

# SUPERCÉLULAS, GRANIZO GRANDE Y TORNADOS EN ESPAÑA

## *SUPERCCELLS, LARGE HAIL AND TORNADOES IN SPAIN*

Carlos Calvo-Sancho<sup>(1)</sup>, Yago Martín<sup>(2)</sup>, Juan Jesús González-Alemán<sup>(3)</sup>, Ana Morata<sup>(3)</sup>,  
María Luisa Martín<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Matemática Aplicada, Escuela de Ingeniería Informática, Universidad de Valladolid, Segovia, España, [carlos.calvo.sancho@uva.es](mailto:carlos.calvo.sancho@uva.es)

<sup>(2)</sup> Departamento de Geografía, Facultad de Historia y Filosofía, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España, [ymargon@upo.es](mailto:ymargon@upo.es)

<sup>(3)</sup> Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), [jgonzaleza@aemet.es](mailto:jgonzaleza@aemet.es)

### SUMMARY

*Supercell storms, often associated with severe weather conditions like tornadoes, hail, strong winds, and heavy precipitation, have a significant socioeconomic impact. In Spain, the lack of open-data availability has hindered their analysis. Collaborative efforts have created a database covering supercell events from January 2011 to December 2021, identifying 2087 storms, with citizen collaboration. The data show high supercell activity in eastern Spain, particularly in the Mediterranean and northeastern regions. Analyses of synoptic configurations and pre-convective environments have been conducted for supercells with hail  $\geq 5$  cm and without hail ( $< 5$  cm) during 2011-2020, revealing that most hail-bearing supercells develop in eastern Spain, mainly in July and August, with stronger convective environments compared to non-hail supercells. From 2022, only high socioeconomic impact supercells (large hail  $\geq 5$  cm and tornadoes) have been recorded. The trend suggests a significant increase in hail events in Spain, possibly linked to anthropogenic climate change.*

Las tormentas supercelulares suelen estar asociadas a condiciones de tiempo severo, como tornados, granizo, fuertes rachas de viento y fuertes precipitaciones, provocando un alto impacto socioeconómico en la sociedad. A pesar de los posibles impactos, la falta de datos disponibles en formato *open-data* ha dificultado el análisis y la caracterización de la climatología de supercélulas en España. Este problema se ha abordado mediante un esfuerzo voluntario y colaborativo para la generación de una base de datos de eventos supercelulares desde enero de 2011 hasta diciembre de 2021. Se ha identificado 2087 tormentas con características supercelulares durante los 11 años de período de estudio. De ellas, la colaboración ciudadana ha permitido confirmar el 13.7% de supercélulas identificadas por imágenes de radar PPI. Asimismo, se ha recopilado el tamaño del granizo y/o tornados asociados a cada supercélula (si se ha registrado). Los resultados muestran una distribución espacial con una alta actividad supercelular en la mitad oriental de España, principalmente en las regiones del Mediterráneo y del noreste peninsular.

Gracias a la recopilación de las supercélulas en una base de datos, se ha podido analizar las configuraciones sinópticas y los ambientes pre-convectivos que favorecen el desarrollo de supercélulas con granizo  $\geq 5$  cm y sin granizo (o granizo  $< 5$  cm) de 262 supercélulas durante el período 2011-2020. Se ha utilizado el reanálisis atmosférico ERA5 en niveles híbridos para estudiar las situaciones sinópticas y los perfiles atmosféricos próximos al punto y hora inicial de cada supercélula. Los resultados muestran que el 88.3% de las supercélulas con granizo se desarrollaron en la mitad oriental de España y  $\sim 75\%$  se registraron en los meses de julio y agosto. Los ambientes convectivos de las supercélulas con granizo están caracterizados por unos valores de la mediana de MUCAPE aproximadamente dos veces mayores que las supercélulas sin granizo. Además, las supercélulas con granizo están caracterizadas por una altura de congelamiento mayor, una cizalladura efectiva más marcada y una reducción en la inhibición convectiva.

A partir de 2022 se ha recopilado únicamente las supercélulas con alto impacto socioeconómico, es decir, las supercélulas asociadas con granizo grande ( $\geq 5$  cm) y tornados. En el período 2011-2023 se han recopilado 100 eventos de granizo grande y 30 eventos de tornados supercelulares. Dentro de los 100 eventos de granizo grande, se han registrado 27 eventos granizo  $\geq 7$  cm y 5 eventos de granizo gigante ( $\geq 10$  cm), siendo 3 en los últimos dos años. La tendencia muestra un aumento significativo del número de días y de eventos de granizo en España, pudiendo ser una causa directa del cambio climático antropogénico. El número de eventos tornádicos supercelulares en España (30 desde 2011) es más reducido en comparación que los eventos de granizo, debido a

que las condiciones son más desfavorables. La frecuencia anual de eventos tornádicos es de 2.5 eventos por año. Desde 2011, no se ha registrado ningún tornado EF3 en la España peninsular y las Islas Baleares.