



**M. Gabriela Nicora**

Doctora en Geofísica egresada de la Universidad Nacional de la Plata especialista en actividad eléctrica atmosférica. Investigador Adjunto Conicet e Investigador del Régimen de las FF AA. En este momento desarrolla sus tareas en el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas Para la Defensa CITEDEF - MINDEF

# UNA CHARLA SOBRE RAYOS

Este es un artículo introductorio a fin de hacer conocer la problemática de los rayos a nivel mundial y nacional. Se presentarán los valores ceráunicos en el país.

**Palabras Clave:** Rayos – Niveles ceráunicos - Argentina

This is an introductory article in order to make known the problem of lightning at a global and national level. The ceramic values in the country will be presented.

**Key Words:** Rays - Ceramic levels - Argentina



**Una charla sobre Rayo**

¿A qué nos referimos cuando hablamos de rayos? Para empezar, en el idioma español llamamos rayos a descargas eléctricas que ocurren entre la nube y la tierra, y los diferenciamos del relámpago, ese resplandor asociado con descargas en la nube. Yo voy a usar la palabra rayos o descargas para designar al conjunto de los eventos asociados con la actividad eléctrica atmosférica (*a la que me referiré como AEA en el resto del artículo*). Así que, en cierta forma, los estoy engañando con el título, que debería ser **“Una charla sobre descargas eléctricas atmosféricas”**.



Los rayos tienen efectos considerables en el medio ambiente y la economía, como por ejemplo interrupciones en el suministro de energía, interferencias, lesiones y la muerte de humanos (Nicora y otros 2013) y ganado (Francisco Roman). Además de ser una de las principales causas de muertes y lesiones relacionadas con fenómenos meteorológicos, los rayos también son una de las causas más importantes de daños y fallas en las redes eléctricas y de telecomunicaciones. Se estima que más del 30% de todos los cortes de energía en Europa y en los EE. UU. están relacionados con este fenómeno. El costo anual total de estas interrupciones en los EE. UU. se ha estimado en cerca de un millardo de dólares ([http://www.lightningsafety.com/nlsi\\_pls/perstemplate.html](http://www.lightningsafety.com/nlsi_pls/perstemplate.html)).

Para colmo, es probable que el riesgo de efectos adversos de las descargas aumente como consecuencia del cambio climático, ya que las tormentas pueden volverse más severas (Price 2013), y en muchos casos las medidas tomadas para frenar el cambio climático, por ejemplo realizando cambios en la matriz energética por medio de la instalación de aerogeneradores, pueden hacer aumentar la incidencia de los rayos en zonas en donde se están instalando (Amirhossei 2018).

Dado que la protección contra rayos se basa en la evaluación de riesgos, es de gran importancia poder conocer la situación de nuestro país a nivel de caracterización cerámica, por eso en este artículo haremos una introducción a la problemática a nivel global y regional.

#### **Actividad Global**

Cada segundo se producen 50 descargas en el mundo (Price, 2013), generadas por aproximadamente 1.800 tormentas activas. Debido a su gran corriente (del orden de decenas y hasta centenas de kA), y a la longitud de los rayos, que se mide en kilómetros y que los convierte en gigantescas antenas, las descargas atmosféricas son uno de los mayores peligros tanto a nivel de infraestructuras como para las personas y el ganado, no sólo cuando caen directamente sobre las víctimas, sino cuando caen cerca de ellas y su radiación las alcanza. Un hecho interesante es que el canal de los rayos se

calienta a temperaturas de aproximadamente 30.000°K, similares a las de la superficie del sol. Por otro lado, la AEA (*que definimos anteriormente como la actividad eléctrica atmosférica*) es considerada el generador y la encargada de mantener el circuito global creando un potencial ionosférico de 250 kV, que se traduce en un gradiente de potencial de 130 Vm<sup>-1</sup>.

Para conocer a nivel global la AEA, tenemos que entender que la convección atmosférica necesaria para la aparición de cargas en la nube se produce en condiciones meteorológicas inestables, ya sea debido al calentamiento del suelo por la radiación solar durante el día o por la mezcla de masas de aire de diferentes densidades. Como consecuencia, la tasa de descargas no es la misma en todas partes, estando relacionada con las regiones de mayor inestabilidad atmosférica en el globo terráqueo. Estas regiones de inestabilidad no se producen al azar, sino que tienen un patrón organizado relacionado con el calentamiento diferencial producido por el sol en diferentes partes de la superficie de la Tierra debido a su

eje de inclinación y a las diferencias físicas entre océanos y continentes.

