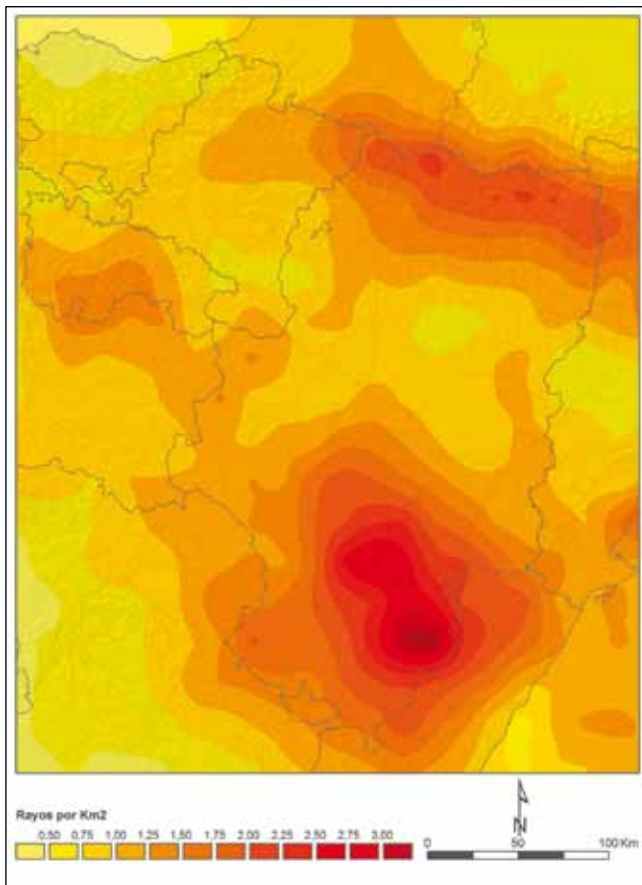


# Profundizando en el estudio de la convección

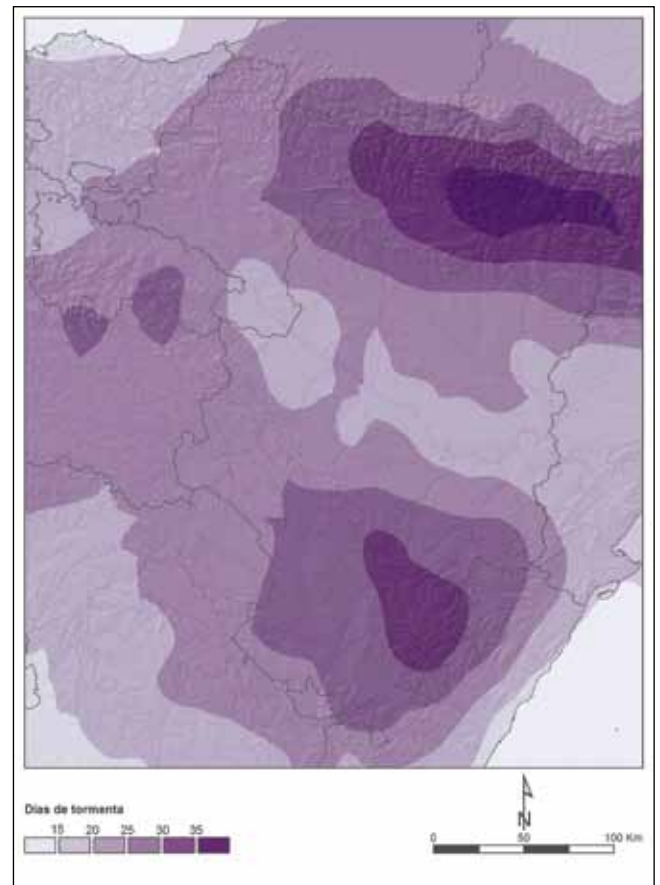
## EN EL NORDESTE PENINSULAR

FRANCISCO ESPEJO, EVELIO ÁLVAREZ, FRANCISCO CORTÉS, CRISTINA LAFRAGÜETA, ROBERTO SERRANO. AEMET, ZARAGOZA

*Es probable que cualquier lector de este boletín piense que es en el nordeste de la península Ibérica donde los fenómenos convectivos se producen con mayor frecuencia y, sobre todo, intensidad.*



