

IDENTIFICACIÓN DE AACPS EN ARGENTINA Y CORRELACIÓN CON TIEMPO SEVERO

Mariela Ayelen Palavecino¹, Karimar Ledesma-Maldonado²
apalavecino@smn.gob.ar. Autora correspondiente.

¹Servicio Meteorológico Nacional, Argentina (SMN)

²Northern Illinois University, Illinois, USA

Palabras claves: Plumas de Cirros por Encima del Yunque, imágenes satelitales, pronóstico de mesoescala, tiempo severo.

1) INTRODUCCIÓN

Múltiples estudios han demostrado que la identificación de las Plumas de Cirros por Encima del Yunque (AACPs, por sus siglas en inglés) es esencial ya que las tormentas que generan AACPs tienen una probabilidad significativamente mayor de producir fenómenos severos, los cuales se pueden detectar hasta 31 minutos antes de que sean reportados en la superficie (McCann, 1983; Bedka, et. al, 2018).

En Sudamérica, la región que comprende Uruguay, el sur de Brasil, parte del sur de Paraguay, así como la Llanura Pampeana y el Litoral en Argentina, es conocida como "Pasillo de los tornados" (Balbi et al., 2018) y se considera el segundo lugar del mundo con mayor actividad tornádica. La limitada cobertura de la red de radares en la región, especialmente en áreas propensas a tornados, subraya la necesidad de integrar nuevas metodologías de análisis, como el uso de imágenes satelitales. Los AACPs se caracterizan por cirros estrechos que se elevan varios kilómetros sobre el yunque principal de una tormenta eléctrica, cerca del tope emergente, extendiéndose hacia la estratosfera inferior. Para identificar con precisión la presencia de AACPs, se utilizan imágenes satelitales infrarrojas y del canal visible 2.

El objetivo de esta investigación es incorporar una herramienta adicional para los pronósticos de mesoescala y de corto plazo, asociados a tiempo severo al identificar múltiples AACPs ocurridos en un evento de convección profunda durante diciembre de 2023 en Argentina, analizando su relación con fenómenos severos y las condiciones sinópticas asociadas.

2) METODOLOGÍA

En todos los casos que se analizaron entre el periodo del 15 al 16 de diciembre de 2023, se detectaron múltiples eventos de AACPs. En este trabajo se presenta el evento que ocurrió durante el 16 de diciembre de 2023 debido a su intensidad y a los daños reportados por el mismo.

Para el análisis, se utilizaron imágenes satelitales del infrarrojo (Banda 13 - 10,30 μm) y visible (Banda 02 - 0,64 μm) obtenidas del archivo del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina y de la página ClimaSurGBA. El análisis sinóptico se llevó a cabo empleando datos de viento, temperatura, agua precipitable en toda la columna y anomalías de los vientos a diferentes niveles, utilizando el modelo de reanálisis del GFS de NCEP/NCAR provistos por el PSL (Physical Sciences Laboratory) de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) para las 12 UTC del 16 de diciembre. Además, se estimaron diagramas Skew-T cercanos en tiempo y espacio al evento, utilizando el modelo GFS.

3) RESULTADOS

Los AACPs presentan diferentes formas y en todos los casos, se observa el enfriamiento del

aire dando lugar a patrones de temperatura característicos en forma de "U" o "V", además de facilitar la generación de ondas de gravedad que rompen cerca de la tropopausa y forman un brinco hidráulico interno en el lado sotavento de la convección profunda (Bedka, et. al, 2018; O'Neill et al., 2021). La Figura 1 presenta algunos de los AACPs detectados durante el 16 de diciembre en imágenes de infrarrojo. En estos casos, se observa el overshooting top y el ACCP adyacente como una pluma en una gama de amarillos y naranjas, asociada a una región de temperaturas más cálidas, que se encuentra rodeada por un patrón en forma de "U" o "V" con temperaturas más frías. La disposición de los ACCPs es noroeste-sudeste, influenciados por los vientos en altura, mientras que los niveles bajos y medios de la atmósfera juegan un papel crucial en la dirección de propagación de las tormentas. Cabe destacar que la paleta de colores empleada en las imágenes satelitales es fundamental para la identificación de los AACPs, ya que su gama puede facilitar o dificultar su detección.

