

# 13 de marzo de 2017 Inundaciones en Alicante

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

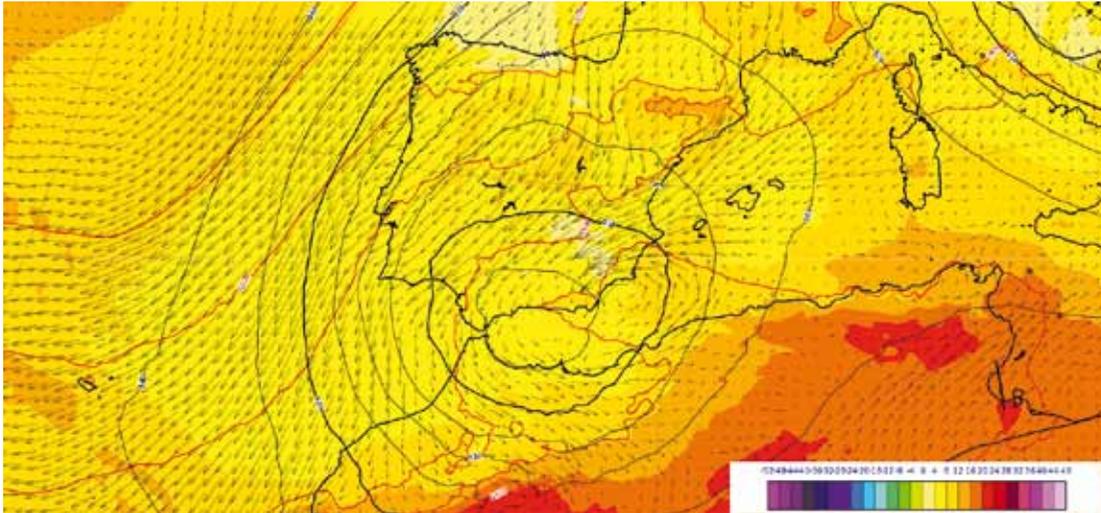


Figura 1. Análisis del modelo determinista del CEPPM del día 13 de marzo de 2017 a las 12 UTC: altura del geopotencial en 300 hPa (contornos en negro cada 50 m); presión al nivel medio del mar (contornos rojos cada 5 hPa); viento en 850 hPa (flechas); y la temperatura en 925 hPa coloreada según la escala.

En el mapa de la figura 1 están representados los campos de altura del geopotencial en 300 hPa, presión al nivel medio del mar, viento en 850 hPa y temperatura en 925 hPa del análisis del modelo determinista del Centro Europeo de Predicción Meteorológica para Plazo Medio (CEPPM) del día 13 de marzo de 2017 a las 12 UTC. Día en que se produjeron importantísimas lluvias en el SE de la Península (figura 2), destacando los 137 mm medidos y las inundaciones en la ciudad de Alicante. Se observa en niveles altos (300 hPa) una depresión aislada (DANA, o gota fría) ha permanecido bastante estacionaria con centro próximo a la costa norte del mar de Alborán, donde ha quedado bastante estacionaria tras desprenderse sobre la Península de una vaguada que atravesó Europa de NO a SE, y que se vislumbra sobre Italia.

Una DANA se corresponde a una anomalía positiva de vorticidad potencial (VP +) en niveles altos cuyo modelo conceptual en el caso de que la anomalía estuviera aislada, ver figura 3, está caracterizado por un mínimo de la altura del geopotencial, circulación ciclónica, y la presencia de aire estratosférico (con valores de vorticidad potencial mayores que 1 UVP - unidad de vorticidad potencial), que delata un descenso de la tropopausa, en niveles de presión habitualmente en la alta troposfera (p. ej. 300 hPa). En niveles medios y bajos de la troposfera hay una anomalía fría, formando las superficies isentrópicas o de temperatura potencial constante un domo, con mayor separación vertical hacia el centro de la anomalía VP +, que indica una disminución de la estabilidad térmica en la vertical de dicho centro, y la inducción de circulación ciclónica con el consiguiente mínimo relativo de presión en superficie. Evidentemente una anomalía VP + no se presenta aislada, y el desplazamiento habitual hacia el este de la DANA en un flujo general de vientos del oeste cuya intensidad aumenta con la altura, tiende a adveccionar aire cálido en niveles bajos en el SE de la DANA que se adentra hacia su centro mientras se eleva siguiendo las isentrópicas y se desestabiliza. A su vez esta anomalía cálida en niveles

bajos se comporta como una anomalía de VP +, induciendo bajas presiones y circulación ciclónica en el SE de la DANA e influyendo a su vez en el desplazamiento de la VP + en niveles altos.

