

# CARACTERÍSTICAS DE ALTA RESOLUCIÓN TEMPORAL DE LA TEMPERATURA DE BRILLO EN 10.3 $\mu\text{m}$ Y LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA EN UNA TORMENTA DE GRANIZO

Matias Ballarin<sup>1</sup>, Ezequiel Geslin<sup>1</sup>, Maite Cancelada<sup>1,2</sup>, Paola Salio<sup>1,2,3</sup>  
[matidorrego02@gmail.com](mailto:matidorrego02@gmail.com) ; [ezezeslin@gmail.com](mailto:ezezeslin@gmail.com)

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>CONICET - Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, 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

**Palabras clave:** Sector de Mesoescala, GOES16, Tiempo Severo.

## 1) INTRODUCCIÓN

El estudio del granizo es esencial debido a su impacto en la agricultura, infraestructura y economía. Varios estudios en las últimas décadas han correlacionado la actividad eléctrica con la ocurrencia de condiciones climáticas severas, observando que la tasa de descargas se incrementa rápidamente minutos antes de que se inicie un evento severo (Nicora et al., 2015). Cuando hay un aumento significativo en la cantidad de destellos, se indica que las intensas corrientes ascendentes contienen mucha energía cinética, favoreciendo los intercambios de carga eléctrica asociados.

Además, las temperaturas mínimas en los toques de las nubes son una métrica clave como indicador de fenómenos meteorológicos severos (Borquez et al., 2020). Cuando estas temperaturas son más bajas, el tope de las nubes tiende a estar más alto y las nubes tienden a ser más profundas, aumentando la probabilidad de ocurrencia de fenómenos severos con granizo en superficie.

A pesar de su importancia, las observaciones satelitales de estas variables con alta resolución temporal (cada minuto en lugar de 10 o 15) son escasas. Sin embargo, durante las campañas RELAMPAGO-CACTI se proporcionaron tales observaciones en el centro de Argentina durante el verano austral de 2019. Este informe analiza un evento severo con granizo ocurrido en La Pampa el 10 de diciembre de 2018, en particular, se evalúa el tiempo de anticipación (lead time) que los datos del GOES-16 ofrecen frente a reportes de granizo, considerando diferentes frecuencias de escaneo.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

Las temperaturas de brillo ( $T_b$ ) de los toques nubosos se obtuvieron del canal 13 (10.3  $\mu\text{m}$ ) del sensor ABI del satélite GOES-16, conocido como 'canal ventana' por no verse afectado por la absorción del vapor de agua. Se seleccionaron las  $T_b$  mínimas registradas por el satélite en la región mediante un seguimiento (tracking) de manera manual, centrando el dominio en las localidades donde se reportó caída de granizo y siguiendo el movimiento de la tormenta.

El sensor GLM, también a bordo del GOES-16, mide continuamente y en tiempo real la actividad eléctrica. Las tasas de destellos (flashes) del GLM están estrechamente vinculadas a las corrientes ascendentes y a la evolución de las tormentas, por lo que será la variable principal en este estudio. Para generar la serie temporal de destellos (lightning density), se contabilizan todos los destellos ocurridos dentro de un radio de 20 km alrededor de la ubicación de las  $T_b$  mínimas en intervalos de 5 minutos.

Los reportes en superficie se obtuvieron a partir de la Base de Datos de Amenazas Meteorológicas y sus Impactos en América del Sur (Salio et al., 2024). Dicha base de datos recopila información a partir de redes sociales y diarios digitales locales. Cada reporte contiene la hora con la mayor probabilidad de ocurrencia de granizo, con una precisión temporal de  $\pm 5$  minutos.

En el marco de la campaña RELAMPAGO-CACTI se pudo contar con un sector de dominio de mesoescala (MDS) apuntando a la región central de Argentina. La ventaja de los MDS radica en que

tienen una mayor resolución temporal (1 minuto) que los escaneos de dominio entero (full disk). Las Tb obtenidas a través del MDS permitieron generar series temporales a intervalos de 1, 5, 10 y 15 minutos. Entonces, a partir de la serie temporal de Tb mínimas y la cantidad de destellos se analiza el comportamiento de estas variables momentos antes del tiempo en donde se dio la mayor probabilidad de caída de granizo. Más precisamente, se pretende calcular el tiempo de anticipación entre el cambio o tendencia que existe en un parámetro, que sugiere que podría haber un fenómeno severo, y el momento en que ese fenómeno severo realmente ocurre y es detectado en la superficie (lead time).

