

# ACTIVIDAD ELÉCTRICA ATMOSFÉRICA COMO PROXY PARA LA DETECCIÓN DE EVENTOS METEOROLÓGICOS SEVEROS

Constanza I. Villagrán Asiares<sup>1,2,3</sup>, M. Gabriela Nicora<sup>1,2,3,4</sup>, Paola Salio<sup>3,5,6</sup>, Hernán Bechis<sup>3,5,6</sup>, Vito Galligani<sup>3,5,6</sup>, Eldo E. Ávila<sup>7</sup>, Amalia Meza<sup>2,8</sup>  
[villagranasiares.constanza@gmail.com](mailto:villagranasiares.constanza@gmail.com). Autora correspondiente.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Láseres y sus Aplicaciones, Unidad de Investigación y Desarrollo Estratégico para la Defensa, CONICET. Villa Martelli, Argentina

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (UNLP), La Plata, Argentina.

<sup>3</sup>CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Departamento en Láseres y Aplicaciones, CITEDEF. Villa Martelli, Argentina.

<sup>5</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO). Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Buenos Aires, Argentina.

<sup>6</sup>Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>7</sup>Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). CONICET, Córdoba, Argentina.

<sup>8</sup>Laboratorio MAGGIA (FCAGLP-UNLP). CONICET, Buenos Aires, Argentina.

**Palabras clave:** Lightning Jumps, SESA, WWLLN

## 1) INTRODUCCIÓN

En las tormentas convectivas es frecuente observar un aumento rápido en la tasa de descargas eléctricas atmosféricas unos minutos antes del desarrollo del tiempo severo, estos aumentos abruptos son denominados Lightning Jumps (LJ). Estos LJ pueden anticipar la ocurrencia de eventos meteorológicos severos con hasta 45 minutos de antelación (Williams et al., 1999; Schultz et al., 2011; Villagrán Asiares, C. I., 2022.)

En 2023 se creó la Base de Datos de Amenazas Meteorológicas y sus Impactos de América del Sur (SAMHI) (<https://samhi.cima.fcen.uba.ar/>) es un proyecto que busca comprender mejor las condiciones atmosféricas que generan los eventos severos, desarrollar proxis útiles para la detección remota de tormentas y sus peligros asociados, cuantificar su previsibilidad y establecer un sistema de alerta temprana en el contexto del cambio climático. (Salio, P. et al., 2024).

Dado que la recopilación de reportes, especialmente en zonas rurales, constituye una tarea desafiante, este estudio se propone enriquecer la base SAMHI e identificar zonas vulnerables mediante el uso combinado de reportes de eventos severos y datos de LJ.

## 2) METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos, se utilizaron reportes de granizo, tornados y ráfagas intensas correspondientes al período 2018–2023, obtenidos de la base SAMHI. Estos datos se combinaron con información sobre Lightning Jumps derivada del procesamiento de AEA entre 2009 y 2023.

Los LJ fueron calculados mediante el procesamiento de datos de actividad eléctrica atmosférica (AEA) provenientes de la red World Wide Lightning Location Network (WWLLN) utilizando el algoritmo Georayos (<https://georayos.citedef.gob.ar/>). Este algoritmo aplica el método de

clusterización DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) para agrupar descargas eléctricas y detectar aumentos significativos en la tasa de descargas. (Nicora et al., 2015)

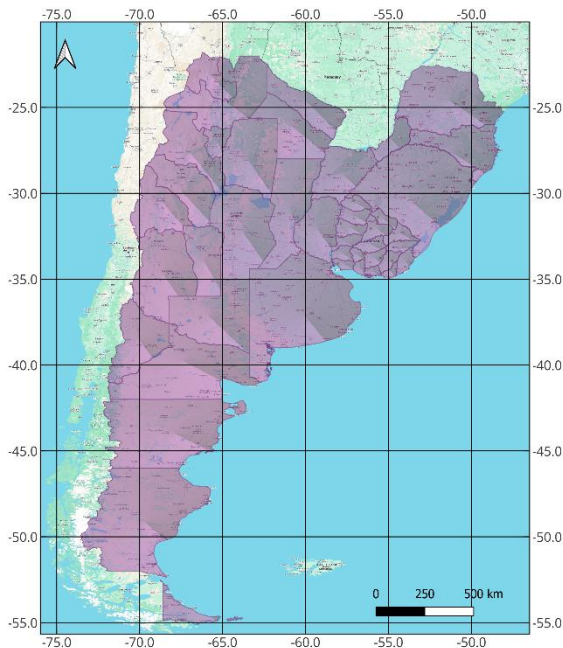


Figura 1: Mapa del Sudeste de América del Sur (SESA) con la zona de estudio resaltada en color violeta.