En el caso del 13 de marzo, el campo de presión a nivel del mar bajo la mayor parte de la DANA parece un reflejo débil de la circulación ciclónica de niveles altos. Sin embargo, en el este de la misma la situación difiere apreciablemente, las isobaras en todo el levante peninsular son perpendiculares a las isohipsas del campo de altura de geopotencial en 300 hPa y la presión alcanza valores mínimos en la vaguada invertida del SE de la Península, que aparenta un apéndice de las bajas presiones relativas existentes en el norte de África. En parte este desacople se debe al máximo de temperatura en niveles bajos sobre el Mediterráneo occidental, que se aprecia en la figura 1, que actúa como una anomalía de VP + en niveles bajos induciendo circulación ciclónica a su alrededor, así como influyendo en un errático desplazamiento de la DANA en dirección y velocidad, cambiando su trayectoria inicial hacia el SE, hacia el sur, y desacelerando su velocidad de desplazamiento. A sotavento de los Pirineos y de Sierra Nevada se observan dos zonas de bajas presiones térmicas asociadas a descensos de aire en

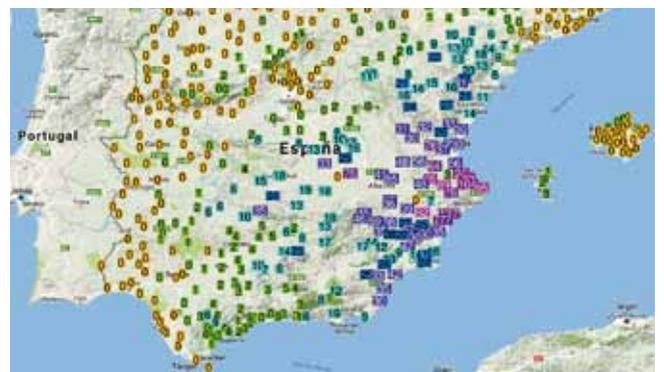


Figura 2. Precipitaciones medidas en las 24 h del día 13 de marzo (fuente AEMET).



**Figura 3. Modelo conceptual de anomalía positiva de vorticidad potencial aislada en niveles altos. Adaptada de Hoskins et ál. (1985).**

las laderas sur de ambas cordilleras. De distinta naturaleza es la extensión de la baja del SE hacia el norte, que presenta circulación ciclónica con centro en el mar de Palos.

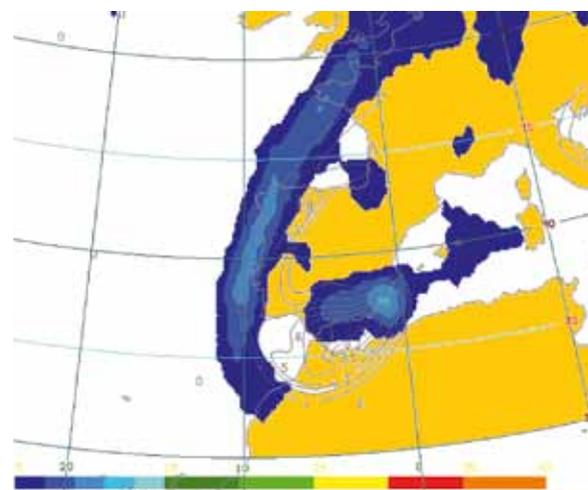
El campo de viento en 850 hPa, además del remolino o vórtice ciclónico del SE, muestra un máximo de viento del ENE, que desde el mar, bordeando la costa catalana, penetra en tierra por el golfo de Valencia hasta casi el corazón de la DANA en dirección perpendicular a los geopotenciales en 300 hPa, pero paralelo a las isobaras al nivel del mar, coincidiendo con la zona de su máximo gradiente.

El campo de temperatura en 925 hPa, además de las temperaturas frías en general bajo la DANA, presenta una sucesión de anomalías sobre la costa mediterránea: anomalía cálida al sur de los Pirineos; anomalía fría en la zona del chorro del NE en niveles bajos; anomalía cálida en el SE, al este y norte del remolino; anomalía fría en el centro del vórtice; y anomalía cálida al SE de Sierra Nevada.

