

Reventón cálido en el festival Medusa de Cullera

JOSÉ ÁNGEL NÚÑEZ MORA AEMET EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

1. Situación meteorológica general

Lo inmediato, cuando en verano se produce la advección de una masa de aire africano extremadamente seco y muy cálido, es pensar que nos encontramos a las puertas de una ola de calor, que será más o menos intensa en función de las características de la masa de aire advectada. Pero la experiencia indica que durante estas intensas invasiones de aire de componente suroeste que en su recorrido final remontan la cordillera del Atlas, además del calor, se suelen producir otros fenómenos en el este de la Península e islas Baleares que a veces dan lugar a tiempo violento en superficie: tormentas secas, reventones cálidos y secos, alteraciones transitorias del nivel del mar o rissagas suelen acompañar también estos días de intensa ola de calor.

El 13 de agosto de 2022 se observaba una dana al oeste de las costas de Portugal con un máximo de viento en la parte delantera (figura 1) que la iría desplazando a lo largo del día hasta el nordeste de la Península. En su avance, después de mes y medio con calor persistente, en los días centrales del mes se produjo un notable refrescamiento en amplias zonas de España. Por delante de la dana, un chorro subtropi-

cal introducía sobre la Península una masa de aire muy cálido. El sondeo atmosférico de Murcia de las 00 UTC, registró 26.0 °C en el geopotencial de 850 hPa y, según los análisis meteorológicos, se superaban los 25 °C en amplias zonas del este de la Península, con el máximo de 27 °C en el valle del Ebro.

El movimiento de la dana hacia el este y el avance de la dorsal hacia el Mediterráneo suele ser sinónimo de vientos terrales de poniente en la Comunidad Valenciana, lo que unido a la masa tan cálida, implica que en la franja litoral se superan fácilmente los 40 °C y, de hecho, ese día se activó el aviso rojo en el litoral de Valencia y sur de Alicante. Las previsiones se cumplieron y la temperatura máxima registrada el día 13 en el observatorio de Alicante, 42.0 °C, fue la máxima histórica registrada en esta ciudad en al menos los últimos 125 años, superando los 41.4 del 4 de julio de 1994.

2. Tormentas secas y reventones

Muy relacionado con la situación general antes descrita, el 13 de agosto se produjeron otros fenómenos meteorológicos que estuvieron entre los que más impacto tuvieron durante el verano de 2022 en España, como las tormentas secas de ese día, que provocaron los incen-

dios de Bejís (Castellón) y Vall d'Ebo (Alicante) que, según el Sistema Europeo de Información sobre Incendios Forestales (EFFIS), son el tercero y décimo que más hectáreas han quemado en Europa durante el año 2022: 31 473 Ha arrasadas en total entre los dos incendios.

Entre los numerosos reventones que se produjeron de madrugada en la Región de Murcia y en las provincias de Alicante y Valencia, el que afectó poco después de las 4 de la madrugada al festival Medusa, ubicado al sur de Cullera, donde a esa hora había miles de personas, dio lugar a una trágica situación que provocó un fallecido y decenas de heridos a causa de los daños que se produjeron en las infraestructuras del recinto por las fuertes rachas de viento.

En la madrugada del día 13 de agosto de 2022, una serie de tormentas en fase de disipación llegó a zonas bajas del prelitoral y litoral de Valencia poco después de las 3 de la madrugada, afectando a la zona del festival, donde se produjo un reventón cálido de origen convectivo que provocó un brusco ascenso de temperatura, un acusado descenso de humedad relativa y rachas muy fuertes de viento.

A las 01 UTC, 03 hora oficial peninsular, en el sondeo previsto en el punto más próximo a Cullera se aprecia la típica configuración termodinámica en forma de “cebolla”, con una fuerte inversión en niveles bajos, donde la temperatura prevista a 250 m de altitud era de 34 °C, y 33 °C a 900 m. A esa hora se registraban 26.5 °C en la estación meteorológica de Polinyà de Xúquer situada aproximadamente a 12 km en línea recta al oeste, por lo que la temperatura en Cullera debía de ser similar, ya que esa inversión en capas bajas estaba generada por la brisa marítima del sureste que introduce en tierra aire relativamente fresco y húmedo en comparación con la masa de aire muy cálida de origen africano que lo sobrevolaba.

Por encima de la inversión había un estrato muy seco y perfectamente mezclado, con una estratificación próxima a la adiabática seca hasta 500 hPa y por encima un estrato entre 6000 y 7500 m de altitud con una humedad superior al 80 %.

