

Comunicación P-6

ANÁLISIS DE LAS INTENSIDADES DE LOS RAYOS REGISTRADOS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA EN EL PERÍODO 1992-1995

Francisco Pérez Puebla
J. Miguel Gutiérrez Núñez
Servicio de Teledetección del INM

F. Javier López Ruíz
Servicio de Investigación y Análisis del Clima del INM

RESUMEN

A partir de los datos relativos a intensidad y polaridad de los rayos registrados por la red del INM se desarrollan diversos estudios de algunos indicadores de calidad de la red para describir cualitativamente la eficiencia de la misma así como las principales características de la distribución de intensidades en la Península Ibérica y mares de alrededor.

1. Introducción

Se han recopilado todos los datos de localización de rayos registrados por el sistema de detección de rayos del INM comprendidos entre el 28 de enero de 1992 y el 31 de enero de 1995 entre los paralelos 35" y 45°N y los meridianos 10" oeste y 5 este. Tras un análisis de posibles lagunas se estima que el sistema ha registrado por encima del 98% del tiempo total de funcionamiento encontrándose las lagunas despreciables frente a 1 615 217 rayos disponibles en ese período (de los que 1 503 723 son negativos y 111 494 positivos). Se considera información válida al objeto de este estudio: las coordenadas geográficas de la posición del rayo, la intensidad medida en kiloamperios (kA), la polaridad del rayo (positivo o negativo) y los parámetros de error que sirven para eliminar los datos sin garantía de calidad suficiente. A este respecto se considera que la polaridad está perfectamente asignada puesto que en ningún caso se consideran las detecciones producidas por encima de 600 km de distancia de las antenas de detección. El orden de magnitud de los errores en el cálculo de la intensidad es inenor de un 6% independientemente de cuál sea la magnitud del error de posicionamiento, el cual en cualquier caso es bastante inferior a las dimensiones de las celdilla considerada para el conteo y clasificación de la información (Orville, 1991).

Se ha dividido la región de estudio en celdillas de un grado de latitud por uno de longitud (150 en total) y dentro de cada una de ellas se han clasificado los rayos de todo el período en un histograma entre -400 y

+400 kA con una anchura del intervalo de clase de 5 kA. Sin embargo, en el estudio comparativo de histogramas sólo se han considerado los rayos negativos inferiores a 100 kA (98% del total de negativos) y para los positivos el umbral se sitúa en 150 kA (93% del total de positivos).

