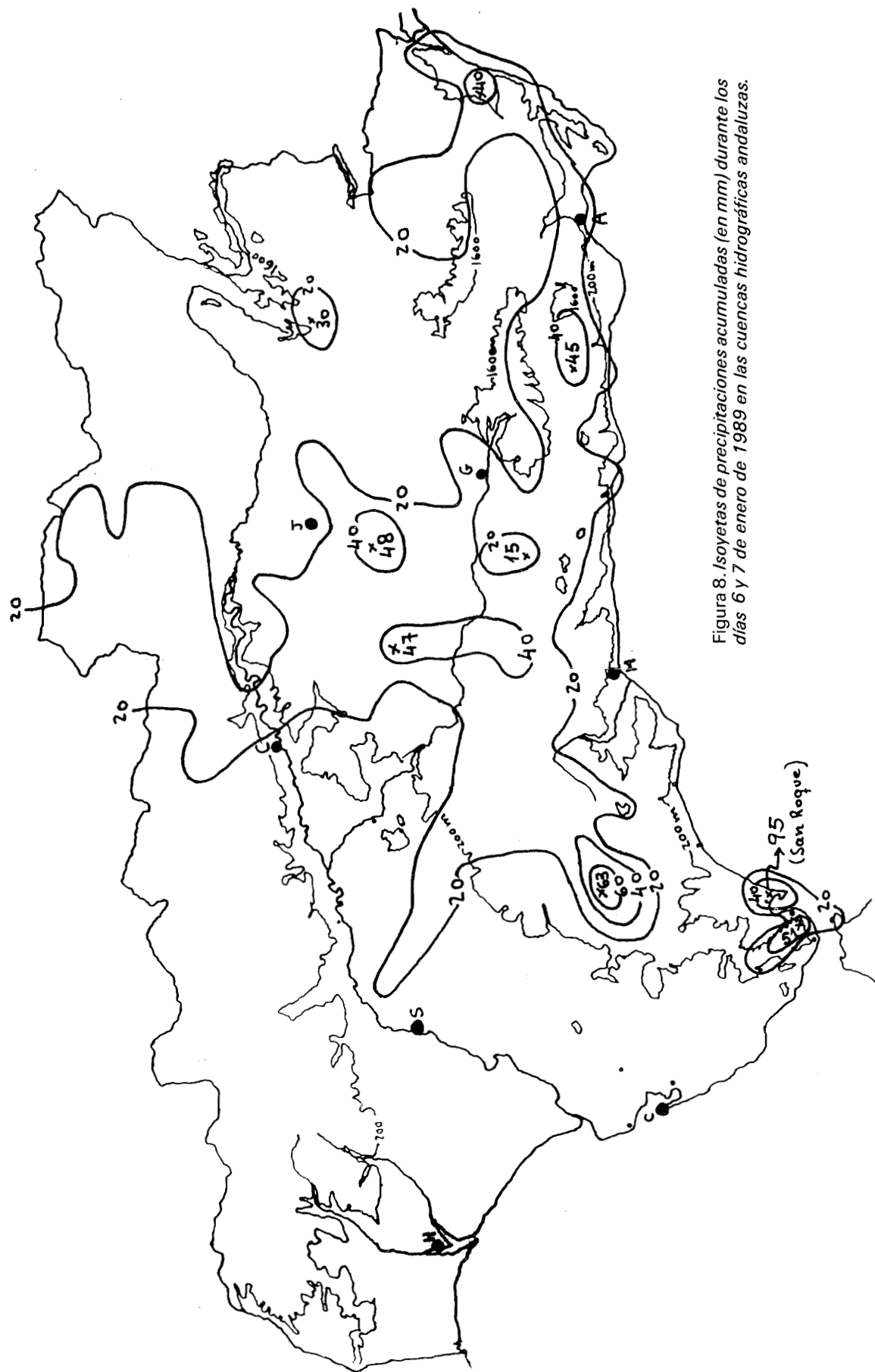


Figura 8. Isoyetas de precipitaciones acumuladas (en mm) durante los días 6 y 7 de enero de 1989 en las cuencas hidrográficas andaluzas.