**Figura 1. Número medio de descargas por Km<sup>2</sup> y temporada.**



**Figura 2. Número medio de días de tormenta por temporada.**

Algunos estudios previos, como el de Pérez y Zancajo, publicado en el número 28 de este mismo Boletín de la AME, vienen a demostrar esta hipótesis de partida. La localización del área, con la influencia de dos mares de características muy distintas y con un relieve condicionado por la cadena pirenaica al norte, la depresión del Ebro en su centro –que actúa como un pasillo para la conexión de las dos masas marítimas– y la Meseta y su orla nororiental, el Sistema Ibérico, al sur, favorece de muchas maneras los ascensos y las convergencias que van a dar lugar a la convección atmosférica.

Recientemente se ha publicado la nota técnica (número 3 de AEMET) “Caracterización sinóptica de los procesos convectivos en el interior del nordeste peninsular” (disponible on-line en la página web de AEMET), con el objetivo de profundizar en el conocimiento de la actividad tormentosa en un área de estudio conformada por un rectángulo cuyos vértices superior izquierdo e inferior derecho fueran, groseramente, Bilbao y Castellón.

La nota técnica, a la que en todo momento remitimos al lector más interesado, incluye una climatología de las descar-

gas eléctricas en el área para el periodo cálido (el que abarca desde abril hasta septiembre, ambos inclusive), cuando se produce la mayor parte de los fenómenos tormentosos del año, desde 2002 hasta 2008. Ésta revela que la mayor densidad de descargas (sin contar el número de subdescargas, Figura 1) del área de estudio se produce en la Ibérica de Teruel, entre las Sierras de San Just y Gúdar. El máximo, con más de 3 descargas/Km<sup>2</sup>/temporada se localiza en la convenientemente denominada Sierra del Rayo. La configuración de la densidad de descargas muestra máximos a lo largo de la Ibérica y los Pirineos, particularmente en la zona abierta a los flujos del suroeste, así como en el litoral mediterráneo.

Sin embargo, el número máximo de días de tormenta presenta un claro máximo en la vertiente sur del Pirineo Central, rebasando los 35 días de tormenta por temporada (o sea, tormenta uno de cada cinco días, aunque esta proporción aumenta a casi uno de cada tres en agosto). En la Ibérica ciertamente se produce un máximo secundario, pero en general la frecuencia es apreciablemente menor que en los Pirineos. La comparación entre la densidad de descargas y el número de días de tormenta conduce a pensar en una mayor intensidad de los fenómenos convectivos sobre la Ibérica. Esta relevancia de la convección en el área de la Ibérica más próxima al Mediterráneo se traduce también en la elevada proporción de la precipitación estival (superior a la tercera parte del total anual), que presenta su máximo estacional en esta zona, como también sucede en el oeste del Pirineo ilerdense. Si se considera la temporada cálida objeto de estudio, en el sur de Teruel la precipitación registrada en ese periodo supera el 65% del total anual.

El estudio realizado incorpora también, entre otras cosas, una distribución por intervalos horarios y meses (Figura 3). Ésta viene a ser una especie de “película” de la evolución media, por meses y horas del comportamiento de la actividad tormentosa en la zona. Así, mientras que en abril es esporádica y está relacionada esencialmente con el paso de sistemas de escala sinóptica; mayo presenta ya un patrón que refleja la in-

