

El Sistema Convectivo Mesoescalar del centro de la Península del 3 de septiembre de 2023

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

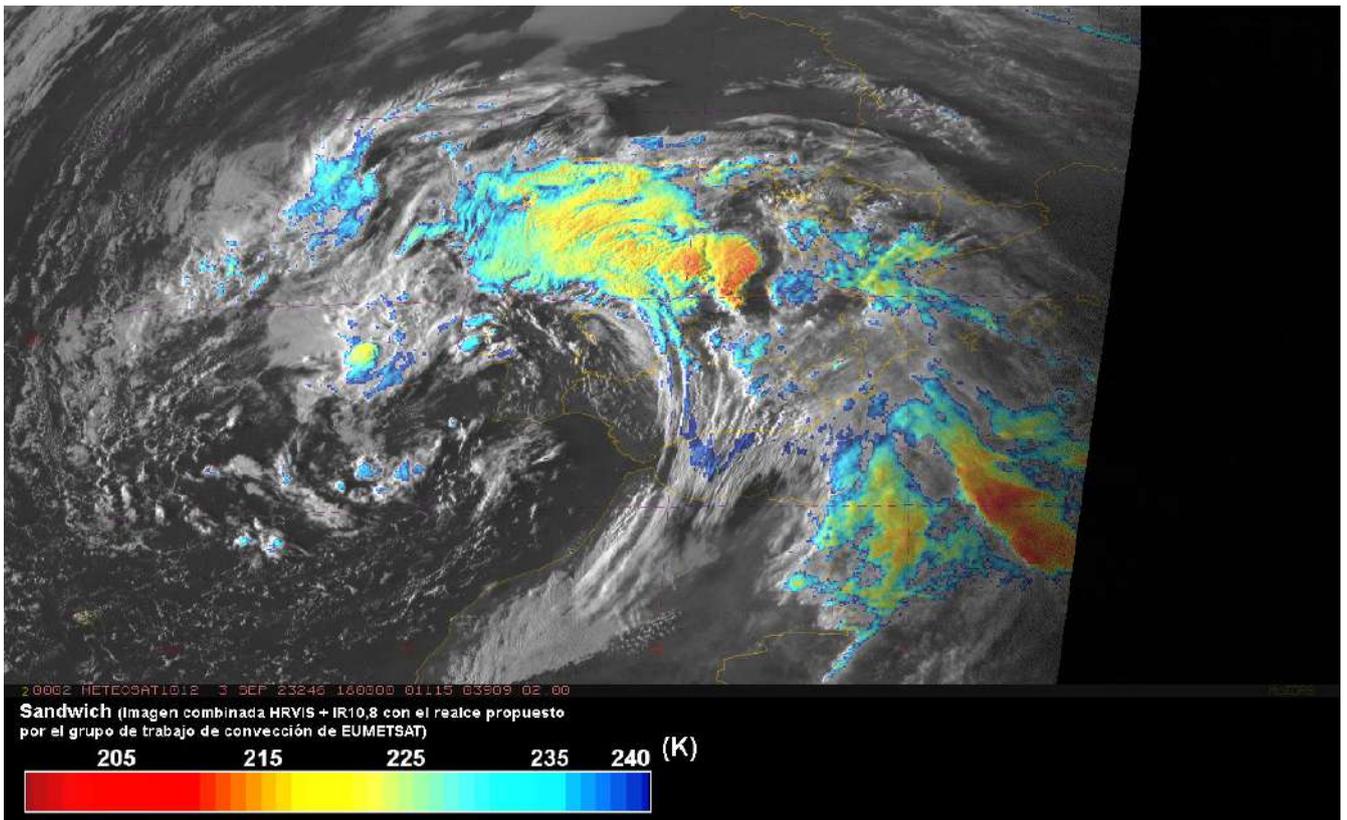


Figura 1. Imagen combinada de los canales HRVIS e IR10.8 del Meteosat de las 18 UTC del 3 de septiembre de 2023 en la que se observa el SCM en el centro de la Península. Las cimas nubosas más frías (rojizas) delatan el sector convectivo y las amarillentas-azuladas al sector estratiforme del SCM. Fuente AEMET.