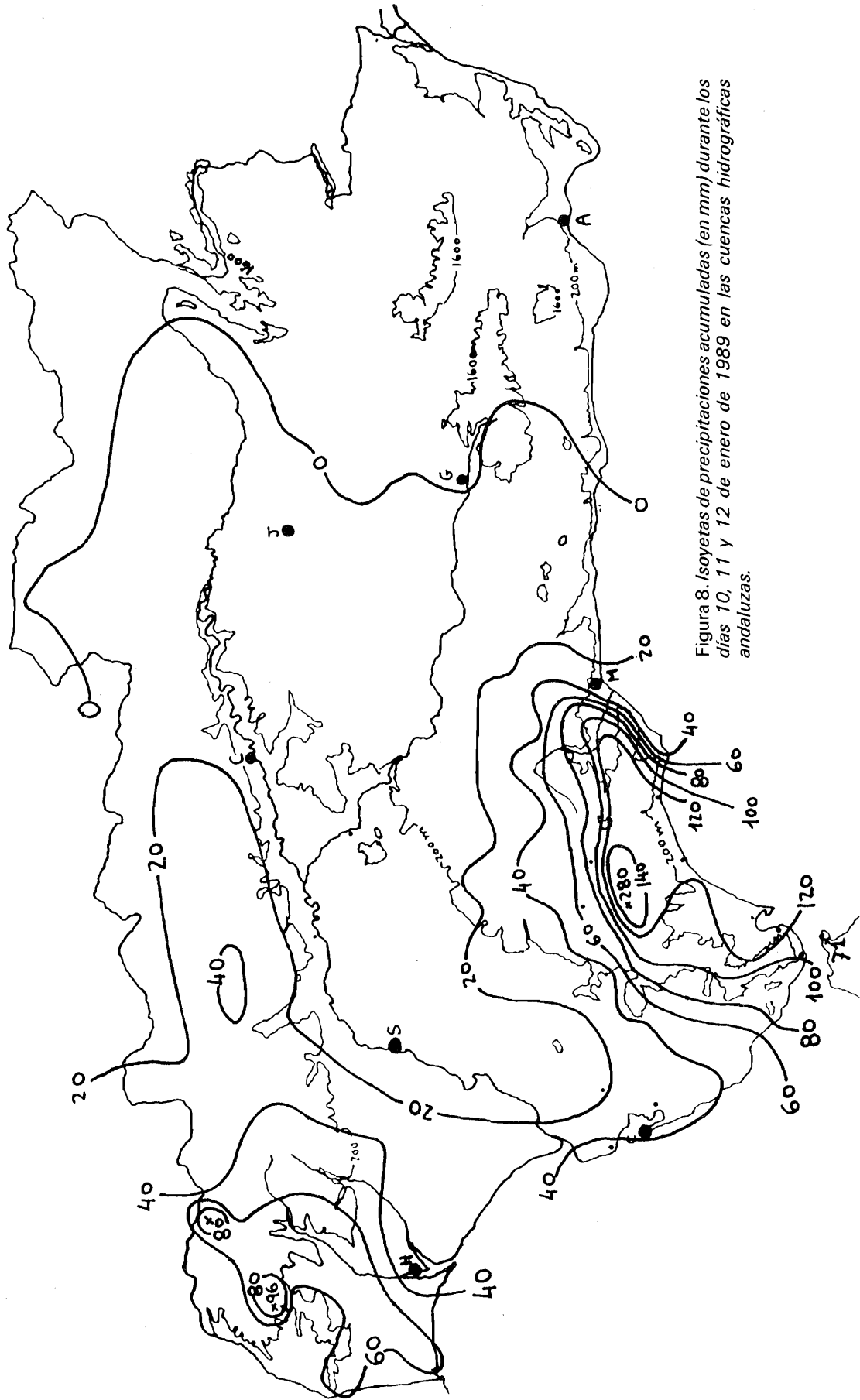


Figura 8. Isoyetas de precipitaciones acumuladas (en mm) durante los días 10, 11 y 12 de enero de 1989 en las cuencas hidrográficas andaluzas.

