

# Desarrollos al E. del Mar de Alborán durante el episodio de inundaciones de Levante en octubre de 1982

## Developments east of the Alboran Sea during the floods episode in october 1982 in Levante

E. HERNÁNDEZ, J. M. PACHECO y R. GARCÍA

*Meteorología Dinámica. Departamento de Física del Aire y Geofísica. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense. 28040 Madrid*

### RESUMEN

Se pone en evidencia la existencia, a partir de un estudio profundo y sistemático de los mapas sinópticos a diferentes niveles y de diversas magnitudes, de desarrollos de carácter contrapuesto en zonas muy próximas. Todo ello permite señalar la importancia de estos diferentes desarrollos en la generación de precipitaciones extraordinarias.

### ABSTRACT

A deep and systematic study of synoptic maps and of several magnitudes derived from them allows to show the coexistence of developments with contradictory properties in a very restricted area. All this points to the importance of these developments in the generation of extraordinary precipitations.

### 1. INTRODUCCION

Un estudio sistemático de los mapas correspondientes a la situación meteorológica causante de los graves desastres de octubre de 1982 permite extraer sustanciosas consecuencias sin más que prestar atención a aspectos sobresalientes de su trazado. Particularmente, las isobaras en los mapas de superficie permiten detectar la posible coexistencia de desarrollos contradictorios, desde el punto de vista meteorológico, en zonas muy restringidas. Esto puede desembocar en la producción de fenómenos locales de características inusitadas.

En un trabajo anterior de uno de los autores (Pacheco, 1983) al explicitar la ocurrencia de las ondas frontales durante el episodio, el estudio de una magnitud íntimamente relacionada con tales

ondas, la advección de vorticidad relativa a 500 mb (AVR), pone de relieve la existencia de ciertos caracteres extraordinarios. Se ha analizado durante los días 18, 19 y 20-X-82 a las 00h. y 12h. (T.M.G.) la situación local que dio origen a las intensas precipitaciones de Levante. En este trabajo se presenta solamente el análisis correspondiente al día 20-X-82, puesto que es representativo del tipo de desarrollos que tuvieron lugar en la zona estudiada al E. del Mar de Alborán, coexistiendo con las precipitaciones.

### 2. ANALISIS DE LAS TOPOGRAFIAS

El mapa hemisférico de superficie, a las 12 h. del día 20, presenta una profunda vaguada que se

tra en el interior de la Península sobre las zonas de Valencia y Murcia. Es de destacar (fig. 1) la presencia de un sistema de alta de 1.010 mb, la cual limita un área de ciclones sobre la región de interés. El correspondiente análisis en 500 mb muestra un centro ciclónico (fig. 2) con el aspecto característico de una gota fría formada sobre el Estrecho de Gibraltar. El patrón de vientos generado por dicha gota hace que los vientos que soplan sobre la costa levantina se encuentren sobrecalentados debido al recalentamiento experimentado por las masas de aire al circular sobre África, y al aporte

de humedad que supone su paso sobre el Mediterráneo.

Tal y como se ha señalado en la introducción, se ha podido determinar la importancia de las ondas frontales en la generación del desarrollo causante de las precipitaciones (Pacheco, 1983). Como quiera que estas ondas se pueden detectar mediante las áreas de AVR positivas en 500 mb, se han calculado éstas para una malla de  $17 \times 26$  puntos con un brazo de red 375 km a  $60^\circ$  de latitud, que tiene su ángulo superior izquierdo en  $40^\circ\text{N}$  y  $62^\circ 30'\text{W}$ , y su