Durante la tarde del 3 de septiembre se desarrolló un Sistema Convectivo Mesoscalar (SCM) que se mantuvo casi-estacionario en el centro de la Península (figura 1) y produjo inundaciones catastróficas afectando a las provincias de Toledo y Madrid, con varias personas fallecidas y enormes daños materiales. Los SCM son las tormentas convectivas de mayor dimensión. Se forman cuando las nubes que se producen en respuesta a la inestabilidad convectiva se amalgaman y organizan en un solo sistema nuboso de mayor escala y generan precipitaciones que cubren grandes áreas contiguas de lluvia. Los SCM típicamente contienen una gran región de precipitación estratiforme y circulaciones de mesoscala inducidas por el gran conglomerado de nubes

convectivas y estratiformes y por la propia precipitación. Estas características se muestran en el esquema bidimensional de flujos relativos en una sección vertical perpendicular a una línea de turbonada con sector estratiforme trasero basado en Houze (1989) en la figura 2.

Los SCM de larga duración y movimiento lento son una de las principales causas de inundaciones en los trópicos y en las latitudes medias cálidas. La figura 3 muestra la precipitación acumulada a lo largo del día 3 de septiembre sobre la España peninsular y Baleares.

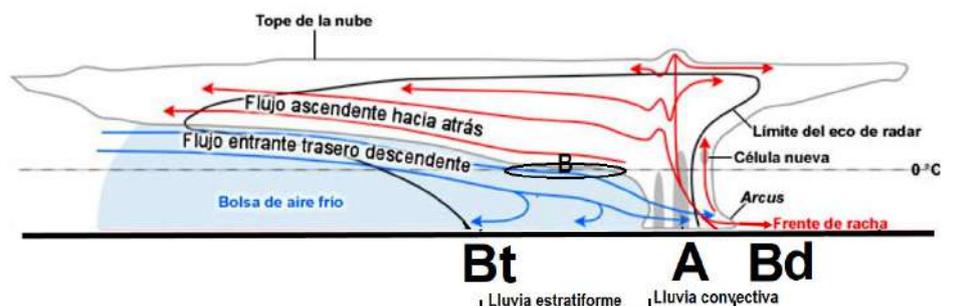


Figura 2. Esquema bidimensional de flujos relativos en un SCM compuesto de una línea de turbonada con un sector estratiforme trasero. Basado en Houze (1989).

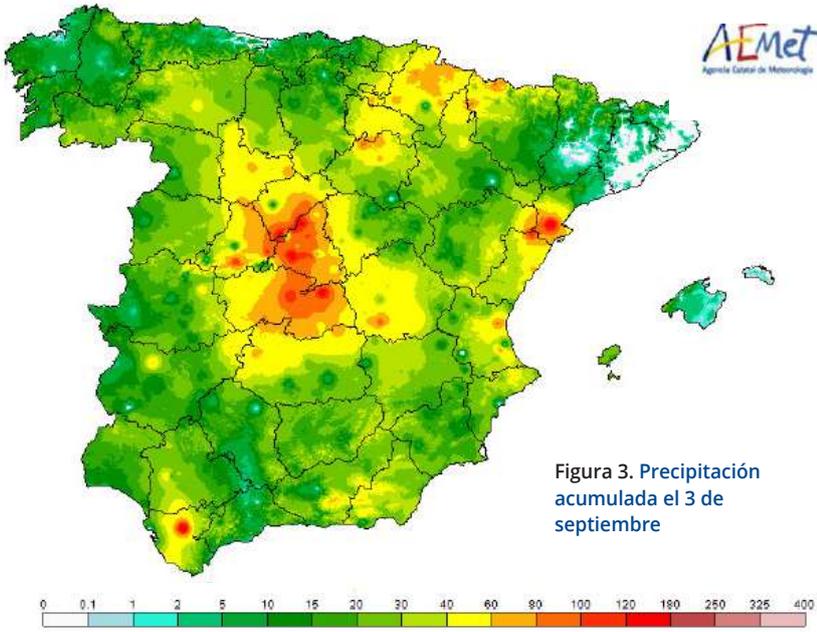


Figura 3. Precipitación acumulada el 3 de septiembre

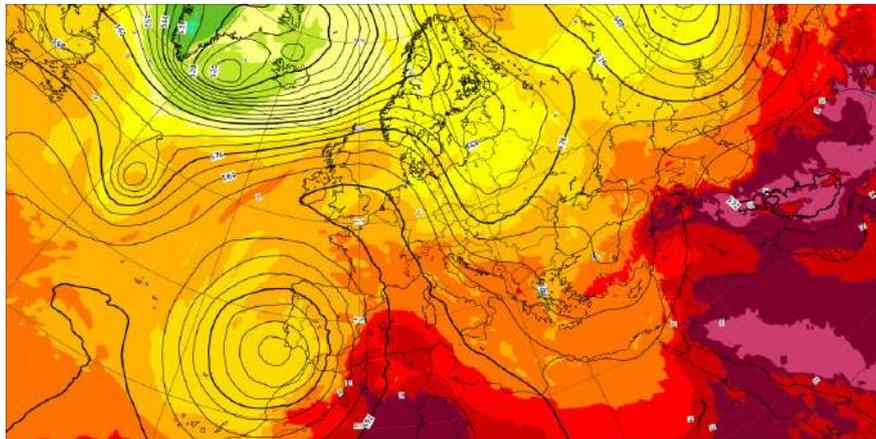
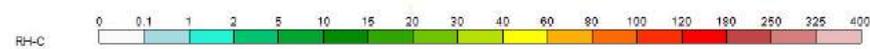


Figura 4. Altura del geopotencial en 500 hPa y temperatura en 850 hPa. Análisis de 12 UTC del 3 de septiembre del modelo HRES del ECMWF. Fuente ECMWF

Durante el evento la Península se encontraba bajo la influencia de una DANA con su centro situado cerca del cabo de San Vicente (figura 4). El aire frío en altura de la DANA generaba inestabilidad termodinámica en la Península mientras en niveles bajos producía una advección cálida en la parte delantera de la DANA que afectaba principalmente al este peninsular (figura 4). El aire cálido originaba bajas presiones en el mar de Palos y vientos de levante en superficie en buena parte de la Península (figuras 5 y 7). Una detallada información sobre la evolución atmosférica a escala sinóptica durante los días 2, 3 y 4 de septiembre se puede encontrar en AEMET (2023).

Análisis de los campos de niveles bajos previstos por el modelo HRES del ECMWF para las 18 UTC

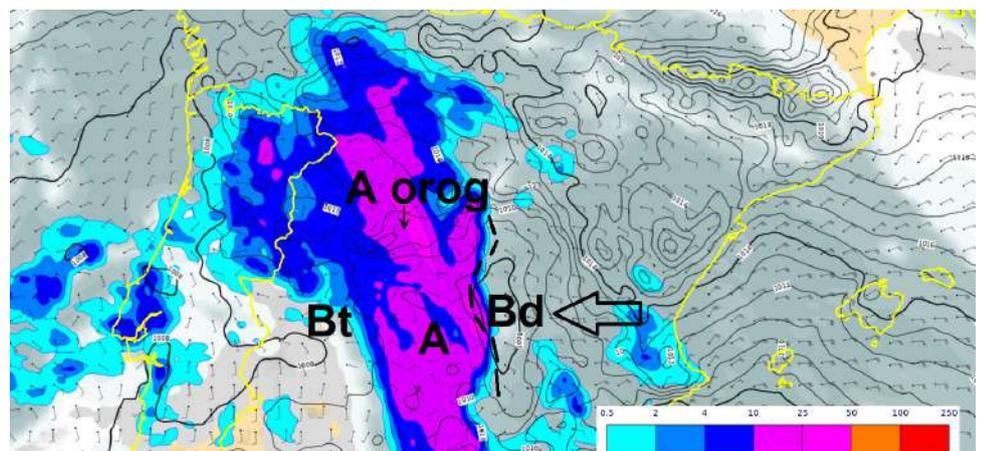
En el mapa de la figura 4 se muestran sobre la zona afectada por el SCM los

campos previstos por el modelo HRES del ECMWF para las 18 UTC del 3 de septiembre (pasada de las 12 UTC del mismo día) siguientes: viento a 10m, presión a nivel del mar y precipitación acumulada en las tres últimas horas. A la latitud del máximo de alimentación del sistema en niveles bajos, indicada en la figura 5 por una gran flecha, podemos identificar las características propias de

los SCM en niveles bajos indicados en el esquema conceptual mostrado en la figura 2. De este a oeste identificamos: una baja delantera, Bd, que precede a la zona convectiva, consecuencia de los movimientos ascendentes del flujo de entrada de vientos cálidos del flujo de levante; el frente de racha, indicado por la línea a trazos, que coincide con un máximo de precipitación acumulada asociada a la parte convectiva del SCM; un mínimo de precipitación que separa la parte convectiva de la estratiforme; una zona de altas presiones relativas, A, debida a los movimientos descendentes y la masa de aire fría asociados a la zona estratiforme, y finalmente, una zona de bajas presiones trasera, Bt, debida al calentamiento adiabático por descenso sin precipitación.

Más al norte la situación es parecida con algunos cambios debidos a que el SCM se fue desarrollando de norte a sur y por tanto presenta características propias de una etapa más avanzada en el ciclo de vida del SCM. Así, como consecuencia de la mayor potencia del aire frío asociado a la zona estratiforme, el frente de racha se ha situado al este de la convectiva y en consecuencia la convección se ha hecho menos vertical; el máximo de precipitación se encuentra en la parte estratiforme, en el valle del Alberche; el alta de la zona estratiforme está distorsionado por las altas presio-

Figura 5. Campos previstos por el modelo HRES del ECMWF pasada de las 12 UTC del día 3 para las 18 UTC (H+06) de: presión a nivel del mar, en hPa (intervalo de contorno 1 hPa); viento a 10m, y precipitación acumulada en las tres horas anteriores (colores, según la escala en mm/3h).



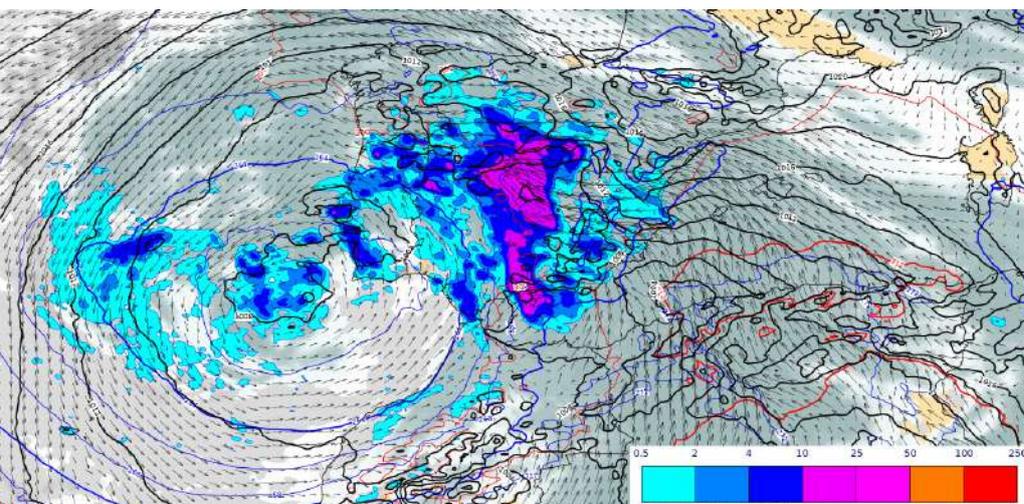


Figura 6. Campos previstos por el modelo HRES del ECMWF pasada de las 12 UTC del día 3 para las 15 UTC (H+03) de: presión a nivel del mar, en hPa, contornos negros (intervalo de contorno: 2 hPa); vectores viento en 850 hPa, y precipitación acumulada en las tres horas anteriores (colores, según la escala en mm/3h); espesores 700/1000, en dm, contornos en rojo (intervalo de contorno: 60 m); espesores 500/700, en dm, contornos en azul (intervalo de contorno: 20 m).

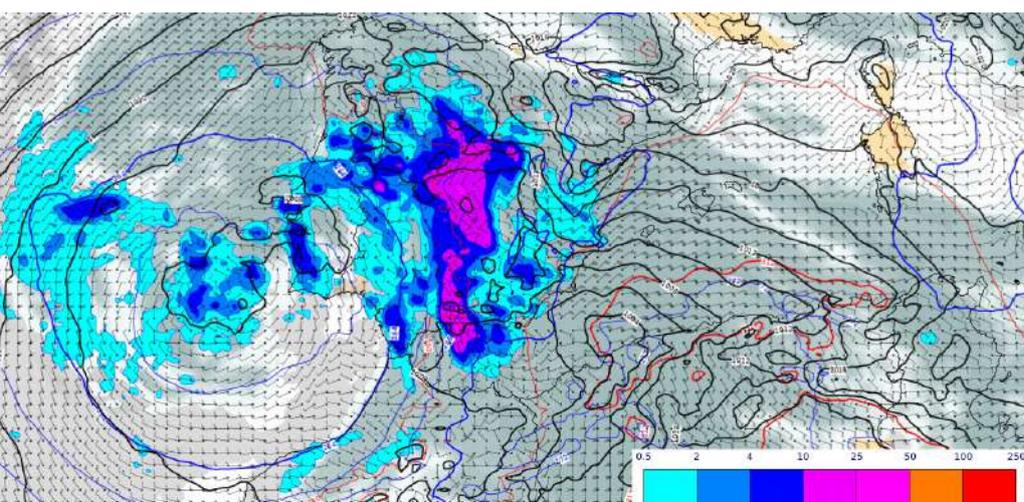


Figura 7. Campos previstos por el modelo HRES del ECMWF pasada de las 12 UTC del día 3 para las 15 UTC (H+03) de: presión a nivel del mar, en hPa, contornos negros (intervalo de contorno: 2 hPa); viento a 10m, y precipitación acumulada en las tres horas anteriores (colores, según la escala en mm/3h); espesores 700/1000, en dm contornos en rojo (intervalo de contorno: 60 m); espesores 500/700, en dm, contornos en azul (intervalo de contorno: 20 m).

nes debido al aire frío atrapado en las cordilleras del sistema Central: Guadarrama y Gredos.

Chorro en niveles bajos en la etapa inicial del SCM

La entrada de aire cálido desde el norte de África (figura 3) presenta las características de un frente cálido con muy poca pendiente. Como se muestra en las figuras 6 y 7 que presentan vientos en niveles bajos y presión a nivel del mar a las 15 UTC, sobre el Mediterráneo al este de la Península, el frente va asociado a una zona baroclina an-

cha caracterizada por un gradiente de presión a nivel del mar dirigido hacia el norte; gradiente que alcanza un máximo de intensidad sobre las cadenas montañosa del este de la Península. El viento en los niveles bajos es altamente ageostrófico: en 850 hPa el viento tiene una fuerte componente sur perpendicular a las isobaras (figura 5) hasta el cabo de la Nao, mientras que en superficie predomina el viento del NE, de mayor intensidad junto a la costa española (figura 6), también con una importante componente perpendicular a las isobaras. Estos vientos indican una circula-

ción directa frontal, que asciende en la costa de Argelia y desciende en el mar Balear. Sin embargo, en la Península a las 15 UTC la zona baroclina ha desaparecido sobre la Meseta sur por el calentamiento diurno y queda reducida a las inmediaciones del sistema Central, donde queda atrapado aire frío bajo la superficie frontal. El flujo de levante en 850 hPa procedente del Mediterráneo al pasar a La Mancha por el portillo de Albacete pasa bruscamente de estar sometido a un fuerte gradiente de presión a un gradiente muy débil por lo que se desvía hacia el norte acelerado por la fuerza de Coriolis generando se un chorro en niveles bajos. Como se observa en la figura 6, hay una intensa convergencia de vientos en 850 hPa a las 15 UTC en las inmediaciones y a barlovento del sistema Central entre las sierras de Guadarrama y Gredos, que están alineadas perpendicularmente al viento en 850 hPa. Esta convergencia dispararía la convección inclinada corriente abajo debido a la circulación frontal, y por tanto facilitando la temprana generación de una circulación mesoscalar ascendente dirigida hacia la parte trasera del SCM. Igualmente, el flujo ageostrófico de niveles bajos asociado al frente atrapado en el sistema Central sería el origen de la circulación mesoscalar entrante descendente trasera del SCM.

Agradecimientos:

A José Ángel Núñez Mora, jefe de la Unidad de Climatología de la Delegación de AEMET en Valencia, y a Alejandro Roa Alonso, Meteorólogo del Área de Predicción Operativa de AEMET, por su colaboración en este trabajo.

Referencias:

- AEMET, 2023. Informe sobre el episodio meteorológico de precipitaciones intensas ocasionadas por una dana durante los días 2, 3 y 4 de septiembre de 2023. https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/dana_sep_2023
- Houze, R. A. et al, 1989. Interpretation of Doppler weather-radar displays in midlatitude mesoscale convective systems, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 70, 608-619.