

# POTENCIALIDADES DE LA RED DE DESCARGAS ELÉCTRICAS DE ESPAÑA

**Juan López Arroyo**

**Javier Martín Vide**

*Departamento de Geografía Física y A.G.R.*

*Universidad de Barcelona*

## 1. Introducción

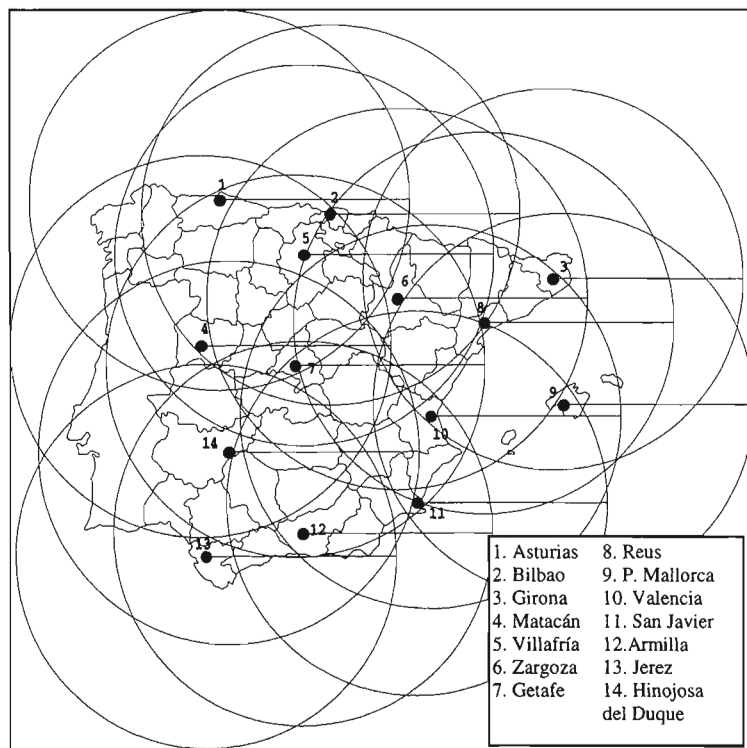
El rayo, uno de los fenómenos meteorológicos más aparatosos, tiene una evidente importancia meteorológica, como manifestación eléctrica ligada a las células tormentosas. Pero, además, los rayos tienen una nada despreciable incidencia económica en nuestro país. Los daños y pérdidas económicas que se derivan de su caída, aun teniendo en cuenta la proliferación de los sistemas de protección (pararrayos, etc.), muy probablemente resultan en la actualidad más gravosos que en el pasado. Aparte de que los rayos son la causa de un cierto porcentaje de los incendios forestales - algunas estimaciones elevan a cerca de un 10% el número de fuegos forestales iniciados por el rayo-, su caída directa o próxima afecta a menudo a instalaciones diversas, viviendas, red eléctrica, con los consiguientes daños derivados del corte temporal del suministro, así como a un sinnúmero de instrumentos y aparatos eléctricos, incluidos los sistemas informáticos, cada vez más numerosos, por la sensibilidad de sus componentes electrónicos. Otros muchos sectores económicos deben recibir especial protección frente al rayo, como, por ejemplo, la industria química, en especial en el ramo de los combustibles y los explosivos, o, en el medio rural, las granjas de ganado, a menudo con escasa protección a pesar del potencial peligro de ser alcanzadas por los rayos, dado su aislamiento. Por otra parte, y por encima de las consideraciones anteriores, está el número de víctimas humanas, que supera el producido por otros riesgos naturales. Así, en España la media anual de muertos en la década de los años ochenta fue superior a 11 (MARTÍN VIDE, 1996).

## 2. La Red de Detección de Descargas Eléctricas

La Red de Detección de Descargas Eléctricas española pertenece al Instituto Nacional de Meteorología. Con un presupuesto de 138 millones de pesetas, comenzó a instalarse en 1990 y quedó plenamente operativa en febrero de 1992. Se dispone, pues, ya de 6 años de registros.