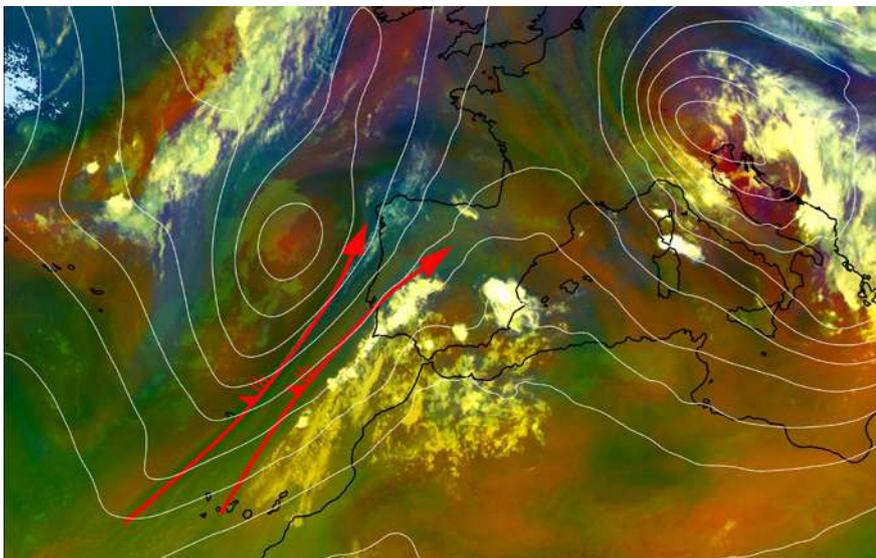


Figura 1: imagen de masas de aire de las 00 UTC del día 13 de agosto de 2022 (fuente: EUMETSAT) y análisis meteorológico de la misma hora en el geopotencial de 300 hPa (fuente: Servicio de Cambio Climático de Copernicus).

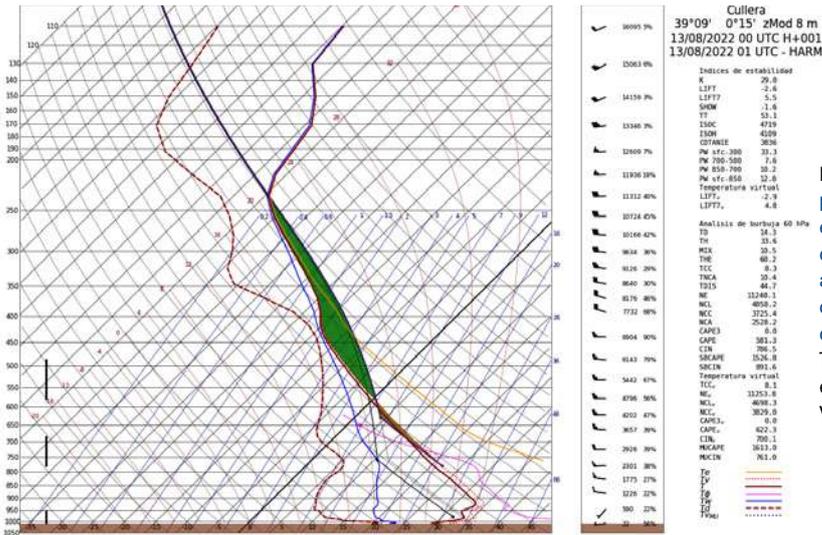


Figura 2: sondeo previsto en el punto más cercano a Cullera a las 01 UTC del día 13 de agosto de 2022 (fuente: Twitter de AEMET en la Comunidad Valenciana).

Con esta situación, en caso de dispararse las tormentas, con una capa profunda de aire muy seco de más de 4 km de espesor, la situación atmosférica era favorable para la generación de intensas corrientes descendentes de aire a causa de la evaporación de las gotas de lluvia que caerían desde la alta base de la nube. Cerca de la superficie, la capa relativamente fresca era muy somera, por lo que no era suficiente para impedir que la corriente llegase al suelo. Cuando se produce el reventón cálido, además de las fuertes rachas de viento, el resultado es un repentino e intenso calentamiento del aire y, de hecho, los testigos presenciales del suceso relatan el brusco ascenso de temperatura, manifestando que “era como si el aire quemara” y también se refieren a que el fenómeno fue acompañado de polvareda, quizás provocada por el levantamiento de tierra de la zona oeste del recinto del festival, la situada entre el festival Medusa y el puente de la Bega, que es de terreno natural sin asfaltar y donde probablemente impactó el reventón con más intensidad.