Se pueden distinguir tres situaciones diferenciadas:

- El día 6 —el de mayor fuerza—, con ponientes.
- Los días 7 y 8 en el Estrecho (y Jaén) con levantes.
- El día 10, con vientos del Sur.

En Andalucía oriental fueron, en general, bastante menos fuertes.

Hay que mencionar la noticia que atribuyó a un "tornado" varios daños materiales causados, el día 10, por el fuerte viento, en Huelva y Punta Umbría. Aunque es posible la formación de pequeños tornados de vida corta en nuestra región (4), a falta de datos más concretos, no podemos descartar que fuese una exageración periodística.

4. DESVIACIONES DE LOS MODELOS

Intentamos realizar una comprobación, a posteriori, del grado de eficacia de dos modelos muy utilizados en el quehacer diario de los predictores. Queremos adelantar que los profesionales encargados de diseñarlos y desarrollarlos han demostrado con creces su buen trabajo. La crítica que nos hacemos aquí responde al objetivo, bien intencionado, de aclarar algunas desviaciones que desgraciadamente aún se producen, en contadas ocasiones, para colaborar en su perfeccionamiento.

4.1. Modelo del CEPMPM

En las figuras 10 y 11 se pueden apreciar las diferencias entre la situación prevista y la real, respectivamente, para las 12 UTC del día 6.

A pesar de que en esas fechas la coordinación entre el G.P.V. de Sevilla y el grupo de predicción a medio plazo del C.N.P. no era completa del todo, a la luz del modelo del CEPMPM, no podían diferenciarse mucho ambas predicciones; las redactadas el día 5, daban para el día siguiente, en Andalucía: "Continuación del tiempo seco y soleado. Vientos débiles del NE. Temperaturas en leve ascenso." La redactada por el C.N.P. daba, además: "...parcialmente nuboso en el Estrecho, Ceuta y Melilla, donde puede haber alguna precipitación."

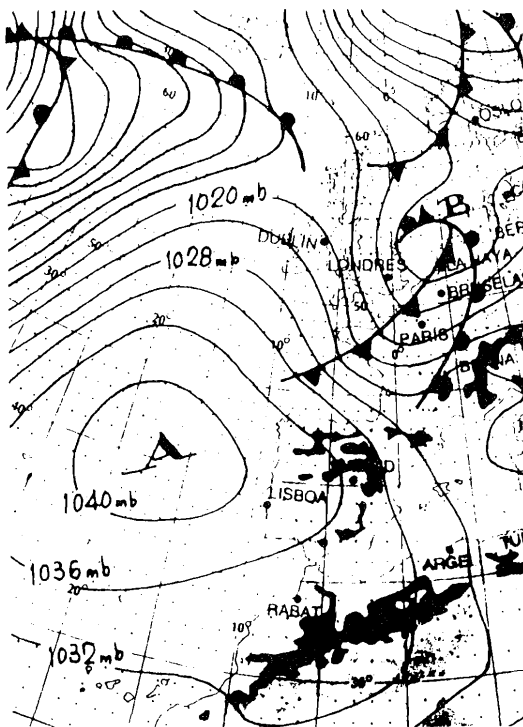


Figura 10. Mapa de superficie previsto para el 6 de enero de 1989, a las 12 UTC. Basado en el modelo del CEPMPM (D + 2).