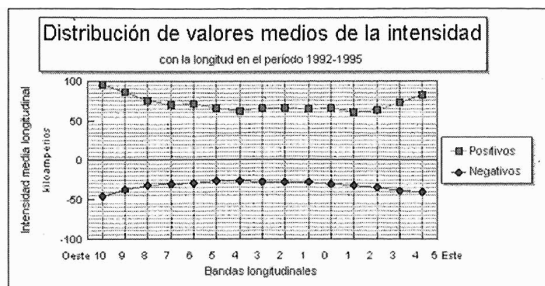


Fig. 1. Variación de la intensidad media en bandas de latitud

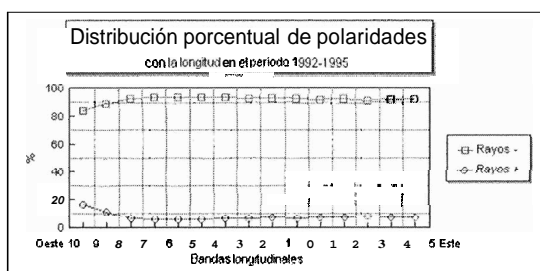


Fig. 2. Variación del porcentaje de rayos positivos con la latitud

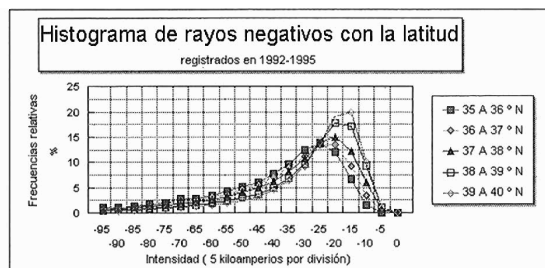


Fig. 3. Histogramas de rayos negativos según la latitud

2. Variación de la intensidad con la latitud

Para analizar los resultados se efectúa una integración de datos en bandas de latitud (10 en total). La intensidad media por bandas (véase la Fig. 1) desciende bruscamente al norte del paralelo 43°N, pero la eficiencia debe hacerlo de forma gradual puesto que hay bastante constancia en el porcentaje de rayos positivos respecto al total (véase la Fig. 2). Al igual que en el valor medio de la intensidad se observa que hay gran estabilidad en el valor modal de la distribución entre los paralelos 38" y 43°N. Las anteriores consideraciones junto con el hecho de que en dicha región se dé la máxima sensibilidad a los rayos de intensidad inferior a 20 kA (la sensibilidad decrece fuertemente hacia el exterior de la misma región) indica que se trata de una zona donde la eficiencia es buena (véase la Fig. 3).

El objetivo del estudio es doble: por un lado se trata de caracterizar geográficamente la distribución de las intensidades y, por otro, analizar el comportamiento y la calidad de la red del INM en cuanto a la eficiencia diferencial de la misma respecto a la intensidad calculada para la señal. Para ello se parte de la sencilla consideración de que cuanto mayor sea la intensidad de la señal, a igualdad de distancias, mayor es la probabilidad de ser detectada y, naturalmente, para la misma intensidad del rayo, cuanto más próximo se produzca a la red mayor probabilidad de detección (véanse Figs. 1 y 3).

Para valorar la variación de las eficiencias es buen índice el porcentaje de rayos positivos respecto al total de los registrados que por término medio en períodos interanuales ha de ser bastante inferior al 10% (el promedio en el período considerado es 7%) en las zonas donde la red se comporta adecuadamente. Este umbral se deduce de que normalmente la intensidad media de los rayos positivos (71 kA para la totalidad de la región de estudio) es bastante superior a la de los negativos (-33 kA) y cuando se calcula el porcentaje de polaridades en el exterior del perímetro de la red aumenta rápidamente.

También se consideran las probabilidades de detección de intensidades bajas (valores inferiores a los centrales de la distribución) para localizar las zonas donde la sensibilidad de la red disminuye así como el aumento o disminución del valor modal de intensidades de máxima probabilidad (véase la Fig. 3).

3. Variación de la intensidad con la longitud

Los resultados de un estudio de integración de datos en bandas de la misma longitud similar al resumido en el apartado anterior nos indican que entre las bandas de 7" oeste y 3" este la eficiencia es buena en relación a la estabilidad de las intensidades medias allí calculadas. Además, dentro del intervalo de 0° a 5° oeste las intensidades medias (entre 25 y 30 para los negativos y de 60 a 70 para los positivos) permanecen inferiores a la media de donde la eficiencia en dicho intervalo es la óptima. Estas afirmaciones vienen avaladas también por la mejor sensibilidad a los rayos de más baja intensidad y, porque los porcentajes de rayos positivos oscilan entre el 4 y el 9%.

El empeoramiento de todos los índices de calidad de la red que venimos utilizando hacia el occidente de 7° oeste indica una brusca caída de la eficiencia en esa dirección. Por el contrario, hacia el oriente de 3" este se observa que el descenso de la eficiencia ha de ser muy gradual.

Las anteriores descripciones son también confirmadas con el estudio de las intensidades de rayos positivos tanto en bandas de latitud como de longitud que exhiben unas características similares a las reflejadas en la Fig. 3, aunque desdibujadas en algún caso debido seguramente a la escasez de datos.