3. Teledetección y observación

El modelo conceptual de reventón cálido indica que el momento más probable de su formación es durante la fase final de la tormenta.¹

Como se ha indicado en el punto 1, la tormenta que penetró por el interior de la provincia comenzó a disiparse al acercarse a la costa, donde no se registraron rayos. Los últimos datos de rayos se registraron entre las 02:40 y las 03:00, a 30 km de Cullera y algo más de una hora antes

de que se produjese el reventón en el festival Medusa.

Los cortes verticales de las imágenes del radar de Valencia, situado en la sierra de Cullera, muestran ecos de precipitación suspendidos a una altitud de entre 4 y 5 km, lo que indica que en la troposfera media se debían de estar produciendo precipitaciones que se evaporaban en la capa inferior muy seca, provocando el enfriamiento del aire. Ese aire más frío que el del entorno es el que se desplomó contra la superficie, provocando rachas muy fuertes de viento al impactar contra el suelo. Gran parte de la precipitación se evaporó antes de llegar a la superficie, aunque en estos casos siempre se suelen producir de forma dispersa precipitaciones débiles o inapreciables.

Una vez evaporada la precipitación, el aire se calienta a un ritmo de 10 °C por cada kilómetro de descenso y, al atravesar la somera capa de aire fresco y húmedo junto al suelo en zonas del litoral, se produce un brusco ascenso de temperatura y descenso de humedad, como confirman los datos de las estaciones meteorológicas, entre ellas las de Polinyà de Xúquer, donde el ascenso fue de 9.3 °C, con un descenso de humedad superior al 40 %.

Las estaciones meteorológicas tienen capacidad para registrar la componente horizontal del viento, pero cuando se produce un reventón hay que considerar también los efectos de la velocidad vertical de las intensas corrientes descendentes de aire, capaces de generar importantes daños, y también considerar que parte de los daños se producen tras el impacto contra el suelo, lo que se produce ascensos y des-

censos, rotores con el eje paralelo al suelo, etc. que a veces provocan “aplastamientos” de estructuras y otras veces los empujes verticales ascendentes llegan a arrancar las más frágiles, e incluso en zonas próximas, se pueden producir velocidades de viento mucho más débiles más allá de la región de formación de esos microvórtices y de la zona de impacto del aire junto al suelo.

Todo lo anterior justifica los daños diferenciados que se observaron dentro del recinto del festival Medusa. Los daños significativamente más importantes se produjeron en la zona oeste, la zona de procedencia de la tormenta, donde puertas de acceso y otras infraestructuras fueron abatidas, mientras que en la zona este, a sólo 250 m de distancia, hubo estructuras tan frágiles como sombrillas que no se vieron afectadas.

A falta de datos de velocidad vertical del viento en estaciones convencionales, podemos emplear los datos de velocidad vertical derivados del viento VAD (Velocity Azimuth Display) del radar de Valencia, situado en la montaña de Cullera a 250 m de altitud y a 2 km en línea recta del festival Medusa. Estos datos hay que tomarlos con prudencia, porque si bien hay mucha experiencia en el análisis de los perfiles de viento VAD de las velocidades horizontales derivadas de ellos, y también hay estudios (algunos citados en la bibliografía) que han comparado los datos VAD de viento horizontal con los datos de radiosondeos, no hay mucha experiencia en el análisis de los datos de la velocidad vertical que también se derivan de los datos VAD.

Los vientos VAD se calculan en la vertical del radar ajustando todos los datos de velocidad radial obtenidos en un rango de hasta 25 km del radar, por tanto, el festival Medusa entraba dentro del rango de estimación del viento VAD, sin embargo, los datos numéricos de velocidad vertical no deben de interpretarse como un dato puntual similar a como se registra en un anemómetro, ya que no representa el dato de un punto sino que son valores ajustados con todos los obtenidos en cada parcela de exploración a una elevación determinada.

Teniendo en cuenta todas las prevenciones anteriores, los datos de velocidad vertical derivados del viento VAD del radar de Valencia estimaron fuertes descensos de aire en las tres exploraciones más bajas, en-

¹ NWS Albuquerque (EEUU). <https://www.weather.gov/abq/localfeatureheatburst>

Figura 3: perfil de viento VAD del 13 de agosto de 2022 a las 02:10 UTC. (Fuente: AEMET).

tre 500 y 1000 metros de altitud, a las 04:10 y 04:20 (figura 3), por tanto, a las horas en las que el fenómeno meteorológico afectó al festival Medusa. Especialmente significativa fue la velocidad vertical descendente del viento estimado por el radar en la exploración más baja, lo que confirma la presencia de una masa de aire que se estaba desplomando desde la base de la nube hasta la superficie, con velocidades más altas cerca del suelo. En los datos VAD previos a la llegada de la tormenta, el flujo en capas bajas era del oeste y la velocidad vertical era negativa en todas las exploraciones.