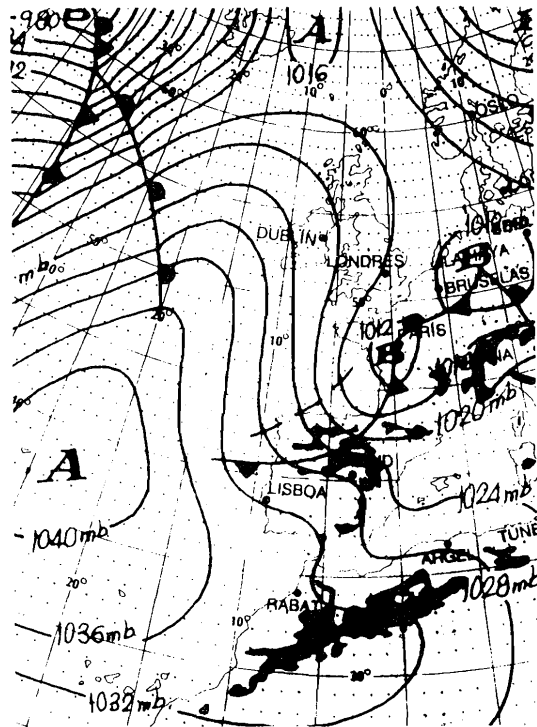


Figura 11. Análisis de superficie del día 6 de enero de 1989, a las 12 UTC.

Las precipitaciones comenzaron en la tarde del día 6. A pesar de la inexactitud del modelo al predecir la situación del día 6 (D + 2) acierta en cuanto a la formación posterior de una gota fría en el Golfo de Cádiz, aunque desfasada en un día: prevista para el día 8 (D + 4) pero que se estableció el día 7.

4.2. Modelos de parámetros aeronáuticos

Estos modelos, desarrollados por la Sección Aeronáutica del I.N.M., dan el valor previsto de varias magnitudes (geopotenciales, vientos, temperaturas, índices TT, etc.) a varios niveles, a intervalos de 6 h., hasta HH + 30, en la vertical de Sevilla, en nuestro caso. Se difunden 2 veces al día por teletipo.

— El elaborado el día 6 a las 00 UTC, preveía el cambio al final del período, es decir, para las 6,00 h. del día 7, lo cual representaba un retraso de más de 12 h. ya que comenzó a llover (en Sevilla) hacia las 5 de la tarde del día de Reyes.

— El siguiente, elaborado el mismo día, a las 12 UTC, captaba mejor la brusquedad del carribio (índice TT previsto para el día 7, a las 12 UTC de 57), sin embargo persistía la inexactitud en la hora de comienzo, con un retraso entre 7 y 13 h. Además, a esta hora, la predicción ya tiene que estar redactada.

— Para el siguiente temporal, que comenzó, en Sevilla, el día 10 a las 06 UTC, este modelo fue suficientemente preciso en la magnitud del cambio y en su temporalización.

— Sin embargo, un hecho curioso del estudio de la eficacia de este modelo durante este período es que la siguiente predicción de parámetros no refleja la situación que se predecía correctamente 12 horas antes, retomando parcialmente la línea correcta en la siguiente predicción.

— En resumen, el cambio del día 5 al 6 en cuanto a la formación de la DAN sobre la Península de Bretaña y — sobre todo — del día 6 al 7 en cuanto al desplazamiento tan rápido hasta el Golfo de Cádiz, fue tan brusco y anormal que no fue captado con suficiente antelación por ningún modelo y aunque lo hubiese sido es probable que la mayoría de los predictores hubieran dudado mucho de su plasmación, ya que incluso a posteriori es difícil creer la evolución seguida por la DAN, que obligó a un drástico cambio en la configuración del anticiclón de las Azores que hasta entonces había persistido durante más de un mes sin cambios significativos. Ver las secuencias de la figura 12.

5. CONCLUSIONES

5.1. El modelo D + 2 del CEPMPM no captó del todo el brusco cambio en la dirección prevista de los frentes, ni su actividad, para el día 6, lo que unido a la inercia presumible de la sequía, hizo fracasar las previsiones realizadas la víspera de Reyes.

— La dirección seguida por la DAN, desde Normandía, el día 6, hasta el Golfo de Cádiz, el día 7, fue tan sorprendente en rapidez como en trayectoria, a pesar de que existen antecedentes (5) de gotas frías, con movimiento retrógrado, originadas en la península francesa de Bretaña.

'La trayectoria se aproxima a lo que se ha denominado (6) "vía Noreste".