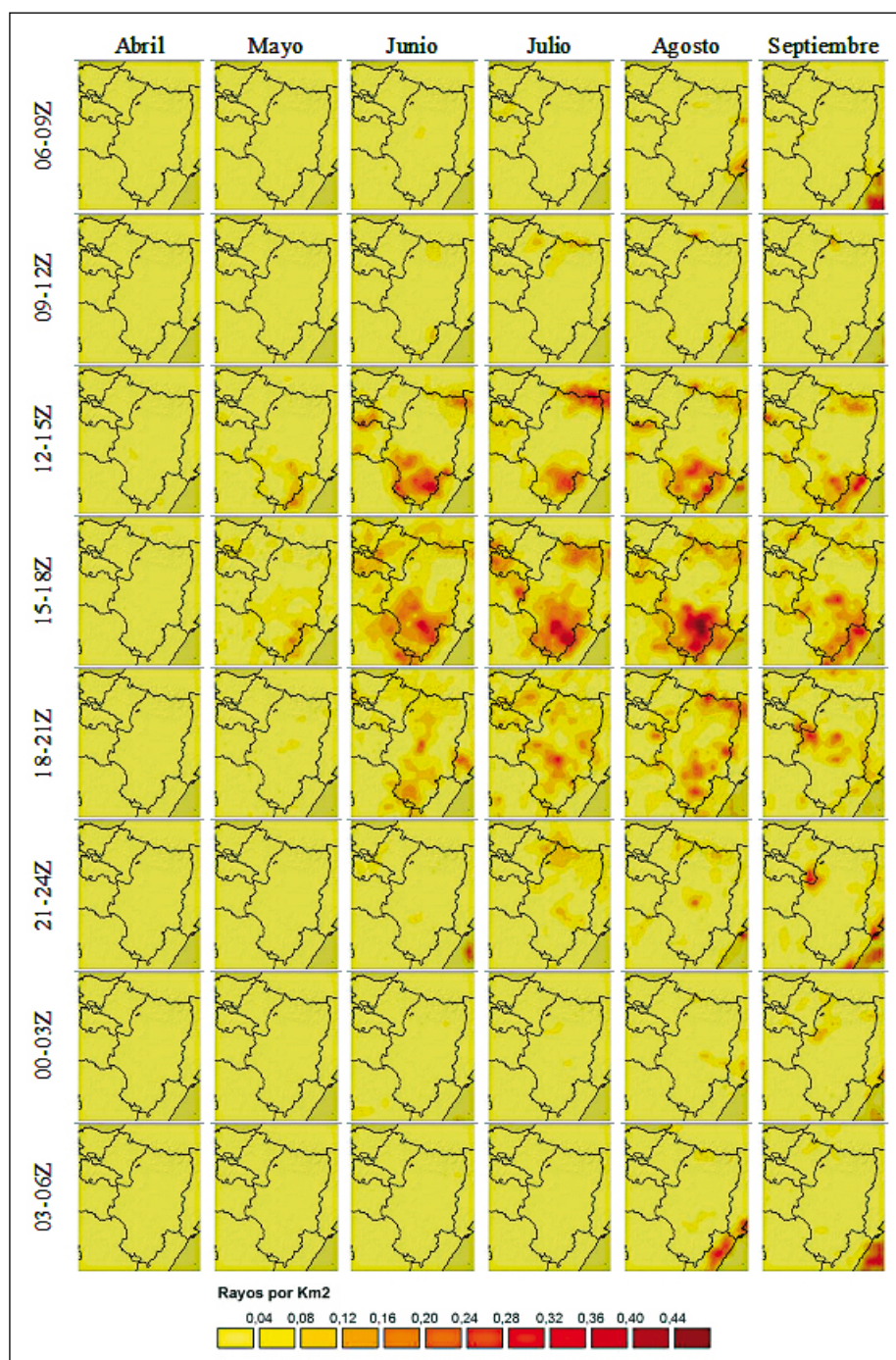


Figura 3. Media de la evolución trihoraria, por meses, de la actividad tormentosa.

fluencia del calentamiento diurno y del relieve. Es el anticipo de lo que sucederá en verano, cuando la actividad tormentosa se forme sobre la Ibérica, especialmente, y los Pirineos a partir de mediodía y se vaya trasladando hacia el centro de la depresión del Ebro y los Pirineos, donde se reactivará durante la tarde y las primeras horas de la noche. En agosto y septiembre es sobre el litoral mediterráneo o sobre el propio mar donde se producen tormentas nocturnas, favorecidas por la convergencia de las brisas y la mayor temperatura de la superficie del mar en esta época del año.

# Profundizando en el estudio de la convección

## EN EL NORDESTE PENINSULAR

Se ha abordado una clasificación sinóptica elemental de las situaciones en la zona mediante un sencillo criterio que combina la dirección del flujo en el geopotencial de 500 hPa en los vértices noroeste y sudeste del rectángulo que define el área de estudio y la velocidad del flujo en el punto central del mismo. Si ésta es inferior a 5 m/s, la situación se clasifica como “masa de aire”; en cualquier otro caso se produce una combinación de posibilidades que arroja 25 situaciones más. En aras de la simplificación, se han agrupado finalmente en 9 situaciones sinópticas, denominadas masa de aire, sur, suroeste con difluencia, suroeste sin difluencia, oeste, depresiones entrantes, depresiones rebasadas, ondas largas del noroeste y oclusiones o vaguadas rebasadas. En la Figura 4 se muestran algunos ejemplos del resumen de las situaciones, junto con la precipitación media, la densidad media de descargas y la probabilidad de que se produzca tormenta para cada una de ellas, lo que quizás sea el resultado más interesante de este trabajo de cara a su aplicación para la predicción.

La situación más frecuente, del orden del 30% de los días, es la de onda larga del noroeste, favorecedora del famoso cierzo y, como se aprecia en la Figura 4, muy poco propicia a los fenómenos convectivos.

Dado que se ha pretendido caracterizar los fenómenos convectivos a partir de su característica más obvia y más inequívocamente detectable a distancia, los rayos nube-tierra obtenidos de la red de AEMET y que se dispone de los datos de precipitación obtenidos a partir de la red climatológica de AEMET, se ha estudiado la correlación entre descargas y precipitación, reducidos los datos a una cuadrícula de 0,5°. Tras comprobar que ambas variables no son normales, se estudia la correlación rho de Spearman entre las dos,