Los campos de viento y temperatura en niveles bajos componen un sistema de flujos de distintas masas de aire que confluyen en el vórtice ciclónico del SE con bastante parecido al de los *conveyors* de un ciclón extratropical. Una baja muy poco profunda en superficie centrada en el mar de Palos; un pequeño *conveyor* cálido que desde el sur se enrosca alrededor del centro dirigiéndose hacia el oeste; un *conveyor* frío de una dimensión bastante mayor formado por el chorro de niveles bajos del NE, bastante húmedo debido a su recorrido marítimo, y probablemente causante de buena parte de las precipitaciones (figura 2) tanto por su ascenso sinóptico hacia el centro de la DANA (esquematisado en la (figura 3) como por los ascensos orográficos sobre las sierras; y un *conveyor* seco asociado a un plegamiento profundo de la tropopausa.

Los plegamientos profundos de la tropopausa se desarrollan en el lado occidental (lado trasero) de una vaguada en niveles altos (o anomalía de VP) cuando la vaguada se estira de norte a sur como una serpentina, o forma una DANA. Las trayectorias de aire que pasan a través del pliegue se abren en abanico en la base de la vaguada o depresión; el aire que se encontraba en el borde más occidental en el pliegue trasero gira anticiclónicamente alejándose de la vaguada, mientras que el aire que se encontraba más hacia el este y hacia arriba en el plegamiento se enrosca ciclónicamente hacia el interior de la vaguada. Esta última rama es la de mayor interés, ya que produce una capa de aire muy seco y estable que forma parte de la intrusión seca en los ciclones extratropicales (Browning, 1997) que da lugar al desarrollo de inestabilidad potencial. En la figura 4 están representados los campos VP tanto en una capa alta como en una capa media-baja previstos para las 12 UTC por el modelo del CEPPM (pasada de las 00 UTC). La VP en la capa 300-400 hPa (contorneada) muestran en la DANA valores propios de la baja estratosfera, lo cual indica el hundimiento de la tropopausa. Las áreas coloreadas corresponden a zonas con

valores de VP medios en la capa 700-850 hPa mayores de 0.5 UVP, que delatan dos zonas de plegamiento profundo de la tropopausa; uno en la parte trasera de la vaguada en las latitudes de la Península, y otro en el SE de la Península, donde la VP alcanza valores entre 1 y 1.5 UVP, y presenta forma de abanico, señal característica en niveles bajos de plegamiento de la tropopausa asociado a un máximo de viento en altura que se ha propagado por la base de la vaguada (o de la DANA). La dinámica de un pliegue de la tropopausa en la base de la vaguada genera inestabilidad potencial al superponer aire seco procedente de las proximidades de la tropopausa sobre aire húmedo, formado columnas atmosféricas con capas con disminución de la temperatura potencial con la altura. La inestabilidad potencial se libera como convección solo si tiene lugar un ascenso forzado suficiente.



**Figura 4. Campos de vorticidad potencial previstos para las 12 UTC por el modelo del CEPPM (pasada de las 00 UTC), en la capa 300-400 hPa, contorneado; y en la capa 700-850 hPa, coloreadas las zonas con valores superiores a 0.5 UVP.**

En este caso, la mayor inestabilidad se encontraría en la superposición del aire seco del descenso en el pliegue sobre el aire cálido y húmedo del *conveyor* cálido marítimo, y su inestabilidad se liberaría al dirigirse el *conveyor* hacia el oeste, tanto por el ascenso provocado por el forzamiento sinóptico, como por ascenso orográfico sobre las cordilleras litorales.

La presencia de un vórtice ciclónico en el campo de vientos en niveles bajos, sobre el mar, al este de la DANA y próximo a su base, y a la izquierda de una zona de máximo gradiente de geopotenciales en niveles altos, podría delatar la presencia de una zona de fuerte inestabilidad potencial asociada a una anomalía de vorticidad potencial en niveles bajos en un pliegue de la tropopausa, que habría inducido el vórtice por estiramiento vertical de la columna. La pequeña escala horizontal de los plegamientos de la tropopausa focaliza y amplifica la desestabilización convectiva y causando episodios localizados de tiempo adverso convectivo como el que produjo la inundación de Alicante.

### Leer más:

- Browning KA. 1997. The dry intrusion perspective of extra-tropical cyclone development. *Meteorol. Appl.* 4: 317-324.
- Danielsen EF. 1968. Stratospheric-tropospheric exchange based on radioactivity, ozone and potential vorticity. *J. Atmos. Sci.* 25: 502-518
- Hoskins, McIntyre y Robertson. 1985. On the use and significance of isentropic potential vorticity maps. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 111: 877-946.