— A pesar de la disposición orográfica de las Sierras de Cazorla y Segura, se registró allí escasa precipitación con esta situación. Sin embargo el levante andaluz fue muy regado, probablemente debido a que la depresión se desvió transitoriamente por dicha zona antes de estacionarse en el Golfo de Cádiz, el día 7, ello explicaría también la mayor precipitación en la vertiente Sur que en la atlántica y el máximo de San Roque (próximo al Estrecho, por su parte oriental).

5.2. La conclusión más importante que se saca es que, con este tipo de depresiones, la zona de mayor inestabilidad no corresponde, como es frecuente, al sector oriental (rama SW, en la que la advección de vorticidad ciclónica es máxima), sino al "borde de ataque" (7), que será función de la dirección y velocidad de desplazamiento de la DAN.

— Esta teoría también explicaría por qué los días 8 y 9 no se registraron lluvias, a pesar de que la región se encontraba de lleno en el sector SW de la DAN del Golfo de Cádiz, ya que

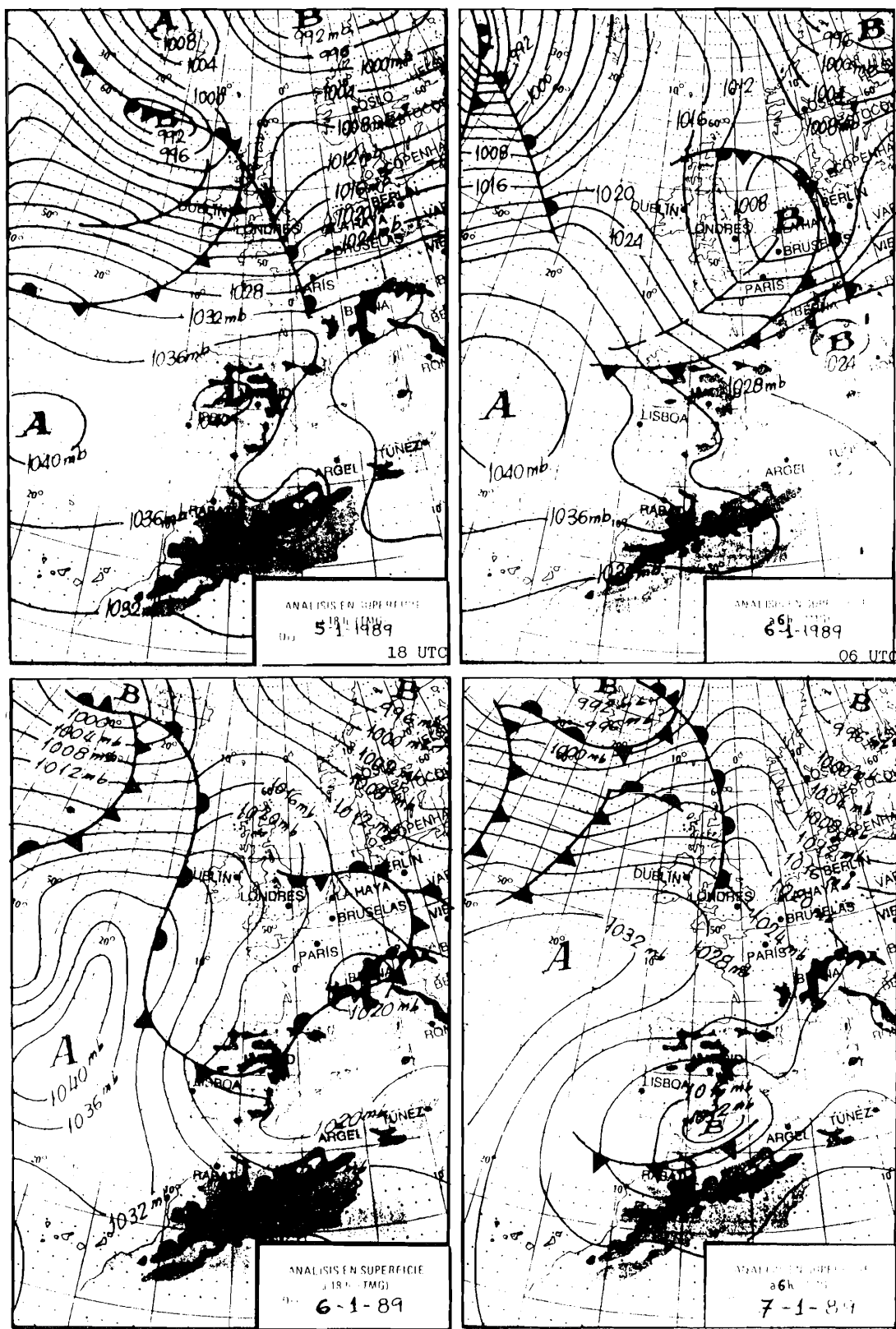


Figura 12

—recuérdese— la trayectoria fue de E a W, con lo que nos quedamos en la "retaguardia" del borde de ataque.

Además la DAN permaneció aislada de la circulación general, simétrica y por tanto estacionaria, circunstancias éstas que, por ese orden, son de la mayor importancia en la previsión de la actividad ciclogénica.

5.3. Según Font (3), las depresiones del Golfo de Cádiz suelen ser producidas por dos aspectos tipos:

a) Uno, originado a bajas latitudes, que avanza hacia el NE hasta situarse en el Golfo de Cádiz.

b) Otro, originado a partir de una profunda vaguada de la circulación general: se aísla la depresión y se dirige, en dirección SE, hacia el Golfo.

"En la intensificación de la depresión y en su estacionamiento contribuyen la propia configuración orográfica del Golfo de Cádiz y la presencia de la gota fría en altura. Su permanencia rara vez pasa de 3 días; pasando al Mar de Alborán, a través del Estrecho, debilitándose."