Este estudio se realizó para la región del Sudeste de Sudamérica (SESA), principalmente para Argentina, Uruguay y Sur de Brasil (Figura 1). Esta área se destaca como una de las regiones del mundo con mayor frecuencia de tormentas severas, las cuales generan un gran número de reportes de eventos severos tales como granizo, tornados, inundaciones y fuertes ráfagas de viento (Zipser et al., 2006).

El análisis se centró en evaluar la presencia o ausencia de LJ ante cada evento severo reportado, con el fin de estudiar la relación entre ambos. Posteriormente, se aplicó el algoritmo de clusterización K-Means para identificar las regiones con mayor propensión al tiempo severo.

### 3) RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran una correspondencia significativa entre la ocurrencia de Lightning Jumps y los eventos meteorológicos severos, con un tiempo promedio de anticipación de 29.3 minutos.

Más del 60 % de los LJ precedieron eventos severos, con tasas de correspondencia específicas del 70 % para granizo, 60 % para tornados y 50 % para ráfagas intensas. Las regiones con mayor propensión al tiempo severo fueron Uruguay, el norte y centro de Argentina y el sur de Brasil.

La aplicación del algoritmo K-Means a los datos de LJ y Reportes, permitió agrupar las provincias en función de la frecuencia y el tipo de evento severo. Además, este análisis posibilitó identificar nuevas zonas vulnerables previamente subestimadas, lo cual podría deberse a factores como la baja densidad poblacional, dificultades en el acceso a medios de comunicación y una limitada cultura de reporte en ciertas áreas rurales.

### 4) CONCLUSIONES

Este estudio demuestra la utilidad de integrar datos de Lightning Jumps para mejorar la detección temprana de eventos meteorológicos severos en América del Sur. La incorporación de estos indicadores, junto con la base de datos SAMHI, no solo refuerza las capacidades predictivas en una de las regiones más afectadas por tormentas intensas a nivel mundial, sino que también permite identificar zonas de riesgo subrepresentadas en los registros actuales.

Agradecimientos: Los autores desean agradecer a la WWLLN, una colaboración de alrededor de 50 universidades e instituciones, por proveer la localización de las descargas eléctricas utilizadas en este trabajo, así como a IRL 3351IFAECI y UNIDEF (MINDEF-CONICET) por brindar las condiciones y el apoyo necesario para el desarrollo de este trabajo.

## **REFERENCIAS**

**Nicora, M. G., Quel, E. J., Bali, J. L., Acquesta, A., Vidal, L., Bürgesser, R. E., ... & Schwarzkopf, M. L. A. (2015):** GeoRayos a new application for severe weather warning. In 2015 International Symposium on Lightning Protection (XIII SIPDA) (pp. 165-168). IEEE.

**Salio, P., Bechis, H., Ribeiro, B. Z., de Lima Nascimento, E., Galligani, V., Garcia, F., ... & Villagrán Asiares, C. I. (2024):** Toward a South American high-impact weather reports database. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 105(7), E1204-E1217.

**Schultz, C. J., Petersen, W. A., & Carey, L. D. (2011):** Lightning and severe weather: A comparison between total and cloud-to-ground lightning trends. *Weather and forecasting*, 26(5), 744-755.

**Villagrán Asiares, C. I. (2022):** Caracterización de la Actividad Eléctrica Atmosférica en la zona central de Argentina por medio de las variaciones en la tasa de descargas eléctricas (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

**Williams, E., Boldi, B., Matlin, A., Weber, M., Hodanish, S., Sharp, D., ... & Buechler, D. (1999):** The behavior of total lightning activity in severe Florida thunderstorms. *Atmospheric Research*, 51(3-4), 245-265.

**Zipser, E. J., Cecil, D. J., Liu, C., Nesbitt, S. W., & Yorty, D. P. (2006):** Where are the most intense thunderstorms on Earth?. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 87(8), 1057-1072.