La Red está compuesta por 14 equipos detectores, que son radiogoniómetros, capaces de discriminar aquellas señales electromagnéticas provocadas por descargas eléctricas de nube a tierra (rayo), no detectando las producidas entre nubes (relámpago, en sentido estricto). El lector recordará que en la onda media de la radio, en especial en sus frecuencias bajas, se oyen unos característicos chasquidos cuando hay tormenta, que no son más que las interferencias electromagnéticas producidas por los rayos. Los detectores miden la polaridad de la descarga, la amplitud de la señal, el azimut, con una precisión angular de  $\pm 1^\circ$ , y la hora, con aproximación de milisegundos (SERVICIO DE TELEDETECCIÓN DEL INM, 1992; TERRADELLAS, 1995).

Figura 1: Localización estaciones y cobertura con un 90% de eficacia.



Los equipos detectores se encuentran localizados en los aeropuertos o bases aéreas de Asturias, Bilbao, Gerona, Matacán (Salamanca), Villafraía (Burgos), Zaragoza, Getafe, Reus, Palma de Mallorca, Valencia, San Javier (Murcia), Armilla (Granada) y Jerez de la Frontera, y en Hinojosa del Duque (Badajoz) (figura 1).

Los equipos son capaces de detectar el 90% de los rayos caídos en un círculo de 370 km de radio centrado en ellos (figura 1). Pueden incluso cubrir un área de hasta 1100 km de radio, aunque con una efectividad de sólo el 70%. En consecuencia, toda la Península Ibérica y las Baleares quedan cubiertas por la Red, no así las islas Canarias, donde no existen detectores. Todo punto de la superficie peninsular está al menos cubierto por dos equipos, en algunos casos hasta por cuatro. Esto permite que el error en la localización del punto de caída del rayo, que se realiza en la mayoría de las ocasiones mediante triangulación, sea inferior a los 2 km. Esta localización la realiza la Unidad Concentradora o Analizador Central de la Red, utilizando toda la información suministrada por los detectores que hayan registrado señales de un mismo rayo.

El Analizador Central, instalado en Madrid, está enlazado por vía telefónica con los equipos detectores. Tras recibir los datos registrados por éstos calcula la localización geográfica y sus características. En concreto, para cada rayo halla la latitud y la longitud del punto de caída, la hora, su polaridad, la intensidad de la primera descarga y el número de descargas que componen el rayo. Esta Unidad realiza también un análisis y corrección de los equipos detectores y un control de calidad de los datos.

## **2. Seguimiento meteorológico de una decena de días tormentosos**

Se ha realizado el seguimiento de los mapas de rayos caídos entre las 12 y las 24 horas de los días comprendidos entre el 18 y el 27 de mayo de 1998, inclusive, que resultaron especialmente tormentosos en el interior y el oeste de la Península Ibérica. Los mapas, confeccionados por el Instituto Nacional de Meteorología, y diseminados a través de su página Web, presentan un punto para la localización de cada rayo de polaridad negativa y una cruz para los de polaridad positiva. Además, los clasifica según su hora en intervalos de 2 horas.

El total de rayos caídos en las segundas mitades de las diez jornadas indicadas dentro de los márgenes que delimitan las figuras 2 o 3 fue de 74.015. El máximo absoluto se registró el día 23, con 13.138 rayos, y el mínimo, el día 25, con 1.810. Con respecto a su distribución horaria, es bien conocida la preferencia de las tormentas por los horarios de

tarde, por causa de que la convección que las alimenta alcanza poco después del mediodía su mayor intensidad, acorde con el máximo calentamiento del sustrato. Por este motivo se ha analizado la franja horaria vespertina. Dentro de ella, la distribución porcentual de rayos ha mostrado valores máximos entre las 16 y las 18 horas solares, con el 28,4%, y entre las 14 y las 16 horas, con el 28,0%. A medida que se acerca la noche, los valores disminuyen con rapidez, hasta un 2,1%, entre las 22 y las 24 horas (tabla 1).