### 3) RESULTADOS

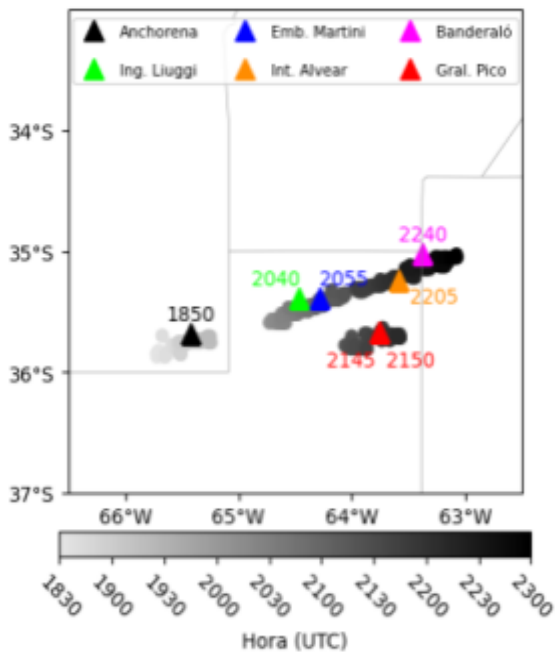


Fig. 1. En puntos con distintos tonos de grises las coordenadas con las temperaturas mínimas a lo largo del tiempo. En triángulos las localidades donde se registró granizo con su correspondiente horario

La Figura 1 muestra las horas de las Tb mínimas y los reportes de granizo. La tormenta muestra un desplazamiento hacia el este-noreste. Esta tendencia es confirmada por los informes de granizo en superficie, que se concentran en localidades más al noreste con el paso de las horas. La serie temporal de Tb a 1 minuto en Anchorena (Fig. 2) revela un marcado descenso de 6.4 K en 5 minutos, comenzando a las 1844 UTC, precediendo en **6 minutos** la caída de granizo más probable (1850 UTC). Este descenso estuvo acompañado por un aumento significativo en la tasa de destellos (incremento de 40 destellos en 5 minutos). En contraste, la serie temporal con datos cada 15 minutos, análoga a obtener las mediciones del sensor si no contáramos con el MDS (a la fecha de realización de este trabajo, el sensor proporciona información cada 10 minutos, sin embargo, en el período en que ocurrió el caso analizado, las mediciones se realizaban cada 15 minutos), muestra un descenso constante y menos abrupto (4 K en 15 minutos), lo que hace más difícil evaluar la evolución real de la variable Tb.

Luego de las 1855 UTC, ocurre un nuevo descenso de la Tb, principalmente con los escaneos cada 1 minuto, acompañado con un aumento en la cantidad de destellos. Este comportamiento podría indicar la inminencia de un fenómeno severo; sin embargo, al no contar con un reporte de granizo en superficie esto podría tratarse de una falsa alarma o, alternativamente, de un evento donde efectivamente ocurrió granizo, pero no fue registrado. Dichas situaciones ocurren también en las demás series temporales (no se muestra).

Minutos más tarde, ya cuando la tormenta se encontraba en una etapa madura, se registraron reportes en las localidades de Ingeniero Luigi (2040 UTC) y en Embajador Martini (2055 UTC). Las series temporales cada 1 y 5 minutos (no se muestran) indican una disminución en la Tb minutos antes de la caída de granizo para ambas localidades. En cambio, las series cada 10 y 15 minutos no registraron una disminución en dicha variable. Por otro lado, no se observa un patrón significativo en la tasa de destellos que puedan predecir la caída de granizo en estos dos casos.

### 3) CONCLUSIONES

Este trabajo analiza un caso de granizo ocurrido en diciembre de 2018 durante la campaña RELAMPAGO-CACTI, utilizando datos satelitales del GOES-16 (MDS). Se estudió la evolución de la temperatura de brillo (Tb) de los topes nubosos y la densidad de destellos, comparándolos con reportes de granizo en superficie. Se encontró que la Tb mínima fue más efectiva que la densidad de

destellos para anticipar eventos de granizo, mostrando hasta 10 minutos de anticipación.