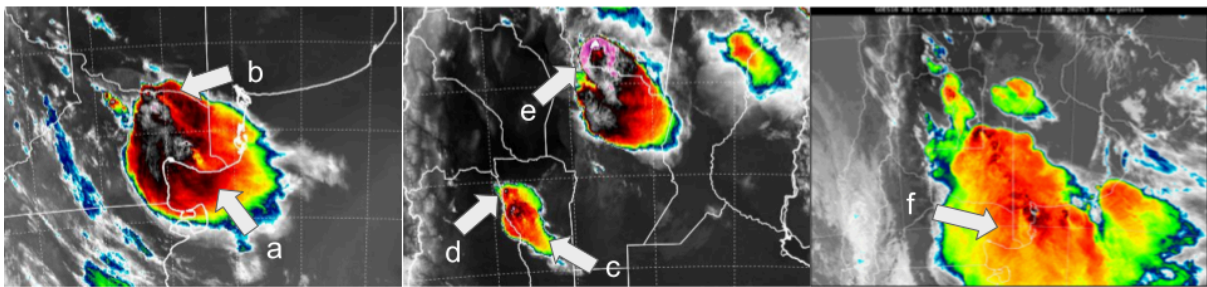


Figura 1. Imágenes del infrarrojo del canal 13 de GOES-16 para el 16 de diciembre de 2023: a las 01.40 UTC en cercanías de (a) Primera Angostura y (b) Choele Choel, Rio Negro; (c y d) La Calera, San Luis; (e) Villa San Martín, Santiago del Estero; (f) cercanías de Bahía Blanca, Buenos Aires a las 22 UTC.

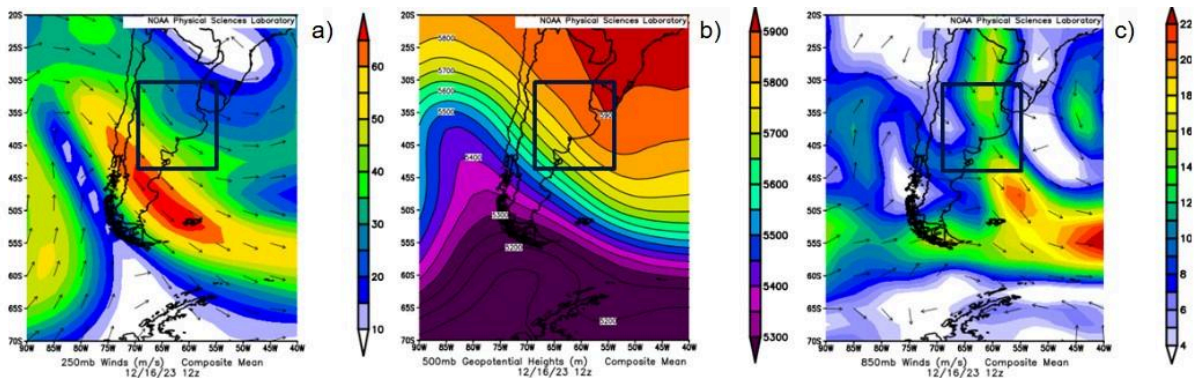


Figura 2. Reanálisis NCEP/NCAR para el 16 de diciembre de 2023 a las 12 UTC: vientos [m/s] en 250 hPa (a) y en 850 hPa (c); y altura geopotencial [m] de 500 hPa (b). El cuadro negro corresponde al área donde se observaron los AACPs.

