

ESTUDIO DEL POTENCIAL DE LA ASIMILACIÓN DE DESCARGAS ELÉCTRICAS EN LOS MODELOS METEOROLÓGICOS

Federico Cutraro¹, María Eugenia Dillon^{1,2}, Juan Ruiz^{3,4,5}

fcutraro@smn.gob.ar

¹Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

²CONICET

³Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA, CONICET-UBA)

³CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos. Buenos Aires, Argentina.

⁵Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN, UBA

Palabras clave: GLM, WRF, LETKF.

1) INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios han mostrado que la asimilación de datos regional tiene un gran impacto en los pronósticos de precipitación, especialmente en casos en que utilizan observaciones de la escala convectiva como las de radar. La actividad eléctrica en las tormentas guarda relación con la convección profunda y su intensidad, y por este motivo, diversos estudios han abordado la asimilación de observaciones de actividad eléctrica con resultados alentadores (Kong et al. 2020; entre otros). El presente trabajo se propone entonces evaluar el potencial de la asimilación de observaciones del sensor Geostationary Lightning Mapper (GLM) montado en el GOES-16 (Goodman et al. 2013) utilizando como operador de las observaciones la red neuronal desarrollada por Cutraro y otros (2024).

2) DATOS Y METODOLOGÍA

El caso de estudio empleado para evaluar el sistema de asimilación es el 19 de marzo de 2024, el cual presentó tormentas intensas en el norte de la provincia de Buenos Aires (Figura 1a). En particular se eligió este caso debido a que los pronósticos de modelos regionales no lograron representar de manera correcta la convección (Figura 1b).

Para evaluar el potencial impacto de las observaciones de actividad eléctrica, se analizó la estructura de la covarianzas entre la actividad eléctrica y las variables de estado del modelo vinculadas a través del operador de las observaciones. Para ello, se utilizó un ensamble de 20 miembros empleando el modelo WRF, con una resolución de 4 km, y utilizando el modelo global GEFS como condición inicial y de borde. La estimación de la actividad eléctrica pronosticada se realizó a través del operador de las observaciones desarrollado por Cutraro y otros (2024).

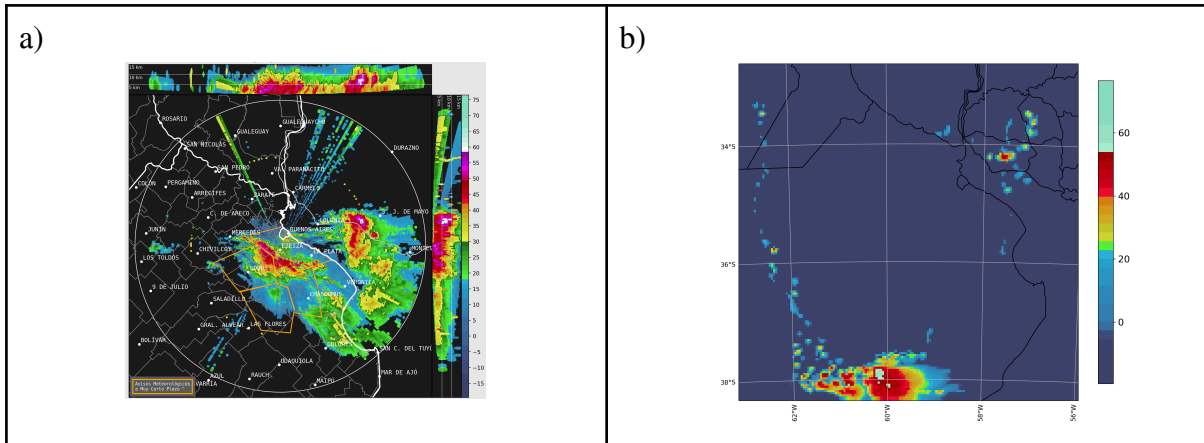


Figura 1: Observación del radar RMA2 para las 19:50 HOA del 19 de marzo del 2024 (a) y los pronósticos de reflectividad máxima de radar del WRF empleando condiciones iniciales y de borde de un miembro del GEFS (b).

3. ANÁLISIS DE COVARIANZAS

Para ejemplificar el potencial de asimilar observaciones de actividad eléctrica se emplean los pronósticos por ensamble para el 19 de marzo de 2024 a las 19:50 HOA, en la Figura 2 se pueden ver cortes zonales a la latitud de -38.1°S de las covarianzas obtenidas entre la actividad eléctrica pronosticada por el modelo y el contenido de graupel (a) y la temperatura (b). Para el caso del graupel, se obtiene una clara relación positiva entre la cantidad de este y la tasa de rayos, e iguales covarianzas se observan para los otros hidrometeoros pronosticados (no se muestra). En el caso de la temperatura, se pueden destacar las covarianzas negativas en niveles bajos y positivas en niveles medios. Las primeras están asociadas a la piletta de aire frío generada por la evaporación de la precipitación, mientras que la segunda a la liberación de calor latente. Los resultados observados para ambas variables están claramente asociados a una intensificación (disminución) de la convección en los casos en que se observen valores de actividad eléctrica mayores (menores) a los pronosticados.