A su vez, la AEA posee un patrón específico relacionado con la dinámica y la microfísica de las nubes de tormentas. En la Figura 1 se muestra la distribución de la Actividad Eléctrica Atmosférica, confeccionada con los datos de la World Wide Lightning Location Network (WWLLN) con una resolución espacial de 0.5° para el período 2008-2011 (Nicora 2014), junto con la suma de eventos medios en latitud (*panel derecho*) y en longitud (*panel superior*) donde se observan las características más significativas de su distribución:

- Se encuentran mayoritariamente en las zonas tropicales,
- se encuentran especialmente sobre los continentes, esta característica se observa claramente en el panel superior en donde se diferencian las masas continentales;
- se observa una asimetría entre el hemisferio norte y sur, debida a la diferencias en las masas continentales entre ambos hemisferios;
- se observa una mayor actividad sobre las zonas con presencia de cordones montañosos.

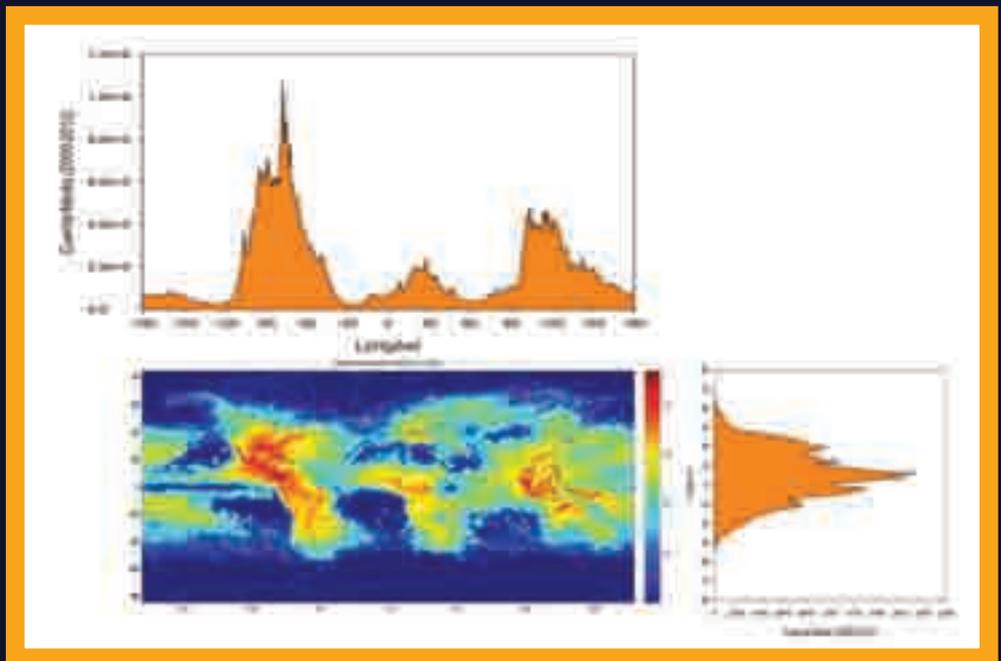


Fig 1 Densidad de AEA confeccionada con los datos de la WWLLN con una resolución espacial de 0.5° para el período 2008-2011. Escala de colores en flashes km<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>. Se grafica junto con la suma de eventos medios en latitud (*panel derecho*) y en longitud (*panel superior*) donde se observa las características más significativas de su distribución:

### Actividad Eléctrica en Argentina

Los numerosos trabajos que han estudiado los sistemas precipitables en el sur de Sudamérica demuestran que los sistemas de nubes convectivas producen la mayor parte de la precipitación y el mal tiempo en esta región, siendo algunos de características muy extremas (Rasmussen y Houze, 2011; entre otros).

Argentina posee una gran variación de patrones en su tasa de rayos. Por un lado estamos en el Top 500 de los lugares con mayor AEA (Albrecht, 2016) con las ciudades mostradas en la Tabla 1, y a su vez existen lugares de nuestro territorio en donde nunca se escucha un trueno!, así que es fundamental conocer la situación de la región de estudio al realizar una evaluación de riesgos en instalaciones.