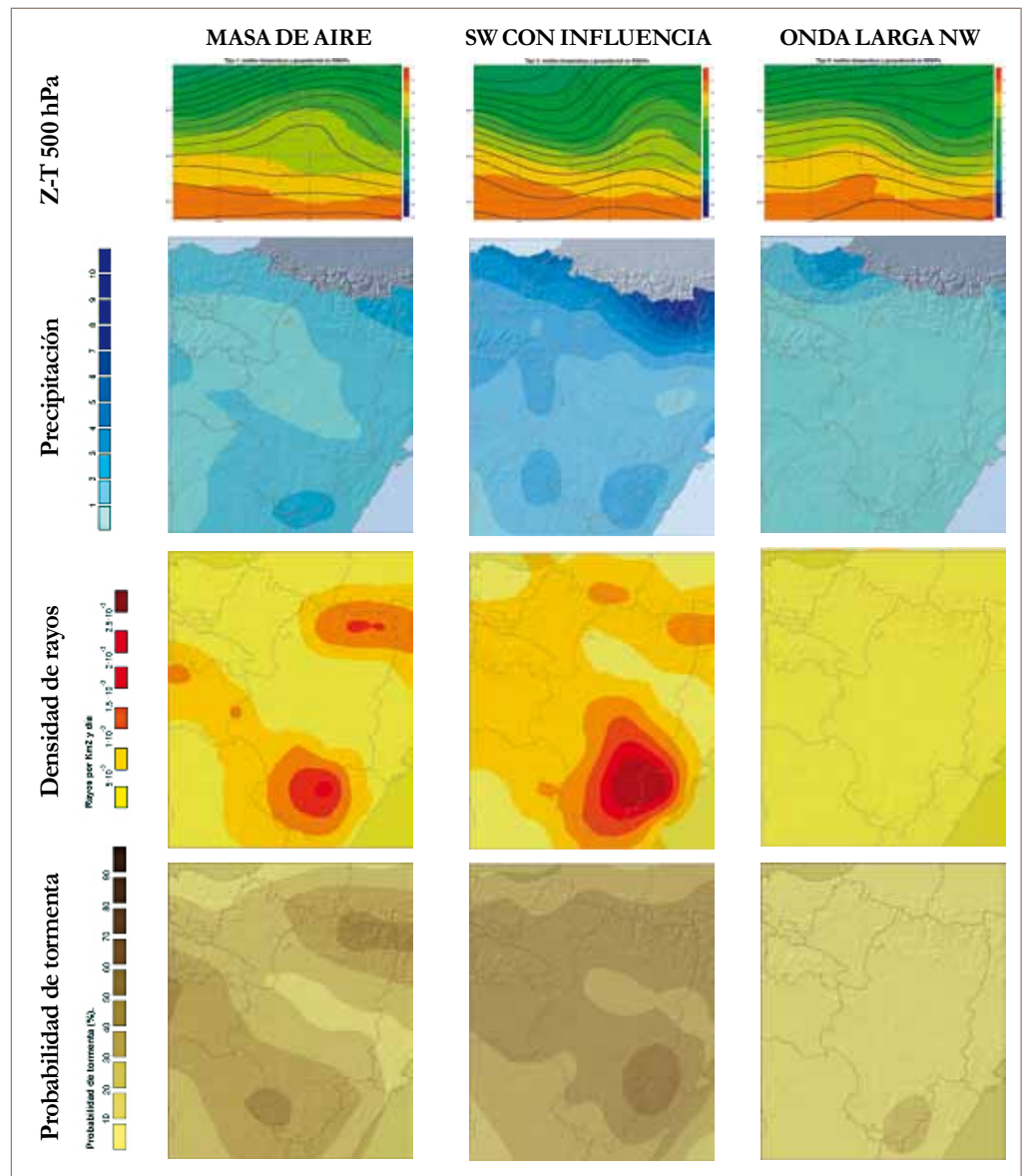


Figura 4. Algunos ejemplos de situaciones sinópticas tipo y de sus características medias.

que resulta ser de 0,5. Por meses, ésta llega a ser máxima en junio y julio, cuando supera 0,57, y es mínima en abril, con 0,4. Es decir, se está obteniendo una medida de la correlación entre la precipitación y las tormentas que indirectamente es un indicativo del carácter convectivo o estratiforme de la precipitación. Por situaciones, la correlación es mayor en las situaciones del suroeste con y sin difluencia y menor en las situaciones de depresiones rebasadas, que producen precipitaciones relativamente altas en el litoral mediterráneo pero pocas tormentas.

Igualmente interesante resulta la correlación geográfica entre descargas y precipitación (Figura 5), que ofrece un máximo en el área de Gúdar-Maestrazgo (> 0,6) y un mínimo en las zonas próximas al Golfo de Vizcaya (< 0,3), indicando la

mayor frecuencia de la precipitación de origen convectivo y estratiforme, respectivamente.

Además de la correlación, se estudia la asociación, que es otro parámetro estadístico que trata las variables descargas y precipitación como cualitativas, clasificándose éstas en varios tramos. Los resultados son similares a los anteriores, con las interesantes aportaciones de la mayor frecuencia de tormentas secas (del orden del 30%) durante el mes de agosto, lo que es muy relevante para la lucha contra los incendios forestales en una zona en la que los rayos son una de sus principales causas. Otra aportación del estudio de la asociación es la dirección de la misma: es más acertado colegir que se están produciendo precipitaciones intensas a partir de grandes densidades de rayos que lo contrario, sobre todo en la depresión del Ebro y el litoral mediterráneo, hecho que puede ser de utilidad para la vigilancia meteorológica como método complementario o sustitutivo, en su caso, del radar.

Dado que sobre esa cuadrícula de  $0,5^\circ$  se dispone de datos de salidas del modelo HIRLAM 0,5 (0,48) y 0,2 (0,16), se ha realizado un estudio de atribución de causas de los procesos utilizando los siguientes estadísticos descriptivos: advección de vorticidad geostrofica 300/500 hPa, advección de espesores en 1000 hPa, divergencia del vector Q 500/850 hPa, índice total de totales en 500 hPa, convergencia de humedad en 925 hPa, convergencia del campo del viento en superficie y presión en superficie. El estudio de la regresión logística binaria permite identificar los campos derivados de los modelos numéricos que mejor predicen la convección, que de entre los escogidos son el índice total de totales (especialmente) y parámetros mesoscalares como la convergencia de humedad en 925 hPa y la convergencia de vientos en superficie, aunque éstos varíen según el tipo de situación sinóptica.

La atribución de causas y del porcentaje de acierto entre los modelos de regresión logística y la ocurrencia o no de tormenta permite afirmar que es más fácil acertar una predicción en las situaciones con carácter menos convectivo y más difícil hacerlo en las más dinámicas, aunque si se trata de precisar espacialmente dónde se va a producir una tormenta, es más sencillo hacerlo en situaciones más inestables y más difícil en situaciones a priori más estables.