— En este caso la DAN no se originó de ninguna de las dos formas descritas, sino que "vino del este". Nuestra borrasca hizo lo descrito por Font sólo a partir del día 10, cuando se "conectó" —gracias a una profunda vaguada— con la circulación general.

Por tanto, del período total de permanencia de la DAN en el Golfo de Cádiz, cabe distinguir dos etapas muy diferenciadas:

A) Durante los días 7, 8 y 9 la DAN permaneció estacionaria, ayudada por una situación de bloqueo; aislada de la circulación general, con un debilitamiento inusualmente lento gracias a la orografía del Golfo y a la presencia de la gota fría en altura.

Si no hubiera aparecido la profunda vaguada por el W, no hubiera durado ni un día más.

Durante estos días dominaron los levantes (cuadron.º 3) que, como dice el refrán, válido para Andalucía occidental: "El Levante las mueve y el Poniente las llueve."

B) Durante los días 10, 11 y 12, realizada la "conexión" con la circulación general, nuestra DAN se comportó según la clásica descripción de los textos meteorológicos:

i) Masa de aire marítima-subtropical. Vientos ábregos (del SW) y por ende cálidos y muy húmedos. Nubosidad estratiforme abundante.

ii) Precipitaciones continuas y más abundantes cuanto más occidental sea el observatorio.

En nuestro caso, las precipitaciones recogidas durante esos días decayeron rápidamente al avanzar hacia el Este (figura 9):

— Por la costa:

Marbella (125 mm) → Málaga (35 mm) → Motril (0,5 mm) → Almería (0 mm)

— Parecida relación —pero menos acusada— existe si tomamos la dirección en la que se extiende Sierra Morena, tal que la Sierra de Huelva recibe mucha lluvia y la cabecera del Guadalquivir nada.

iii) En el momento de cruzar el Estrecho, suele perder rápidamente actividad, pero antes puede producir abundantes precipitaciones, a veces tormentosas, en las primeras estribaciones de la Penibética.

Sin embargo hemos de reconocer que no encontramos explicación al hecho de que la DAN no atravesara el Estrecho el día 11, en fase con la rápida y profunda vaguada que apareció por el W, "absorbiéndola" el día 10, y sí lo hizo el día 12 sin ayuda de ninguna otra vaguada.