Ranking	Fla (descargas/ KM2/año)	Lat	Long	Ciudad más cercana	Provincia
178	69.77	-25.55	-59.25	Palo Santo	Formosa
256	63.32	-27.65	-55.75	San José	Misiones
298	60.21	-26.65	-58.55	Villa Escolar	Formosa
302	59.95	-28.25	-57.65	Concepción	Corrientes
326	58.71	-27.05	-59.65	Colonia Elisa	Chaco
444	52.5	-28.35	-56.55	Santo Tomé	Entre Ríos
451	52.18	-25.55	-58.05	Riacho Eh Eh	Formosa

La medición o conteo de días de tormentas ha sido una de las primeras herramientas que ha utilizado la humanidad para poder realizar un monitoreo del clima; son fáciles de cuantificar, nos dan una idea de con qué frecuencia hay tormentas severas en el lugar de monitoreo, y nos muestran la variación estacional de dichos fenómenos. A su vez, conociendo los días de tormentas, podemos inferir la cantidad de descargas a tierra (*que son las más perjudiciales para las personas, animales y bienes personales*), para poder realizar medidas de protección acordes a la actividad eléctrica del lugar.

Al comienzo de mis estudios para la realización de mi tesis de doctorado [xx], interactuando con los Ing. Gimenez y Arcioni, me comentaron de la importancia de tener un mapa isoceráunico

(días de tormentas) para la República Argentina, así que esta fue una de mis primeras tareas en este hermoso tema, y por medio de ellos pudimos ver estas variaciones de manera gráfica y cuantitativamente.

Hasta ese momento, los mapas isoceráunicos de la República Argentina habían sido confeccionados en base a datos obtenidos por observadores en estaciones meteorológicas. Sin embargo, la existencia de la World Wide Lightning Location Network (wwlln.net) permite realizar un análisis más detallado, ya que se puede trabajar con datos de todo el territorio para obtener una mayor precisión al momento de interpolación de los promedios anuales, y, debido a que cada una de las estaciones puede detectar ondas de VLF provenientes de varios miles de km, se puede determinar la actividad eléctrica de regiones remotas, no habitadas y hasta inaccesibles para el hombre. Confeccioné los mapas isoceráunicos en base a los datos de descargas eléctricas detectados por la WWLLN. En el gráfico 2, presentamos los mapas isoceráunicos de la República Argentina para el período 2005-2011 y en el gráfico 3 podemos tener una referencia más generalizada de las zonas y su AEA.

**Consideraciones finales**

Argentina posee una gran variedad de climas y por ende, una gran diferencia en su actividad ceráunica. Apoyar la investigación básica sobre los rayos en Argentina es a mí entender fundamental para poder conocer de manera científica su caracterización en el país, y de esta manera prepararnos para las demandas en el marco del futuro energético. 🌩️

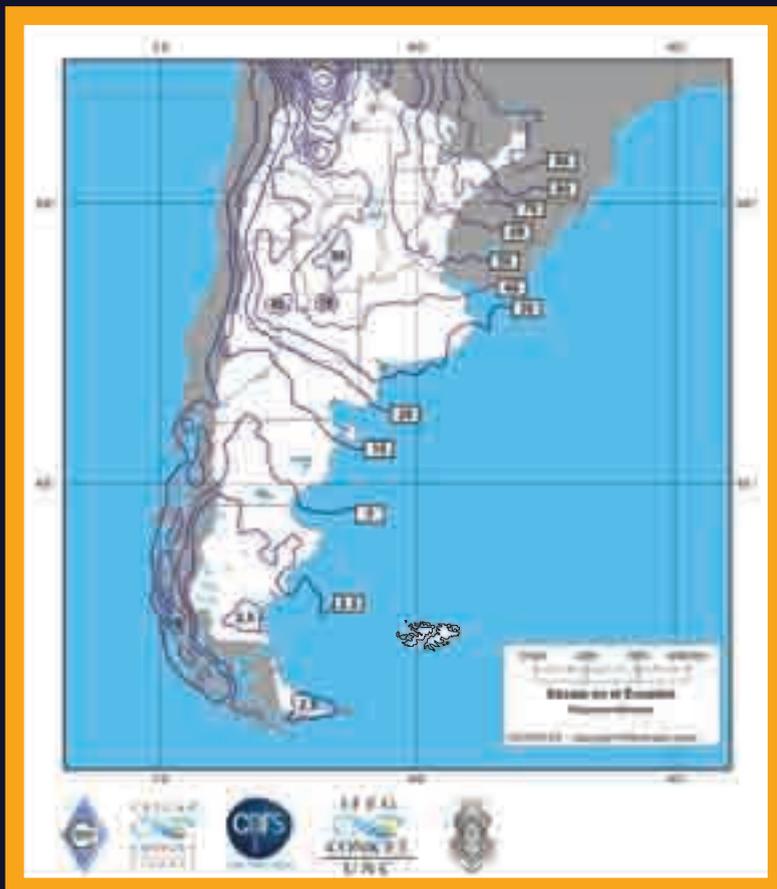


Figura 2-1 Mapa Isoceráunico para el período 2005-2011 con datos de la WWLLN confeccionado con una grilla equiespacial de 0.5°. Se tomaron valores a intervalos de 10 días, salvo en la zona patagónica que se demarcaron las líneas de 5 y 2.5 días de tormentas por año.