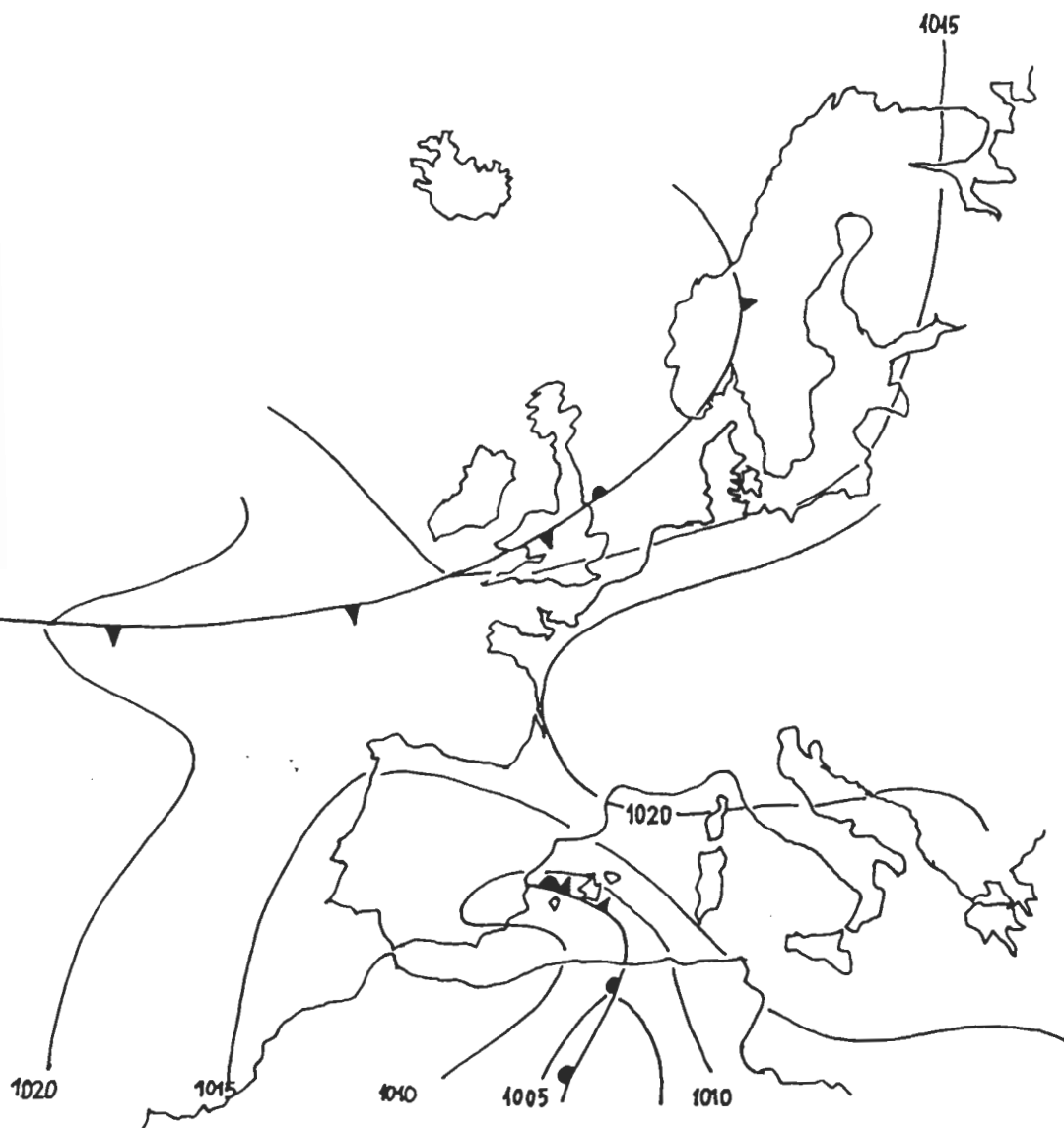


Fig. 1.—Análisis de superficie, 20 octubre 1982, 12hZ. Mapas del Boletín Meteorológico Europeo (Deutsche Wetterdienst).