Las condiciones sinópticas (Figura 2a) muestran, en niveles altos, la presencia de la corriente en chorro polar con vientos del noroeste que superan los 100 nudos (kt) sobre la región patagónica argentina, junto con anomalías positivas. En 500 hPa (Figura 2b), se observa una vaguada de inclinación positiva (hacia el oeste) sobre el Océano Pacífico y un eje de cuña que se extiende desde Uruguay hacia el sur. Sobre la región central de Argentina se insinúa la presencia de una onda corta en el campo de geopotencial (en 35°S-75°W, aproximadamente), con desplazamiento hacia el sudeste. En 850 hPa (Figura 2c) la corriente en chorro de capas bajas de América del Sur (SALLJ, por sus siglas en inglés) se ubica entre 20°-40°S y 60°-65°W, favoreciendo el transporte de humedad con vientos del norte de hasta 50 kt, y anomalías superiores a lo normal hasta el noreste de la Patagonia. Por último, en el campo de

presión a nivel medio del mar, la Baja Térmica del Noroeste Argentino se ubica en su posición habitual y un frente frío avanza desde la Patagonia central hacia el noreste (no mostrado). El análisis de este y otros eventos (no mostrados) junto con los reportes de tiempo severo (especialmente la caída de granizo), muestran que los AACPs cumplen con ciertas características: vientos superiores a 58 kt en niveles altos, generalmente vinculados a la corriente en chorro polar o subtropical; y la presencia de una vaguada de onda larga en niveles medios, cercana a la región. Por otro lado, no se encontró una señal clara sobre la cantidad de agua precipitable necesaria para el desarrollo de AACPs.

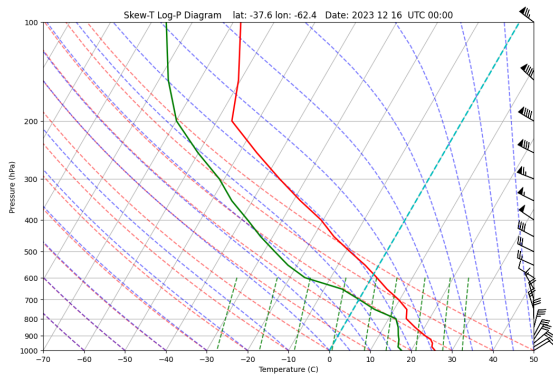


Figura 3. Diagrama skew-T estimado para el 16 de diciembre de 2023 a las 00 UTC en Pigüé, Buenos Aires.

La Figura 3 muestra el diagrama de skew-T estimado horas antes del inicio de la convección en Pigüé, Buenos Aires. Se observa una advección vertical cálida, con vientos del sector norte de hasta 40 kt en niveles bajos. También se observa un cambio de dirección del viento con la altura (cortante vertical), condición clave para la formación de AACPs. La tropopausa se ubica por arriba de 200 hPa, en un entorno tropical donde, según Murillo et. al (2022) es probable encontrar AACPs “fríos”, con plumas más frías de lo normal.

4) CONCLUSIONES

En conclusión, esta investigación destaca la importancia de identificar AACPs como herramienta adicional para mejorar la precisión de los pronósticos de mesoescala y de tiempo severo en Argentina. Los resultados indican que los AACPs son influenciados cuando vientos superiores a 58 kt en la troposfera alta (200-300 hPa), interactúan con los toques emergentes de las tormentas, generando patrones de temperatura característicos en forma de "U" o "V" vistos en imágenes de satélite infrarrojo. También se destaca la importancia de la presencia de una cortante vertical de viento para el desarrollo de los mismos. Estos resultados son consistentes con estudios anteriores que muestran que los vientos de niveles bajos y medios de la atmósfera juegan un papel crucial en la dirección de propagación de las tormentas.

REFERENCIAS SELECCIONADAS

- Balbi, M., Barbieri, P., 2018:** Enfoque científico del riesgo-evaluación del potencial de tornados en Argentina.
- Bedka, K., Murillo, E. M., Homeyer, C. R., Scarino, Mersiovsky, H., 2018:** The Above-Anvil Cirrus Plume: An Important Severe Weather Indicator in Visible and Infrared Satellite Imagery.
- McCann, D. W., 1983:** The enhanced-V: A satellite observable severe storm signature. *Mon. Wea. Rev.*, 111, 887–894.
- O’Neill, M., Orf, L., Heymsfield, G. M., Halbert, K., 2021:** Hydraulic Jump dynamics above supercell thunderstorms.
- Murillo, E. M., Homeyer, C. R., 2022:** What Determines Above-Anvil Cirrus Plume Infrared Temperature?.