4. Variación para diversas regiones naturales

Se escogieron diversas regiones naturales en celdillas donde la eficiencia de la red es buena y el número de datos registrados es elevado. Las regiones de estudio fueron: 1) Marítima (norte de Baleares), 2) Mesetaria (cuena media y baja del Pisuerga), 3) Montañosa (sierra de Gredos, sierra del Cadí y Pirineo leridano), 4) Litoral mediterráneo (Valencia, Castellón, Tarragona y Barcelona) y 5) Litoral cantábrico (Cantabria y País Vasco). La similitud de los histogramas de rayos negativos reduce las regiones diferentes de acuerdo a su comportamiento eléctrico a dos: continental y marítima. La intensidad media en las zonas marítimas es de -31 kA y en las continentales -23 kA. El porcentaje de rayos positivos en las zonas marítimas o litorales está comprendido entre 7 y 8%; en las zonas mesetarias un 5% y en las de montaña un 6%. Las zonas litorales mantienen idénticas características y se reducen a una única región de transición con probabilidades intermedias entre las marítimas y las continentales en los distintos intervalos de intensidad (véase la Fig. 4).

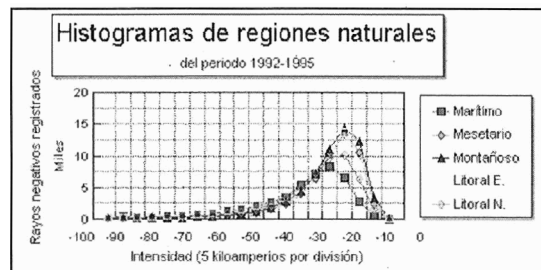


Fig. 4. Variación de los histogramas de regiones naturales

El comportamiento de los histogramas de rayos positivos contrasta fuertemente con los negativos debido a que los histogramas por regiones desdibujan las distribuciones del tipo «gamma» que exhiben siempre que se integran los datos en latitud y longitud independientemente de la polaridad. A pesar de esto, los valores medios de la intensidad son más representativos que los que se referenciaban anteriormente para la totalidad de la red. Están comprendidos entre 53 y 61 para los litorales este y norte, y 47, 54 y 57 kA respectivamente para las zona marítima, mesetaria y montañosa.

5. Conclusiones

La mejor eficiencia de la red se da entre los paralelos de 38 y 43° norte y entre los meridianos de 7" oeste y 3" este. La eficiencia cae bruscamente hacia el oeste en Portugal y Galicia. El cuadrante noreste de esta región presenta un comportamiento óptimo. Algunas zonas del interior próximas a La Mancha presentan una falta de sensibilidad a los rayos de menor intensidad al igual que en Andalucía. Hacia el sur del para-

lelo 38° la eficiencia cae bruscamente al igual que el número total de rayos registrados. En cierta medida es posible que a este resultado contribuya la escasez de actividad tormentosa en el periodo considerado y la ubicación de los equipos detectores situados al sur del paralelo 38° norte.

Según los resultados del análisis regional se distinguen claramente dos zonas: la continental y la marítima. En la zona continental se producen el doble número de rayos de intensidades inferiores a 20 kA (siendo el 49% del total de rayos registrados sobre tierra) que en las zonas marítimas donde predominan las descargas de mayor intensidad. Este resultado se explica a nuestro juicio en que la rugosidad de la superficie terrestre sobre los continentes intensifica el campo eléctrico terrestre localmente de modo que no se favorecen las grandes acumulaciones de carga en las regiones de carga negativa de los cumulonimbos como ocurre sobre el mar. El hecho de que haya más descargas de menor intensidad sobre los continentes tiene diversas consecuencias en cuanto a los modos de localización utilizados para calcular la posición de los rayos. Paradójicamente se dan áreas continentales en las que al ser sólo los sensores más próximos los que detecten los rayos de intensidad más baja se produzca su fijación en proporción mayor a la esperable por los métodos basados en triangulación y línea base (en los que sólo intervienen una pareja de equipos) con respecto al de optimización, en general, más preciso.

Referencias

Orville, Richard E., 1991: Calibration of a Magnetic Direction Finding Network Using Measured Triggered Lightning Return Stroke Peak Currents. Journal of Geophysical Research, vol. 96, pp. 17135-17142.