Por tanto, en el caso del reventón que se produjo en el festival Medusa, no sólo tenemos datos registrados en superficie y datos derivados de modelos numéricos que se ajustan el modelo conceptual de reventón cálido, sino que también tenemos datos procedentes del radar de Valencia que confirman de forma objetiva la presencia de una masa de aire que poco después de las 4 de la madrugada se estaba desplomando sobre el recinto del festival Medusa.

4. Tormentas severas, reventones y cambio climático

El reventón que se produjo en el festival Medusa en la madrugada del 13 de agosto de 2022 y los múltiples que se produjeron en las horas previas y posteriores en la Región de Murcia y en la Comunidad Valenciana, no son fenómenos nuevos y todos obedecen a un patrón similar al descrito. En la base de datos de SINOBAS hay notificados desde el año 2013 cincuenta reventones cálidos, es decir, a un promedio de cinco al año, con mucha variabilidad entre unos años y otros.

A pesar de no ser nuevos, ¿son ahora más frecuentes o más intensos que antes a causa del calentamiento global, que en nuestro territorio es más intenso en el verano, que es la estación principal en la que se producen?

El primer problema para responder a esa pregunta deriva de que, como se ha visto, tenemos una serie de datos muy corta, lo que ya de por sí no permite una evaluación de tendencias de estos fenómenos, pero el problema principal es que, a pesar de que estos fenómenos violentos a menudo tienen impactos sociales importantes, como se vio en el caso de Cullera, con un fallecido y decenas de heridos, su escala espacial pequeña,

de unos pocos cientos de metros, y su escala temporal corta, de unos pocos minutos, hacen difícil poder cuantificar los efectos del cambio climático no sólo en las tendencias observadas, sino también en las proyecciones, ya que estos eventos locales y de corta duración están influenciados en gran medida por un alto grado de variabilidad aleatoria que hacen que la detección y atribución de tendencias sea más incierta que la detección y atribución de tendencias en otros elementos del clima como la evolución de temperaturas (Zhai et al., 2021).

De hecho, en el Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático del IPCC, se cita que “hay poca confianza en las tendencias observadas a largo plazo (40 años o más) en la intensidad, frecuencia y duración en fenómenos como las tormentas intensas debido a la falta de homogeneidad de los datos” y también que hay “una baja confianza en las proyecciones de este tipo de fenómenos de pequeña escala y corta duración”.

A pesar de todo, en el Sexto Informe de Evaluación también se insiste en que “los modelos climáticos proyectan constantemente cambios ambientales que respaldarían un aumento en la frecuencia e intensidad de tormentas eléctricas severas que combinan tornados, granizo y vientos (nivel de confianza alto), aunque existe un nivel de confianza bajo en los detalles del aumento proyectado”. En nuestro caso, el incremento de temperatura en España desde la época preindustrial es de 1.7 °C (Informe sobre el Estado del Clima en España 2021, AEMET), por lo que estos fenómenos tormentosos, como los reventones,

que producen rachas de viento muy fuerte y que tienen su principal combustible en el calor anómalo de masas de aire subtropical que invaden la Península, se estarían desarrollando ahora en un ambiente diferente al de hace décadas, por lo que, a pesar de las incertidumbres, no se puede descartar que estos fenómenos, cuando se producen, lo estén haciendo ahora con más intensidad.

Bibliografía y referencias

- Aemet. (2022). Informe sobre el estado del clima de España 2021. <https://doi.org/10.31978/666-22-006-X>
- Cornejo Jorge, S., & Elizaga Rodríguez, F. (2004). Datos de viento VAD (Velocity Azimuth Display): caracterización y aplicación operativa. (A. Meteorológica Española, Ed.) XXVIII Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española.
- Conejo Jorge, S., & Elizaga Rodríguez, F. (2003). Aplicación a la vigilancia y predicción inmediata de los perfiles de viento derivados de radares meteorológicos Doppler. <https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/5151>
- Jiménez Alonso, C., Jiménez Cavero, C. M., Perea Hitos, C., & Riesco Martín, J. (2020). Estudio meteorológico de la supercélula tornádica del 26 de agosto de 2019 en Campillos (Málaga). <https://doi.org/10.31978/666-20-021-7>
- Zhai, P., Pirani, A., Connors, S., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J., Maycock, T., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B., Bellouin, N., ... Zickfeld, K. (Eds.). (2021). IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/>