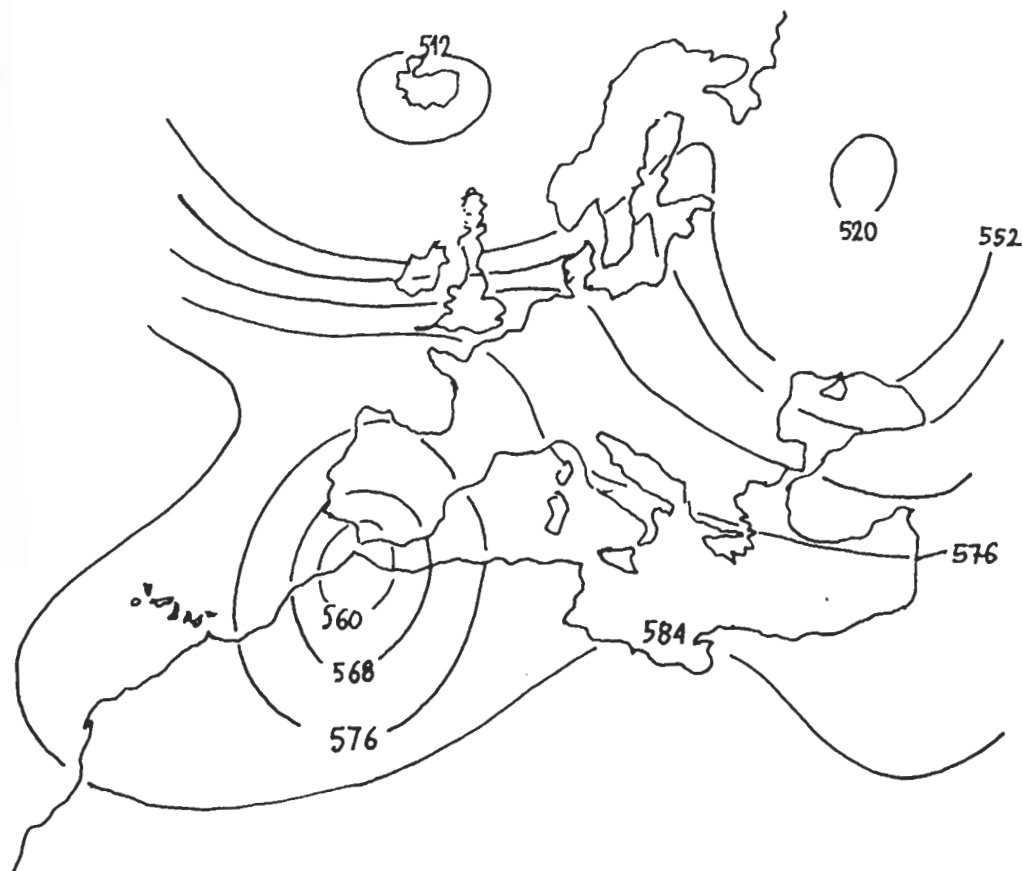
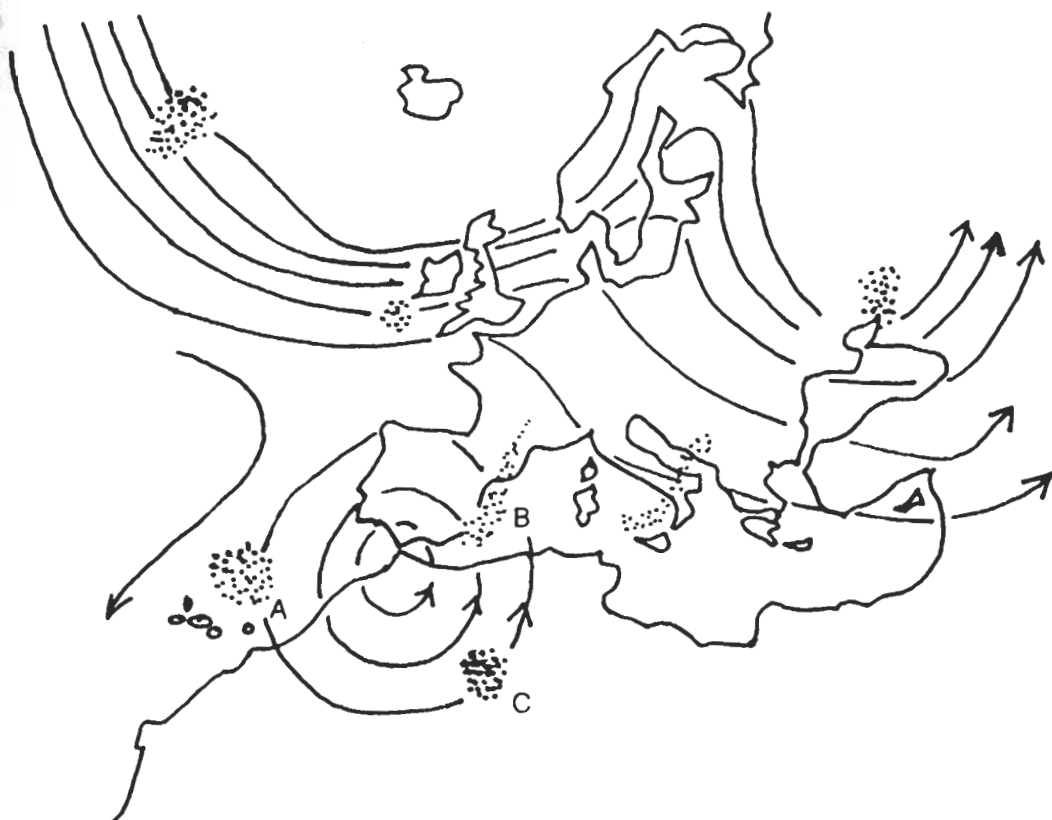