Tabla 1: Distribución horaria de los rayos vespertinos caídos del 18 al 27 de mayo de 1998 en la Península Ibérica, las Baleares y los espacios próximos

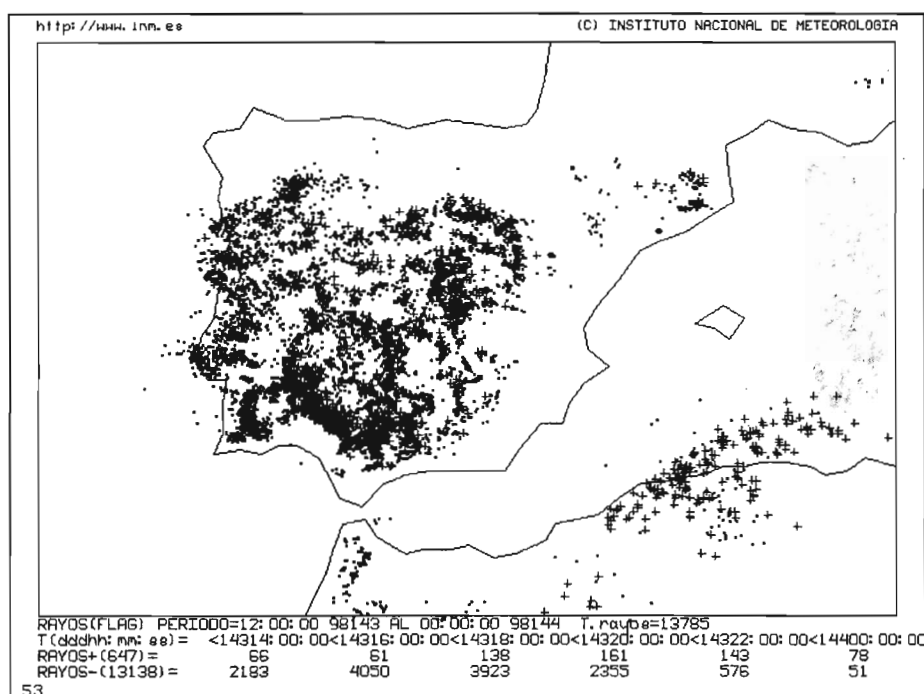
	total rayos	%	% rayos+	% rayos-	% rayos+/tot
<b>12-14 h.</b>	15.943	20,3	13,8	20,7	3,8
<b>14-16 h.</b>	21.973	28,0	20,3	28,5	4,1
<b>16-18 h.</b>	22.272	28,4	27,1	28,5	5,3
<b>18-20 h.</b>	12.394	15,8	21,8	15,5	7,7
<b>20-22 h.</b>	4.135	5,3	11,2	4,9	11,9
<b>22-24 h.</b>	1.683	2,1	5,7	1,9	14,9
<b>Total</b>	<b>78.400</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>5,6</b>

Con respecto a la polaridad de las descargas, es sabido que son mucho más abundantes las negativas, aunque resultan más intensas y peligrosas las positivas. En efecto, durante la decena analizada, el 94,4% de los rayos presentó polaridad negativa y el restante 5,6%, positiva. Con referencia a la distribución horaria según la polaridad de las descargas, se da una significativa diferencia entre los dos tipos de rayos. Mientras en el caso de los rayos negativos, los horarios de las 14 a las 16 horas y de las 16 a las 18 horas acogen cada uno el 28,5% del total, en el caso de los positivos el máximo es claro en la franja horaria de las 16 a las 18 horas, con el 27,1% (tabla 1). El mínimo de las 22 a las 24 horas, de 1,9% para los rayos negativos, se eleva al 5,7% para los positivos. Los rayos positivos aumentan su peso porcentual sobre el total de descargas a medida que avanza el día, desde un 3,8%, de las 12 a las 14 horas, hasta un 14,9%, de las 22 a las 24 horas. Este resultado tiene que ver, entre otros motivos, con el hecho de que los rayos positivos suelen caer en las fases finales de las tormentas. Precisamente, su ocurrencia

cuando la precipitación que acompaña a la tormenta empieza a amainar, además de su elevada intensidad, los hace especialmente mortíferos. Algunas personas se arriesgan a caminar o correr bajo la lluvia cuando ésta comienza a remitir, sin advertir de la peligrosidad del momento. Durante la decena analizada, la gran actividad eléctrica atmosférica mató al menos, según la información disponible hasta el momento, a una persona en la provincia de Badajoz.

