

# EL TRÁNSITO DE BERNARD DEL GOLFO DE CÁDIZ A LA PENÍNSULA IBÉRICA EL 22 DE OCTUBRE DE 2023

## *BERNARD'S TRANSIT FROM THE GULF OF CÁDIZ TO THE IBERIAN PENINSULA ON OCTOBER 22, 2023*

Darío Cano<sup>(1)</sup>, José María Sánchez-Laulhé<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> AEMET, Madrid, [dcano@aemet.es](mailto:dcano@aemet.es)

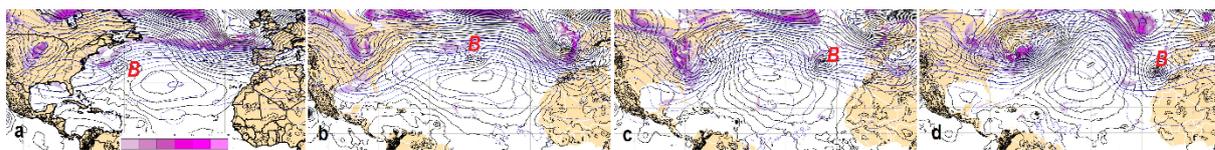
<sup>(2)</sup> AME, [josemaria.sanchezlaulhe@gmail.com](mailto:josemaria.sanchezlaulhe@gmail.com)

### SUMMARY

*Bernard was a deep extratropical cyclone that on October 22 affected the Iberian Peninsula, especially the southwest, where intense rainfall, and especially wind gusts, much higher than 100 km/h, caused countless incidents. Bernard was generated in the western North Atlantic and moved towards the east of the ocean with a behavior typical of the so-called diabatic Rossby waves. Western of the Azores Islands, the storm intensified and became thermally unstable, deepening its center at a rate of about 10 hPa/12 hours when it interacted with a high level shortwave trough. As a result, Bernard acquired characteristics of a tropical cyclone: a warm core, and strong low-level surface winds. As the storm moved westward over the Gulf of Cádiz, it intensified again due to the increase in convection in its center associated with the increase in vertical wind shear. Shortly before entering the Iberian Peninsula, the aggregation of cumulonimbus formed a Mesoscalar Convective System (MCS).*

Bernard fue una profunda borrasca, nombrada por el IPMA--servicio meteorológico portugués-- que el 22 de octubre afectó a la península ibérica, en especial al sudoeste, donde las precipitaciones intensas, y en sobre todo las rachas de viento, muy superiores a los 100 km/h, provocaron innumerables incidentes en las provincias de Cádiz, Huelva y Sevilla.

Bernard se formó el día 19 en el oeste del Atlántico Norte y se desplazó hacia el este del océano siguiendo la zona baroclina de latitudes medias (Figura 1), manteniéndose en la fase de onda abierta del ciclo de vida. Este comportamiento es propio de las denominadas ondas diabáticas de Rossby (DRW) caracterizadas por anomalías de vorticidad potencial positiva en la troposfera inferior en regiones húmedas y baroclínicas. Las DRW se regeneran continuamente por procesos diabáticos húmedos y con relativa frecuencia sufren ciclogénesis explosiva (Boettcher y Wemli, 2013). Al sobrepasar las islas Azores y hasta la longitud de Madeira la borrasca se intensificó (sufrió una ciclogénesis), profundizándose su centro a razón de unas 10 hPa/12 horas al interactuar la onda con una vaguada de onda corta de niveles altos de la troposfera, al tiempo que la presencia de aire frío en la vaguada inestabilizaba termodinámicamente la columna atmosférica.



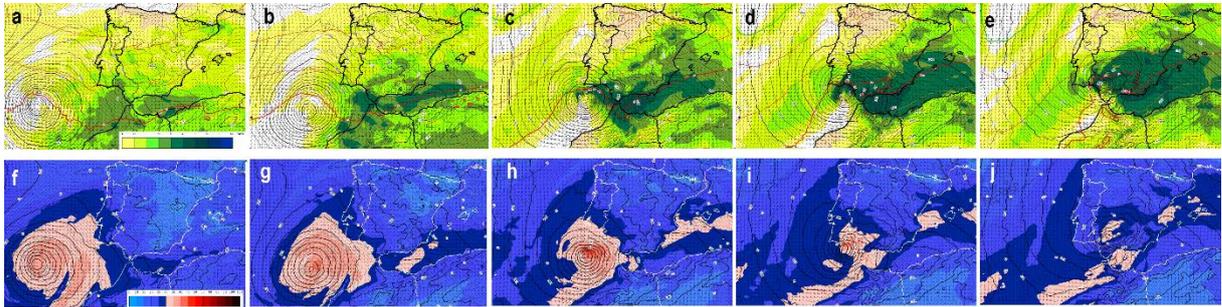
**Figura 1 - Análisis de los campos de presión a nivel del mar (contornos negros), altura del geopotencial (contornos azules) y vorticidad potencial (áreas coloreadas, escala en uvp) en 300 hPa de las 00 UTC del 19 al 22 de octubre (de izquierda a derecha) del modelo IFS del ECMWF.**

Tras la ciclogénesis Bernard tenía características propia de un ciclón tropical (CT): núcleo cálido, como muestra el campo de espesores 500/1000 (Figura 2); un fuerte gradiente de presión a nivel del mar; vientos fuertes en las proximidades de su centro en niveles bajos, y convección en las proximidades del centro (Figura 3) que estaría intensificando o manteniendo la circulación ciclónica por el proceso WISHE (*wind-induced surface heat Exchange*), que es el mecanismo principal de amplificación de los CT (Rotunno y Emanuel, 1987) y que habría provocado que Bernard sufriese una transformación tropical (TT).

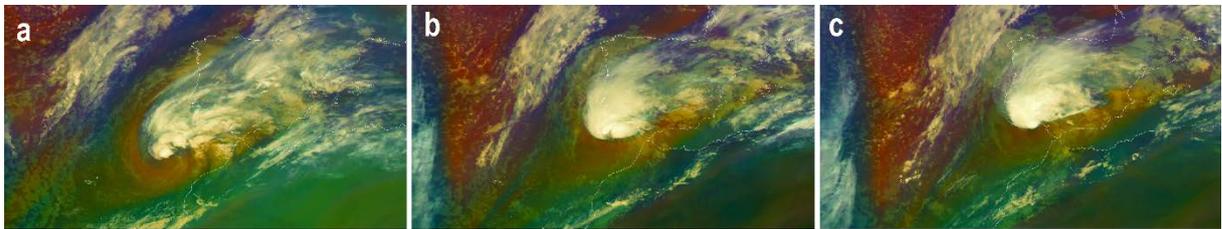
El día 22 el centro de la baja se fue rellenado hasta que se situó al sur de Portugal y se vio casi rodeado por un área de fuerte cizalladura vertical de viento, principalmente en el sector nordeste de la borrasca (Figura 2 a-e). Entonces la borrasca se volvió a profundizar (y los espesores en su centro a crecer), probablemente a través de la intensificación de la convección por el aumento de la cizalladura del vertical del viento en un ambiente termodinámicamente inestable. Esto explica el aumento de agua precipitable en la columna en dicha zona (Figura

2 f-j). Podemos concluir que la borrasca se intensificó cuando se internó en la zona de intensos vientos de levante, vientos ligados a la orografía y provocados por la presencia de la borrasca.

En las imágenes “masa de aire” de 06, 12 y 15 UTC (Figura3) se observa la paulatina agregación de los cumulonimbos en un Sistema Convectivo Mesoscalar (SMC) también achacable a la fuerte cizalladura de viento.

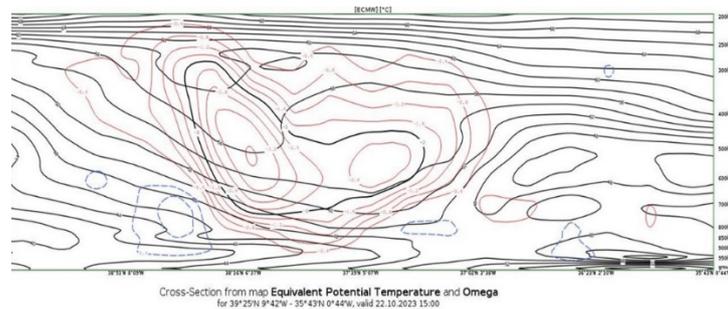


**Figura 2 - Campos de viento a 100m, presión a nivel del mar (contornos negros), espesores 500/1000 hPa (contornos rojizos en a-e), cizalladura vertical del viento 100m- 500hPa (áreas coloreadas en a- b, escala en m/s), contenido de agua precipitable en la columna (colores en f -j, escala en mm) para: a y f, análisis de 00 UTC; b, g, previstos H+6 para las 6 UTC; c, h análisis de las 12 UTC; d, i, previstos H+3 para las 15 UTC; e, j, previstos H+6 para las 18 UTC, todos del 22 de octubre y modelo IFS del ECMWF.**



**Figura 3 - Imagen producto “masas de aire” de Eumetsat del 22 de octubre a) 06 UTC; b) 12 UTC; c) 15 UTC**

Cuando la borrasca entra en la Península el SCM pasa a una etapa madura: la precipitación pasa ser de estratiforme, generada por la circulación de vuelco vertical mesoscalar. La masa cálida en altura de la zona estratiforme del SCM (Figura 4) en su desplazamiento hacia el norte de la Península causa ascensos en capas, como una onda de gravedad que liberan calor latente que mantiene la zona estratiforme del SCM.



**Figura 4 - Corte vertical de temperatura potencial equivalente (líneas negras) y de omega ( $\omega$ ) previstas para las 15 UTC (H+03) del 22 de octubre de 2023 por el modelo IFS del ECMWF. El corte va desde Lisboa a la izquierda hasta Argel a la derecha.**

## REFERENCIAS

- Boettcher, M., Wernli, H. (2013): *A 10-yr Climatology of Diabatic Rossby Waves in the Northern Hemisphere*. Mon. Wea. Rev., 141, 1139–1154, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-12-00012.1>.
- Rotunno, R., Emanuel, K. A. (1987): *An Air–Sea Interaction Theory for Tropical Cyclones. Part II: Evolutionary Study Using a Nonhydrostatic Axisymmetric Numerical Model*. J. Atmos. Sci., 44, 542–561, [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1987\)044<0542:AAITFT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1987)044<0542:AAITFT>2.0.CO;2).