Fig. 2.—Análisis en 500 mb., 20 octubre 1982, 12hZ. Mapas del Boletín Meteorológico Europeo (Deutsche Wetterdienst).

ángulo inferior derecho en  $17^{\circ}30'N$  y  $38^{\circ}E$ . En la figura 3 se han señalado con tramas de puntos las áreas en las cuales la AVR es positiva, es decir, aquellas zonas en las cuales se puede producir una situación favorable al desarrollo ciclogénico. Todas ellas se hallan ubicadas, bien sobre la corriente general que recorre Europa, o bien se disponen sobre la periferia de la gota fría que afecta a la Península Ibérica (áreas A, B y C, sitas respectivamente al N de las islas Canarias, al SE de la Península y sobre el N de Argelia). Comparando con el mapa de superficie se ha encontrado que estas zonas se corresponden con áreas de baja presión en superficie, de acuerdo con la teoría general del desarrollo. El área que presenta mayor interés es la B, pues coincide con la de máxima precipitación (y máxima AVR), por lo cual será objeto de atención preferente.

### 3. CICLOGENESIS

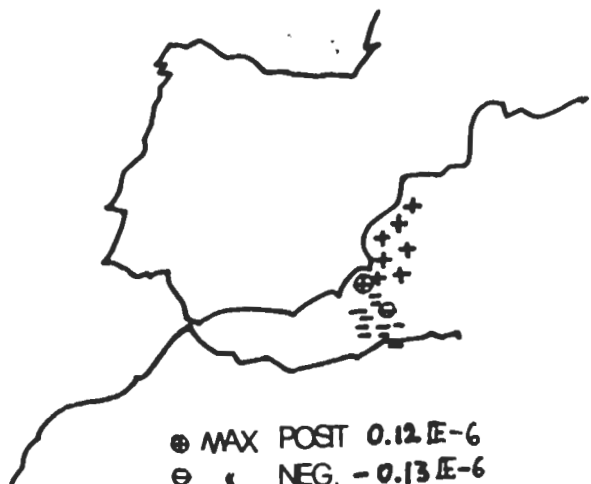
Según lo anterior, la cuña de penetración ciclónica coincidirá con el área B de AVR positiva. Sin embargo, ello no explicaría la topografía de la isobara de 1.010 mb. Pero si se considera en detalle lo que ocurre en las proximidades de la zona B, llama la atención (fig. 4) el valor tan negativo que toma la AVR al E del Mar de Alborán que, interpretado como un área de anticiclogénesis, explicaría la configuración de la mencionada isobara, especialmente su brusca inflexión. Para comprobar esta hipótesis se ha procedido a calcular el sentido e intensidad ciclogénicos de acuerdo con la teoría del desarrollo (Haltiner and Martin, 1957). Según ésta, es posible caracterizar estos extremos mediante la divergencia del viento término, cuya expresión es:



VALORES MAXIMOS

ZONA	A	B	C
	68	12	28
	$E-1$	$E-4$	$E-7$
	} $S^2$		

Fig. 3.—Areas de AVR positiva, 20 octubre 1982, 12hZ.