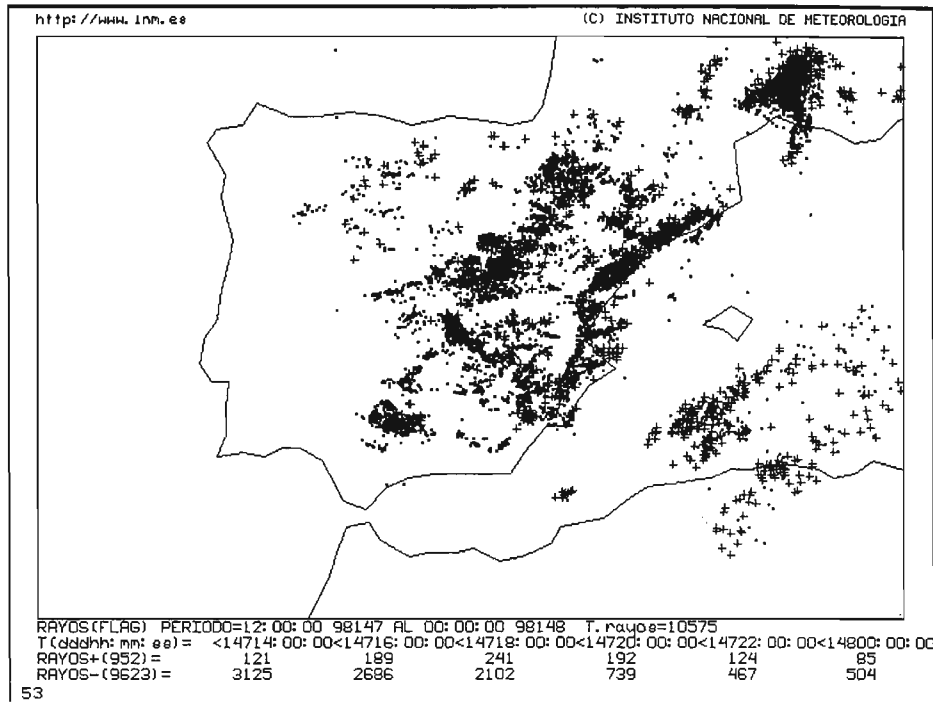
En la figura 2 se presenta el mapa de rayos de la segunda mitad (12 a 24 h.) del día 23 de mayo de 1998. En él se puede observar una gran concentración de descargas eléctricas en el centro y el oeste de la Península Ibérica. Asimismo, se produjo un buen número de rayos positivos (representados con una cruz) en las proximidades del litoral argelino.

Figura 2: Mapa de rayos de las 12 a las 24 h. del día 23 de mayo de 1998 (Fuente: INM).



En la figura 3 se presenta el mapa de rayos de la segunda mitad del día 27 de mayo de 1998. En este caso, las descargas se localizaron más hacia el este, con una disposición alineada sudoeste-nordeste, una desde sierra Morena, pasando por el centro peninsular, hasta Navarra, y la otra a lo largo del litoral mediterráneo oriental. También, hay bastantes rayos positivos entre la costa argelina y las Baleares.

Figura 3: Mapa de rayos de las 12 a las 24 h. del día 27 de mayo de 1998 (Fuente: INM).



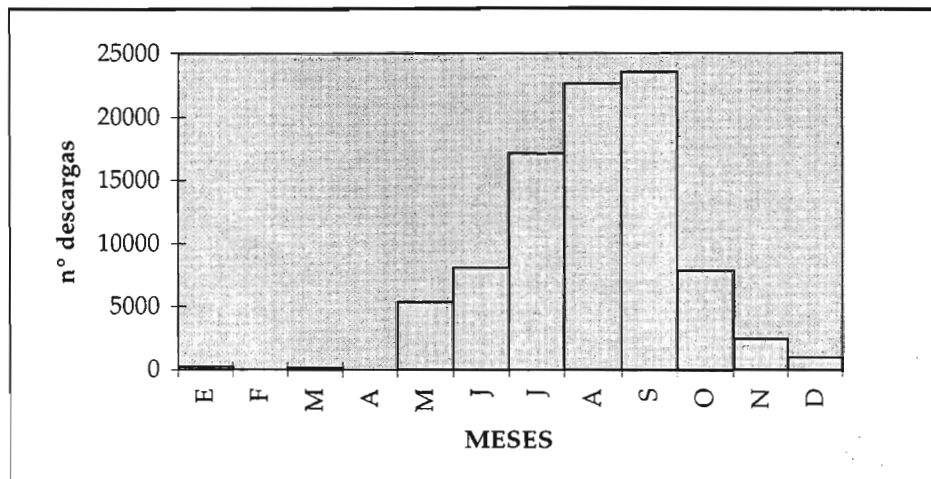
### 3. Valor geográfico y climático de los registros sobre rayos