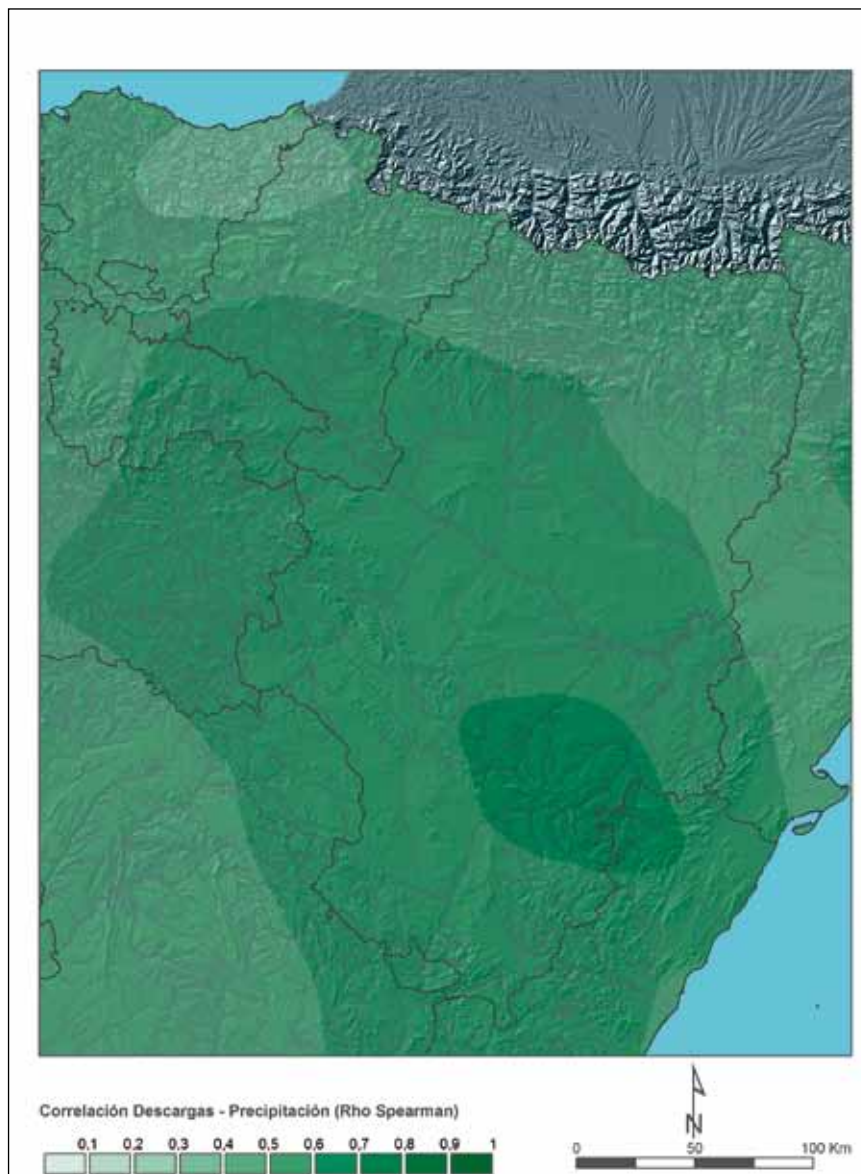


Figura 5. Correlación entre descargas y precipitación (Rho Spearman).

La nota técnica se completa con una serie de casos de estudio para cada una de las situaciones definidas en el trabajo y que permiten profundizar más sobre sus características.

En definitiva, se trata de un trabajo que resume una línea de investigación sobre la convección y sus causas iniciada en 2007 en el entonces Centro Meteorológico Territorial de Aragón, La Rioja y Navarra y que ha ido incorporando progresivamente nuevos enfoques con el objetivo de ampliar el conocimiento de un fenómeno atmosférico especialmente relevante en este área de estudio.

La nota técnica número 3 de AEMET: “Caracterización sinóptica de los procesos convectivos en el interior del nordeste peninsular” está a libre disposición del público en formato pdf en la dirección:

[HTTP://WWW.AEMET.ES/ES/DIVULGACION/PUBLICACIONES/DETALLES/SINOPTICA](http://www.aemet.es/es/divulgacion/publicaciones/detalles/sinoptica)