5.4. Por últimos debemos explicar las abundantes lluvias registradas en la Sierra de Ronda, con un máximo, en Cortes de la Frontera, de 280 mm, recogidos en un período inferior a 48 horas, durante los días pluviométricos 10 y 11 de enero (figura 9).

Analicemos los tres factores más importantes en la producción de lluvias:

i) DINAMICOS: En nuestro caso, la DAN no advechaba la suficiente vorticidad ciclónica como para justificar dicha intensidad de precipitación.

ii) TERMODINAMICOS: Tal como se vio en el cuadro n.º 1, la inestabilidad no ha sido nunca especialmente alta. Durante los días 10 y 11 sólo el índice TT es ligeramente inestable, pero incluso inferior al del día 12 que fue un día de escasas lluvias.

iii) OROGRAFICOS: Sólo este factor explica el mencionado temporal:

Los máximos de lluvia se registraron en los valles de la vertiente Sur de la Serranía de Ronda y primeras estribaciones de la Penibética, que están orientados en el sentido N-S tal como avanzan los ríos que intentan ganar la costa, con cauces de corta longitud (por ejemplo el río Guadiaro).

Los efectos de ASCENSO, CANALIZACION y CONVERGENCIA, de la masa de aire de origen marítimo-subtropical, gracias al fuerte viento del Sur, unido a la ligera inestabilidad y a la saturación (fig. 7), constituyen los factores necesarios y suficientes (8) y (9) para desencadenar este tipo de abundantes precipitaciones de origen típicamente orográfico (nofrontal), tan características de estas situaciones.

Mirando la figura 9, se observa cómo existe un alto gradiente de isoyetas, coincidiendo con la divisoria de aguas de la Serranía de Ronda, disminuyendo rápidamente la precipitación registrada en los lugares que se sitúan a sotavento del viento del Sur dominante durante este segundo temporal.

Así Grazalema sólo registra 58 mm, cuando está situada a 16 km al Norte de las Cortes de la Frontera, pero al otro lado de la divisoria de cuencas. (A este respecto ver "Estudio de situaciones atmosféricas con intensa circulación zonal sobre Andalucía, de los mismos autores, en este volumen).

BIBLIOGRAFIA

- (1) CASTILLO REQUENA, J. M. (1981): *Estudio sobre un fenómeno atmosférico responsable de intensos y numerosos aguaceros en la España peninsular: la gota fría vía Sur*. C. U. Almería. Ed. Paralelo 37.º. Rev. de estudios geográficos.
- (2) BOLETIN METEOROLOGICO DIARIO: Secc. Documentación. I.N.M. Madrid.
- (3) FONT TULLOT, I. (1983): *Climatología de España y Portugal*. Madrid. Ed. I.N.M.
- (4) MARIN DOMINGUEZ, J. R. (1985): *Tornado en Sevilla, 27-72-7978*. Madrid. Ed. I.N.M. (L-2).
- (5) ARMENGOT SERRANO, R. y PEREZ CUEVA, A. J. (1983): *El temporal de octubre de 1982 en el marco de las lluvias torrenciales en la cuenca baja del Júcar*. Valencia. Ed. Cuadernos de Geografía.
- (6) CASTILLO REQUENA, J.M.: *Estudio sobre el comportamiento de la gota de aire frío y la distribución de sus consecuencias pluviométricas sobre la España peninsular*.
- (7) MEDINA ISABEL, M. (1976): *Meteorología básica sinóptica*. Madrid. Ed. Paraninfo.
- (8) LOPEZ MUÑOZ, L. (1988): *Grazalema (Cádiz). Un claro ejemplo de precipitación orográfica*. Madrid. I.N.M. (L-3).
- (9) CASTILLO REQUENA, J. M. (1981): *Precipitaciones y tipos de tiempos en las Béticas-Alto Guadalquivir (Andalucía oriental)*. Madrid. Ed. I.N.M. (A-56).
- (10) GARCIA DE PEDRAZA, L. (1983): *Notas sobre meteorología del Mar de Alborán*. A.M.E., XIV Jornadas. Almería.