El análisis de la distribución geográfica de los rayos detectados por la Red de Detección de Descargas Eléctricas tiene un gran interés geográfico y, específicamente, climático. La distribución espacial de las descargas tiene que ver con factores geográficos, tales como la orografía, la litología, la humedad del suelo y la vegetación, además de la localización preferente de las tormentas. Los mapas de rayos contruidos a partir de las series disponibles permiten identificar, por ejemplo, los denominados “nidos de tormentas”, o espacios donde los fenómenos tormentosos tienen una alta frecuencia. El interés aplicado de los mapas de rayos es obvio en muchos sectores económicos. La Red ha puesto en evidencia el gran número de rayos que caen en España, hasta hace poco tiempo infravalorado.

Como ejemplo de inicio de análisis climático se presenta gráficamente, a partir de la página Web del Instituto Nacional de Meteorología, en su centro territorial de Cataluña,

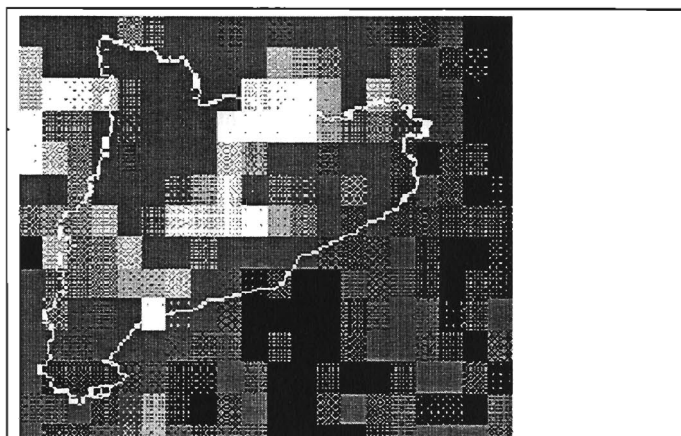
la distribución mensual de los 89.965 rayos caídos en Cataluña durante el año 1997 (figura 4). Como se ve, la distribución es regular, con una gran concentración de descargas en los meses cálidos del año, de mayo a octubre. Septiembre y agosto fueron los meses más tormentosos.

Figura 4: Distribución mensual de las descargas durante 1997 en Cataluña.



Las densidades más altas de descargas (figura 5) se dieron en el Pirineo Oriental, donde es bien conocida la existencia de un “nido de tormentas” entre la Cerdanya, los altos Llobregat, Ter y Freser y la alta Garrotxa. También se aprecia un gran número de rayos en algunos sectores del centro de Cataluña, en especial cerca de la divisoria de las cuencas del Llobregat y el Segre. Sobre el mar el número de descargas detectadas es sensiblemente menor.

Figura 5: Distribución geográfica de las descargas en Catalunya. Las zonas más claras corresponden a densidades más altas de descargas eléctricas.



### **Bibliografía**

MARTÍN VIDE, J.(1996): *Guía de la atmósfera. Previsión del tiempo a partir de la observación de las nubes*, Tarragona, El Mèdol.

SERVICIO DE TELEDETECCIÓN DEL INM(1992): “ Red de detección de rayos del INM”. *La Meteorología en el mundo iberoamericano*. Año II - Octubre-Diciembre 1992, pp. 23-27.

TERRADELLAS, E.(1995): “Noves eines de diagnòstic i de predicció: radar meteorològic i xarxa de detecció de descàrregues elèctriques”. *Butll. Soc. Cat. Ciènc.*, XV, 1, pp.107-112.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Grupo (consolidado) de Climatología y de la Red temática de Hidrología Mediterránea de la Generalitat de Catalunya. Igualmente, los autores desean agradecer al Instituto Nacional de Meteorología el permiso para la reproducción de los mapas de descargas eléctricas presentados, así como la cesión de material técnico diverso, quedando expresamente prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio.