

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS MODELOS MPAS Y WRF DURANTE EL EVENTO DE ALTO IMPACTO DEL 16 DE DICIEMBRE DE 2023 EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Gastón Ramírez¹, María Eugenia Dillon^{1,2}, Josefina Blazquez^{2,3}, Maximiliano Sacco¹, Cynthia Matsudo¹, Paula Maldonado¹, Federico Cutraro¹

gramirez@smn.gob.ar

¹Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³Grupo de Investigación en Clima Variabilidad y Extremos (CLAVE). Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG), UNLP.

Palabras clave: MPAS, WRF, pronóstico numérico.

1) INTRODUCCIÓN

Los modelos de pronóstico numérico del tiempo son una de las herramientas más importantes utilizadas diariamente por las oficinas de pronóstico. En el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Argentina se ejecuta de manera operativa el modelo Weather Research and Forecasting (WRF; Skamarock y otros, 2019) con 4 km de resolución horizontal desde 2016, el cual fue teniendo distintas actualizaciones y hoy en día integra el Sistema de Asimilación de datos y Pronóstico SAP.SMN, que provee pronósticos regionales determinísticos y probabilísticos por un plazo de 72 y 48 hs, respectivamente (Matsudo y otros, 2022; Matsudo y otros, 2025). Si bien el desempeño de este sistema es bueno y en la última década hubo variados estudios y mejoras aplicadas en nuestra región, es de interés explorar modelos utilizados en otros centros.

El Model for Prediction Across Scales (MPAS; Skamarock y otros, 2012) fue desarrollado en el National Center for Atmospheric Research (NCAR) y se encuentra en pleno crecimiento. Una de las grandes diferencias con el WRF es la definición de la retícula: en el MPAS se usa una malla de Voronoi desestructurada, la cual permite mayor flexibilidad y potencialmente una ejecución del modelo más veloz.

El objetivo de este trabajo es comparar el desempeño de los modelos WRF y MPAS en una configuración regional de alta resolución para un caso de estudio, evaluando ventajas y desventajas de la aplicación de ambos modelos en Argentina.

2) CASO DE ESTUDIO

En los días 16 y 17 de diciembre de 2023 una serie de tormentas severas afectó significativamente la región central de Argentina, abarcando las provincias de La Pampa, Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos (Saucedo y otros, 2024). En la Figura 1 se puede observar la evolución de los sistemas mediante las imágenes de topos nubosos de GOES-16.

Durante el día 16 de diciembre, una vaguada en altura ingresaba al país con su frente asociado en superficie desplazándose sobre la región patagónica. La zona central del territorio argentino estaba afectada por vientos persistentes del sector Norte, elevados valores de temperatura y altos índices de inestabilidad, observándose actividad convectiva en la zona central del país como en el norte de Río Negro y Córdoba mostrando señales de severidad, según las imágenes satelitales.

En la tarde del mismo día, sobre el Sur de Río Negro y Sur Oeste de la provincia de Buenos Aires una línea de inestabilidad comenzó a formarse, tomando forma de arco (Bow-Echo) y con ráfagas de aproximadamente 150 km/h, que provocó múltiples incidentes, incluyendo

caída de árboles y víctimas fatales en la ciudad de Bahía Blanca.

La línea continuó desplazándose por el centro del país con granizo, fuertes vientos y lluvias intensas asociadas, llegando al noreste de la Provincia de Buenos Aires en la madrugada del domingo 17 y registrándose en el área metropolitana vientos con ráfagas de hasta 135 km/h.

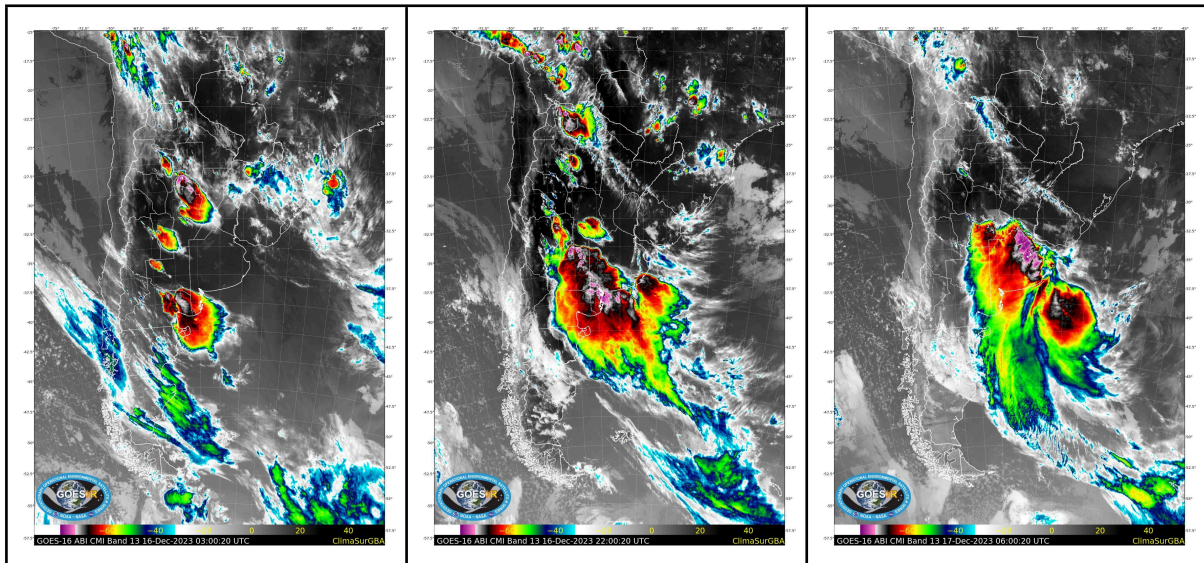


Figura 1. Topes nubosos de GOES-16 del 16 de diciembre de 2023 a las 03 y 22 UTC, y del 17 de diciembre de 2023 a las 06 UTC.

3) CONFIGURACIÓN DE LOS MODELOS Y RESULTADOS

La componente determinística del SAP.SMN utiliza el WRF con 4 km de resolución horizontal, 45 niveles verticales y una proyección Lambert, en el dominio mostrado en la Figura 2. Para las condiciones iniciales y de borde se usa el modelo Global Forecasting System (GFS) de 0.25° de resolución. La convección se resuelve de manera explícita y las parametrizaciones más relevantes utilizadas son: WSM6 para la microfísica; RRTMG para la radiación de onda corta y larga; MYJ para la capa límite planetaria; Noah-MP para el suelo.

Con el fin de diseñar una configuración del MPAS que sea comparable con la del WRF, se definió el dominio mostrado en la Figura 2, con 4 km de resolución horizontal aproximadamente. Teniendo en cuenta que las opciones de física disponibles aún son escasas en el MPAS, para la capa límite planetaria se escogió la parametrización MYNN (que está basada en la MYJ), para el suelo se utilizó el modelo Noah (que es una versión previa al Noah-MP), y para las parametrizaciones de microfísica y de radiación se pudieron usar las mismas opciones que en WRF (WSM6 y RRTMG, respectivamente).

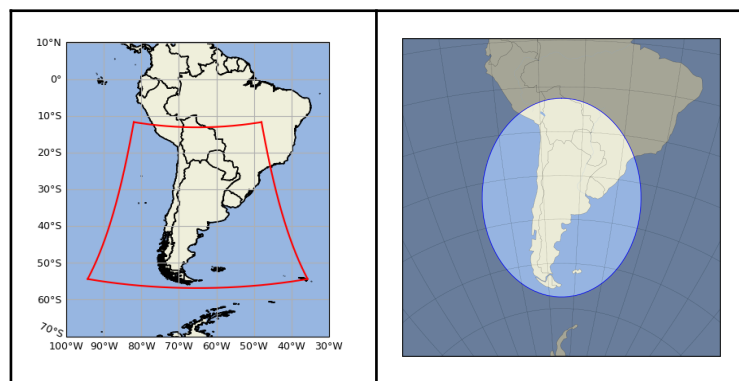


Figura 2. Dominio utilizado en el SAP.SMN (panel izquierdo) y dominio regional definido para el MPAS (panel derecho).

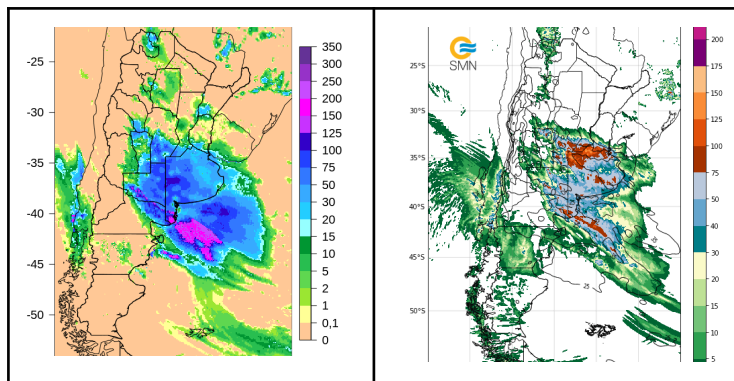


Figura 3. Precipitación acumulada en 24 hs [mm] válida a las 12 UTC del 17 de diciembre, estimada por SQPE-OBS (panel izquierdo) y pronosticada por el SAP.SMN (panel derecho).

En la Figura 3 se muestra la precipitación acumulada en 24 horas válida para las 12 UTC del 17 de diciembre estimada por SQPE-OBS (Hobouchian y otros, 2021) y pronosticada por el SAP.SMN inicializado a las 12 UTC del 16 de diciembre. Realizando una comparación de la franja central del país se pueden notar diferencias en la intensidad, extensión y distribución de los acumulados. El SAP.SMN muestra un patrón definido de precipitaciones intensas, con acumulados superiores a los 100

mm distribuidos en dos zonas: una banda orientada de NW a SE en el sudoeste de Buenos Aires y este de La Pampa y una zona localizada en el noroeste de Buenos Aires, sur de Entre Ríos, sur de Santa Fe y sur de Córdoba. Mientras que SQPE-OBS muestra una zona de precipitación especialmente intensa sobre el sur de La Pampa y sudoeste de Buenos Aires con acumulados mayores a 125 mm y otra zona con menores acumulados, entre 75 mm y 10 mm en el este de La Pampa y oeste de Buenos Aires. El resto de la región estima un patrón más extendido y continuo de precipitación intensa, dando valores de alrededor de 50 a 75 mm.

En general el SAP.SMN logra ubicar el evento y algunos máximos locales, pero sobreestima la precipitación en algunas regiones en particular.

REFERENCIAS

Hobouchian, M.P., G. Díaz, L. Vidal, Y. García Skabar, L. Ferreira, M. Maas, M. S. Rossi Lopardo, H. Veiga y M. Rugna, 2021: Ajuste de la estimación de precipitación satelital IMERG con observaciones pluviométricas en Argentina. Nota Técnica SMN 2021-105. <http://hdl.handle.net/20.500.12160/1694>

Matsudo, C., García Skabar Y., Righetti S., Cutraro F., Sacco M., Dillon M.E., Alvarez Imaz M., Maldonado P., Salles A., 2022: Sistema de Asimilación y Pronóstico numérico del Servicio Meteorológico Nacional: componente operativa. CONGREGMET XIV.

Matsudo, C., Maldonado P., Dillon M.E., Casaretto G., Sacco M., Cutraro F., Righetti S., Alvarez Imaz M., García Skabar Y., Ruiz J., Osores S., 2025: Evaluación del Sistema de Asimilación y Pronóstico numérico del Servicio Meteorológico Nacional: impacto de los análisis regionales en la inicialización del pronóstico por ensambles. Nota Técnica SMN 2025-193.

Saucedo, M., R. de Elía, L. Vidal, C. Matsudo, S. Righetti, A. Cejas, D. Diaz, N. Pérez, P. Hobouchian, R. Vasques Ferro, C. Ribero, M. Patanella, P. Irurzun, H. Bechis, D. D'Ámen, P. Salio, Y. García Skabar, S. Pérez, C. Sánchez, C. Fiol, R. Vidal, 2024: Evento de vientos destructivos sobre el centro de Argentina durante el 16 y 17 de diciembre de 2023. Nota Técnica SMN 2024-191.

Skamarock, W.C., Klemp J.B., Duda M.G., Fowler L.D., Park S.-H., Ringler T., 2012: A multiscale nonhydrostatic atmospheric model using centroidal Voronoi tessellations and C-grid staggering. Mon. Wea. Rev., 140, 3090-3105, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-11-00215.1>

Skamarock, W.C., Klemp J.B., J. Dudhi, D. Gill, Z. Liu, J. Berner, X.Y. Huang, 2019: A description of the advanced research WRF model version 4. National Center for Atmospheric Research: Boulder, CO, USA, 145(145), 550.