La baja eficiencia del GLM en condiciones diurnas y la posible atenuación de la señal por nubes densas podrían explicar la menor utilidad de los destellos en este caso, especialmente en etapas maduras del sistema convectivo. Los escaneos satelitales cada 1 minuto captan mejor los descensos de  $T_b$  antes del granizo, pero generan más falsas alarmas. Los escaneos de 5 minutos ofrecen un buen balance entre anticipación y precisión, mientras que los de 10 y 15 minutos resultan insuficientes para detectar los eventos severos analizados. Se concluye que, con una red de reportes completa, la frecuencia de 5 minutos es la más adecuada. Para futuros trabajos se propone incorporar variables complementarias como reflectividad de radar (DBZ) para mejorar la predicción de granizo.

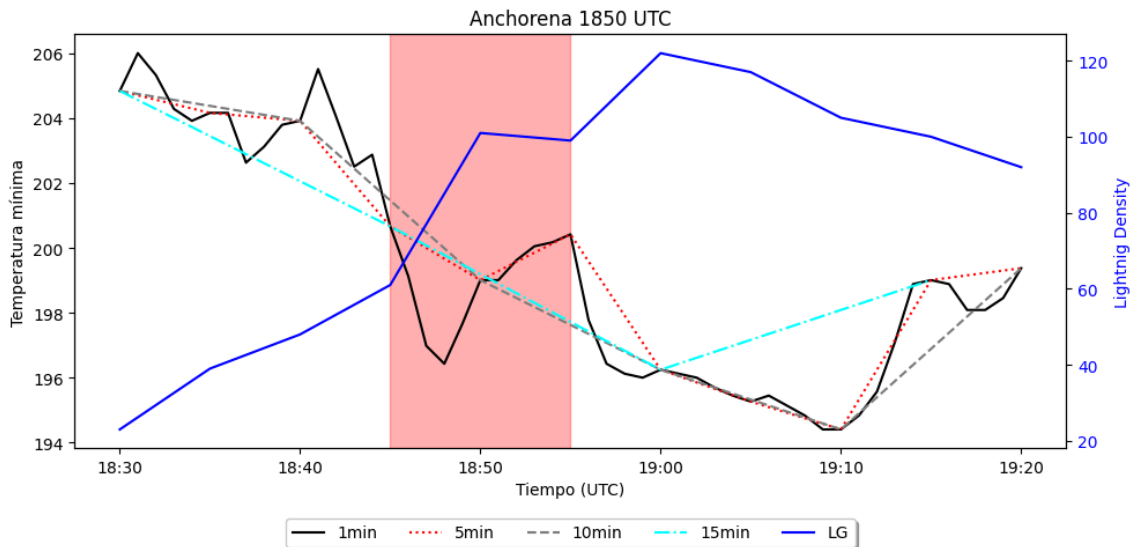


Fig. 4. Serie Anchorena. Variación temporal de la temperatura mínima cada 1, 5, 10 y 15 min. Variación temporal de la densidad de rayos (línea azul), cuyo eje de coordenadas se encuentra a la derecha. El tiempo con la máxima probabilidad de caída de granizo se encuentra en el centro del sombreado rojo, con su correspondiente error de  $\pm 5$ min

#### 4) REFERENCIAS

Borque, P., Vidal, L., Rugna, M., Lang, T. J., Nicora, M. G., & Nesbitt, S. W. (2020). Distinctive signals in 1-min observations of overshooting tops and lightning activity in a severe supercell thunderstorm. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(20), e2020JD032856. <https://doi.org/10.1029/2020JD032856>

Nicora, M. G., Quel, E. J., Bali, L., Acquesta, A., Vidal, L., Bürgesser, R. E., Ávila, E. E., & Altinger de Schwarzkopf, M. L. (2015). GeoRayos: A new application for severe weather warning. En XIII SIPDA International Symposium on Lightning Protection (Número de documento 0007ID2015). Balneario Camboriú, Brasil.

Salio, P., Bechis, H., Ribeiro, B. Z., Nascimento, E. L., Galligani, V., Garcia, F., Alvarenga, L., et al. (2024). Toward a South American High-Impact Weather Reports Database. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 105(7), E1204–E1217. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-23-0063.1>