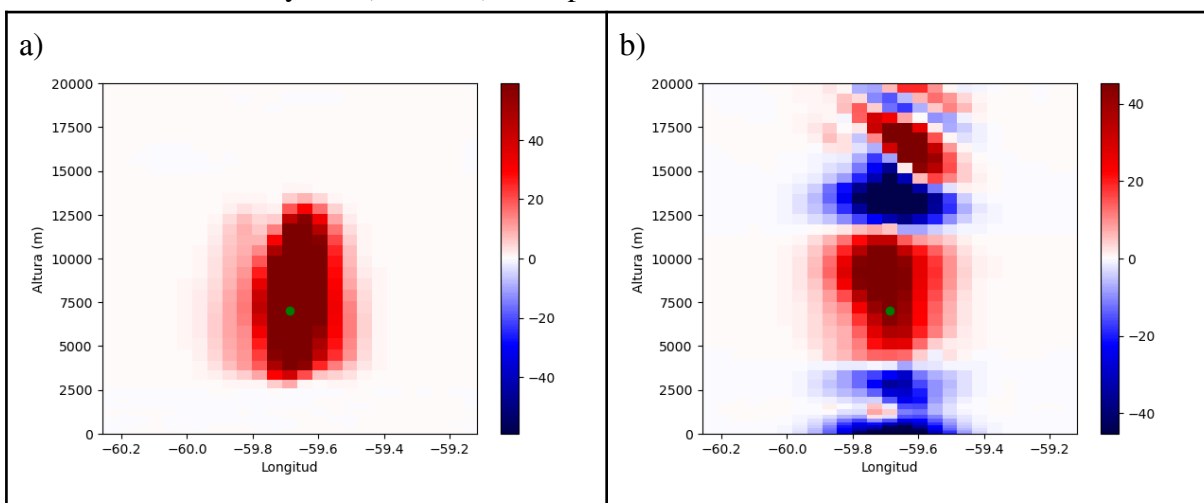


Figura 2: Corte zonal a los -38.1°S de las covarianzas obtenidas entre la tasa de rayos y la cantidad de graupel (a) y la temperatura (b). El punto verde indica la ubicación de la potencial observación a asimilar.

4. EXPERIMENTO DE ASIMILACIÓN

Dados los buenos resultados obtenidos a partir del análisis de las covarianzas, se plantea el experimento idealizado en el que se emplea una simulación del modelo WRF con una resolución de 2 km utilizando el reanálisis ERA5 como condición inicial y de borde que reproduce la ocurrencia de convección profunda en el norte de Buenos Aires, aunque no en la ubicación observada (Figura 3). A partir de esta simulación, se generan pseudo-observaciones empleando el operador de Cutraro y otros (2024) para ser asimiladas en el WRF empleando la metodología Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF). La elección de este método se basa en la vasta experiencia local y los buenos resultados obtenidos en observaciones en escala convectiva como las de radar (Matsudo y otros, 2024). Los resultados de este experimento serán presentados en el congreso.

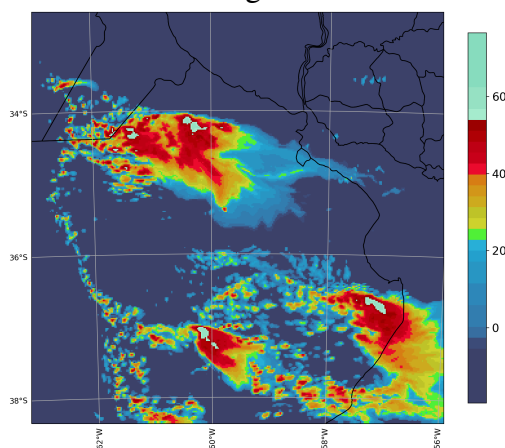


Figura 3: Pronóstico de reflectividad máxima de radar del WRF empleando condiciones iniciales y de borde del ERA5 para las 19:50 HOA del 19 de marzo del 2024.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha contado con el apoyo parcial del proyecto PREVENIR, ejecutado por la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional y la Agencia Japonesa de Ciencia y Tecnología en el marco del Programa de Asociación de Investigación Científica y Tecnológica para el Desarrollo Sostenible.

REFERENCIAS

- Cutraro, F. J., Ruiz, J. J., Dillon, M. E., Sacco, M., Amemiya, A., 2024,** Operador de las observaciones para la asimilación de actividad eléctrica utilizando redes neuronales, Reunión sobre Sistemas de Alerta Temprana para Inundaciones Repentinas,
- Goodman, S. J., and Coauthors, 2013:** The GOES-R Geostationary Lightning Mapper (GLM). *Atmos. Res.*, 125–126, 34–49, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2013.01.006>.
- Kong, R., M. Xue, A. O. Fierro, Y. Jung, C. Liu, E. R. Mansell, and D. R. MacGorman, 2020:** Assimilation of GOES-R Geostationary Lightning Mapper Flash Extent Density Data in GSI EnKF for the Analysis and Short-Term Forecast of a Mesoscale Convective System. *Mon. Wea. Rev.*, 148, 2111–2133, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-19-0192.1>.
- Matsudo, C., Maldonado, P., Dillon, M. E., Casaretto, G., Sacco M., Cutraro, F., Righetti, S., Alvarez Imaz, M., García Skabar, Y., Ruiz, J., Osore, S., 2025:** Evaluación del Sistema de Asimilación de datos y Pronóstico numérico del Servicio Meteorológico Nacional: impacto de los análisis regionales en la inicialización del pronóstico por ensambles. Nota Técnica SMN 2025-193.