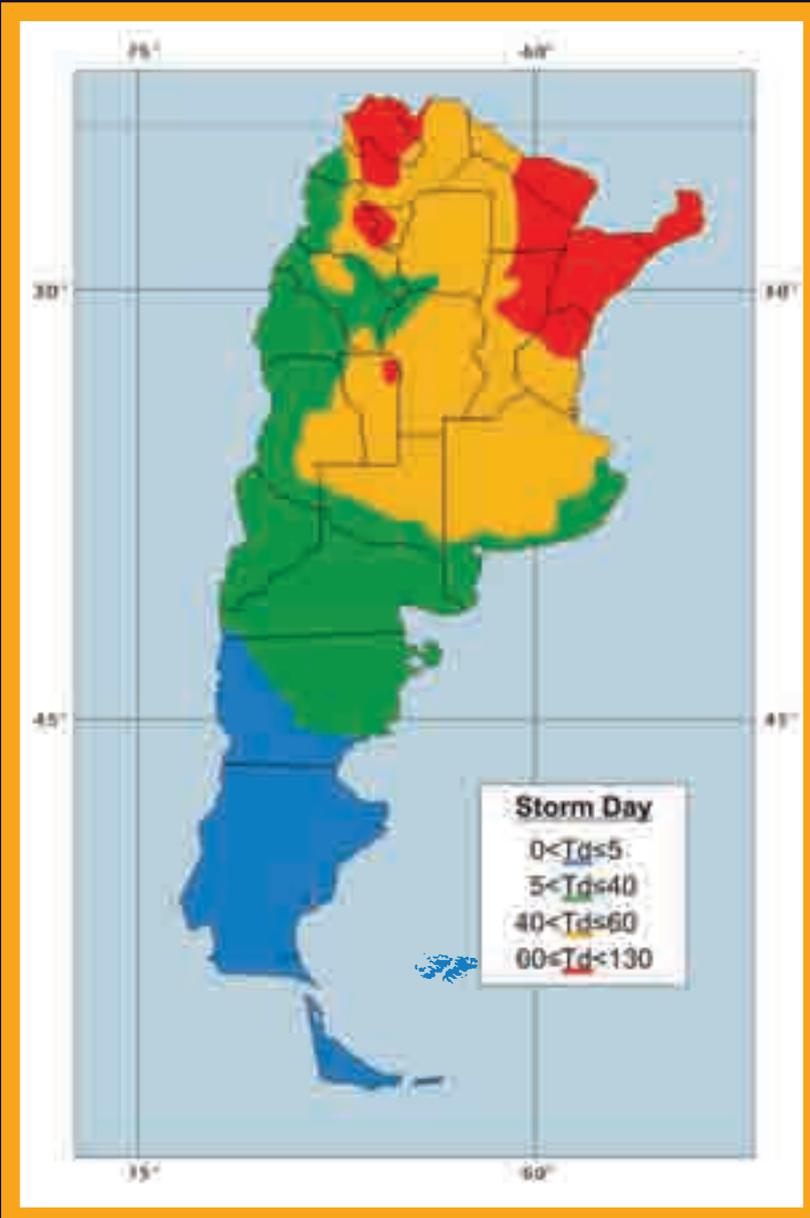


Fig 3 Mapa zonal de regiones de Argentina con igual valor de Td. Los valores representados son los siguientes, : 0 < Td < 5 (azul), 5 < Td < 40 (verde), 40 < Td < 60 (amarillo) y Td > 60 (rojo).

**Referencias**

Nicora M. Gabriela, Quel Eduardo, Bürgesser Rodrigo, Ávila Eldo, 2013. Electric Atmospheric Activity in Argentina, a Study for Estimating the Annual Death Rate by Lightning,; International Symposium on Lightning Protection, Bello Horizonte - Brasil

Price, C. 2013, Lightning Applications in Weather and Climate, Surv Geophys

Amirhossein Mostajabi y otros, LMA Campaign for the Observation of Upward Lightning at the Säntis Tower During Summer 2017: Preliminary Results, XVI International Conference on Atmospheric Electricity, 17-22 June 2018, Nara city, Nara, Japan

NICORA, María Gabriela. Actividad eléctrica atmosférica en Sudamérica. 2014. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas.

Albrecht, R. I., Goodman, S. J., Buechler, D. E., Blakeslee, R. J., & Christian, H. J. (2016). Where are the lightning hotspots on Earth?. Bulletin of the American Meteorological Society, (2016).