⊕ MAX POST  $0.12 E-6$   
 ⊖ « NEG.  $-0.13 E-6$

Fig. 4.—AVR en el SE de España, 20 octubre 1982, 12hZ.

$$\nabla_P(V-V_o) = -\frac{1}{f} V_T \cdot \nabla_P(\zeta_T + 2\zeta_o + f)$$

- Siendo  $V$  el viento en 500 mb  
 $V_o$  el viento en superficie  
 $V_T$  el viento térmico  
 $\zeta_T$  la vorticidad térmica  
 $\zeta_o$  la vorticidad en superficie  
 $f_o$  el parámetro de Coriolis

y sustituyendo en el segundo miembro el gradiente  $\nabla_P$  por la derivada a lo largo del meridiano se obtiene:

$$\nabla_P(V-V_o) = -\frac{2}{f_o} \frac{\partial \zeta}{\partial S} - \frac{V_T}{f} \frac{\partial \zeta_T}{\partial S} - \frac{V_T}{f} \frac{\partial f}{\partial S}$$

Calculadas las vorticidades en superficie y térmica (figs. 5a y 5b), a partir de los correspondientes mapas de superficie y de espesores, se ha obtenido (por las habituales diferencias centradas) los siguientes valores al E del Mar de Alborán:

$$\Delta\zeta_0 = -1.11 \cdot 10^{-5} S^{-1}$$

$$\Delta\zeta_T = -4.54 \cdot 10^{-5} S^{-1}$$

$$\Delta f = 1 \cdot 10^{-5} S^{-1}$$

Como el valor de la divergencia es  $5.76 \cdot 10^{-5} S^{-1}$ , se observa una anticiclogénesis local que explica la peculiar topografía de la isobara de 1.010 mb. Asimismo, puede observarse que actúa como eje de giro de la penetración de la masa de aire cálido procedente de Africa, bajo la cual se introduce el

aire frío que estaba estacionado sobre la Península, el cual a su vez gira también alrededor del mismo punto. Ello da lugar a la presencia de un frente (fig. 1) en el cual se presenta, además del contraste habitual, un efecto de cizalla que contribuye a una mayor imbricación de las masas, lo que origina a su vez una rápida oclusión.

Dado que en el E del Mar de Alborán, la AVR adquiere un valor muy negativo, próximo en situación al máximo de la zona B, resulta que en esta región tan limitada coexisten un sumidero y una fuente de aire troposférico originando una célula de gran inestabilidad que se considera asociada a la onda frontal responsable de esta situación. Ello ha conducido a pensar que el contraste de valores de AVR (expresado mediante su gradiente) podría contribuir al desarrollo. En el apartado siguiente se considerará la verosimilitud de esta hipótesis.

#### EXISTENCIA DE FRONTOGÉNESIS

El gradiente de la AVR tiene como expresión

$$\nabla(V \cdot \nabla\zeta) = \nabla V \cdot \nabla\zeta + V \nabla^2\zeta$$

donde  $V \cdot \nabla^2\zeta$  representa los fenómenos de fricción. Este resulta despreciable, en esta situación sumando frente al primero. Por tanto, el gradiente de la advección se puede escribir:

$$\nabla(V \cdot \nabla\zeta) = \nabla V \cdot \nabla\zeta$$

Ahora bien, analizada la frontogénesis en función de la vorticidad absoluta  $\eta = \zeta + f$  (ya que ésta es una magnitud conservativa), se tiene que

$$F = \frac{d}{dt} |\nabla\eta| \quad [1]$$

siendo  $F$  la función frontogenética, que también se puede expresar como (Holton, 1972):

$$\frac{d}{dt} |\nabla\eta| = \frac{\nabla\eta}{|\nabla\eta|} \cdot \frac{d}{dt} \nabla\eta \quad [2]$$

Desarrollado el segundo factor del producto escalar se llegó a:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \nabla\eta &= \frac{\partial}{\partial t} \nabla\eta + V \cdot \nabla\nabla\eta = \\ &= \nabla \frac{\partial\eta}{\partial t} + V \cdot \nabla\nabla\eta \end{aligned} \quad [3]$$

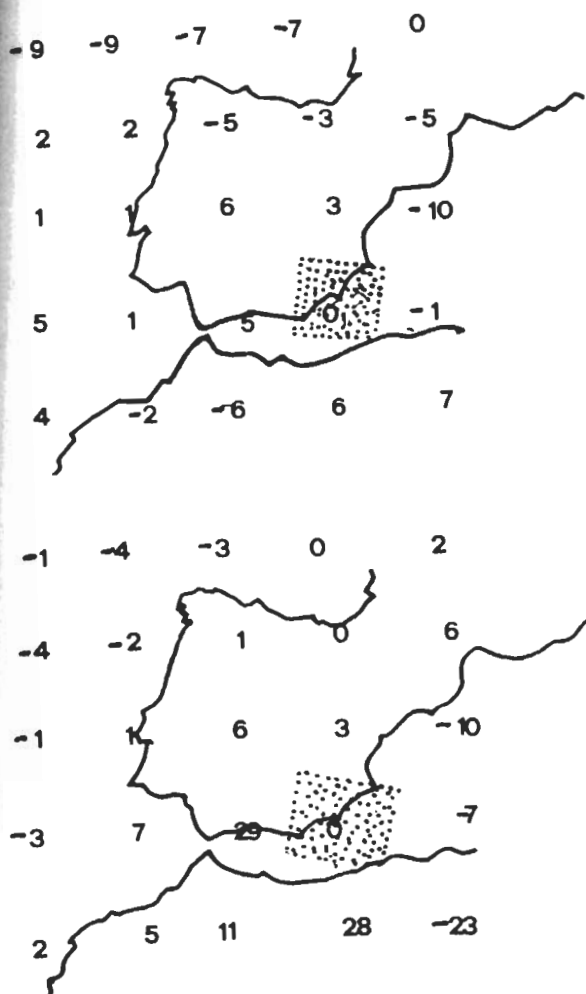


Fig. 5.—(A) Vorticidad en superficie. (B) Vorticidad térmica 1000/500 mb.

y teniendo en cuenta que la variación sustancial de la vorticidad es nula,

$$\frac{d\eta}{dt} = 0 = \frac{\partial\eta}{\partial t} + V \cdot \nabla\eta,$$

la expresión [3] se transformará en

$$\frac{d}{dt} \nabla\eta = \nabla(V \cdot \nabla\eta) + V \cdot \nabla\nabla\eta = -\nabla V \cdot \nabla\eta$$

y sustituyendo de nuevo en la [2], de la fórmula

$$F = \frac{d}{dt} |\nabla\eta|$$

se llega a

$$F = \frac{-\nabla\eta}{|\nabla\eta|} \cdot (\nabla V \cdot \nabla\zeta + \nabla V \cdot \nabla f)$$

Admitiendo que la contribución de  $\nabla V \cdot \nabla f$  es constante en todo el área, en el período de tiempo

considerado, entonces el máximo de  $F$  vendrá dado por el máximo de  $\nabla V \cdot \nabla\zeta$ , que, como se ha visto, es el gradiente de la advección, el cual presentaba un máximo en la zona señalada del Mar de Alborán. En ella coinciden, por tanto, fenómenos frontogénicos intensos, superpuestos a la ciclogénesis manifestada por el máximo de AVR. Dado que en el resto de la zona no se ha presentado una ciclogénesis tan intensa, se puede admitir que la concurrencia de ambas condiciones (fuente AVR positiva y frontogénesis local) es lo que ha dado origen a estos fenómenos catastróficos.

#### REFERENCIAS

- HALTNER, G. J., and MARTIN, F. L. (1957): "Dynamical and Physical Meteorology". *McGraw-Hill*. N. York.
- HOLTON, J. R. (1972): "An Introduction to Dynamic Meteorology". *Academic Press*. New York.
- PACHECO, J. M. (1983): "Ondas Frontales". Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.

Recibido: 26 enero 1984.