

# ASIMILACIÓN DE OBSERVACIONES DE GOES-16 EN CIELO CLARO PARA APLICACIONES DE MESOESCALA UTILIZANDO EL SISTEMA GSI-LETKF-WRF

Paola Corrales<sup>123</sup>, Victoria Galligani<sup>123</sup>, Juan Ruiz<sup>123</sup>, Craig Schwartz<sup>4</sup>  
[paola.corrales@cima.fcen.uba.ar](mailto:paola.corrales@cima.fcen.uba.ar)

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 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.

<sup>4</sup>National Center for Atmospheric Research. Boulder, Colorado.

**Palabras clave:** Asimilación de datos regional, radiancias, GOES-16.

## 1) INTRODUCCIÓN

La asimilación de datos ha demostrado ser una herramienta clave para la generación de pronósticos numéricos de calidad (Eyre et al. 2020). En particular, estudios previos demostraron que la asimilación de observaciones con alta resolución espacial y temporal es crucial para mejorar la representación de procesos de mesoescala y de esa manera obtener mejores condiciones iniciales para la generación de pronósticos (Dillon et al. 2021, Corrales et al. 2022). Sin embargo la distribución aleatoria y la densidad espacial heterogénea de los radiosondeos y otras observaciones convencionales hace que la asimilación de estas observaciones no sea suficiente. Las observaciones por satélite polares proporcionan una gran cantidad de datos pero a escala regional la frecuencia temporal es baja, del orden de 2 veces por día para cada satélite.

Por esta razón la asimilación de observaciones de satélites geoestacionarios de última generación puede proporcionar observaciones con muy alta resolución espacial y temporal. El satélite geoestacionario GOES-16 es de particular importancia para Sudamérica ya que provee información en 16 canales del espectro visible e infrarrojo cada 15 minutos con una resolución espacial de entre 500 metros y 2 kilómetros. Si bien estas observaciones no son asimiladas en los sistemas de pronóstico globales, hay muchos trabajos que exploran el uso de observaciones de GOES-16 para aplicaciones globales con resultados prometedores. Por ejemplo Jones et al. 2020 utilizó observaciones simuladas y encontró que los datos de los satélites mejoran los pronósticos. Lee et al. 2019 estudio el impacto de los 3 canales de vapor de agua con resultados positivos para pronósticos de tormentas tropicales.

En este contexto, los objetivos de este trabajo son evaluar la mejor configuración del sistema GSI-LETKF-WRF donde se implementó la asimilación de estas observaciones y estudiar el impacto de las observaciones en un caso de estudio de un Sistema Convectivo de Mesoescala (SCM) que se desarrolló sobre el sur de Sudamérica durante el 22-23 de noviembre de 2018 durante el período de observación intensa de la campaña de campo RELAMPAGO (Nesbitt et al. 2021).

## 2) METODOLOGÍA

Generamos análisis con una resolución de 10 km utilizando el sistema GSI-4DLETKF-WRF

donde se asimilaron observaciones a cada hora desde el 20/11 18Z hasta el 23/11 12Z. Utilizamos un ensamble de 60 miembros inicializado a partir de la salida de GFS determinística a la que se agregaron perturbaciones aleatorias con covarianza climatológica. El ensamble, además utiliza un enfoque multifísico para representar los errores del modelo, incluyendo una combinación de parametrizaciones de capa límite y convección.

Se realizaron pruebas preliminares para evaluar diferentes configuraciones del sistema. En particular se evaluó el efecto del thinning de las observaciones en escalas de 10 y 30 km y el impacto de los 3 canales de GOES-16 asociados al vapor de agua: canal 8 (6.2  $\mu\text{m}$  - niveles altos), canal 9 (6.9  $\mu\text{m}$  - niveles medios) y canal 10 (7.3  $\mu\text{m}$  - niveles bajos).

Finalmente se realizaron 4 experimentos de asimilación: SATWND incluye observaciones convencionales y vientos derivados de satélite y corresponde al experimento control (sin radiancias), RAD suma radiancias de satélites polares, ABI, incluye junto a todas las observaciones anteriores, los 3 canales de vapor de agua de GOES-16 y onlyABI utiliza observaciones convencionales y radiancias de GOES-16. Para evaluar el desempeño del sistema utilizamos los siguientes conjuntos de observaciones independientes:

\* Datos de eadiosondeo de alta resolución compuestos multi-red (UCAR/NCAR - Earth Observing Laboratory. 2020) de la base de datos de la campaña de campo de RELAMPAGO. El periodo del experimento abarca las misiones IOP 7 y 8, durante las cuales se lanzaron 74 radiosondeos en una pequeña región cerca del centro del dominio experimental. Se calculó el error cuadrático medio y el bias a partir de estos datos.

\* Para evaluar la capacidad del sistema de pronosticar la precipitación, se utilizó como estado de referencia la estimación de la precipitación por satélite IMERG Final Run con una resolución espacial de  $0,01^\circ$  y una resolución temporal de 30 minutos (Huffman et al 2018). Se calculó el Fraction Skill Scores (FSS) para la evaluación cuantitativa.

### 3) RESULTADOS

En primera instancia se evaluó la diferencia media entre las radiancias medidas por el GOES-16 y pronosticadas por el modelo, encontrando que se mantiene cercana a cero a lo largo de todo el periodo. Por esta razón no se aplicó ninguna corrección de bias a las observaciones y se definió una desviación estándar del error observacional de 2 K siguiendo trabajos previos.

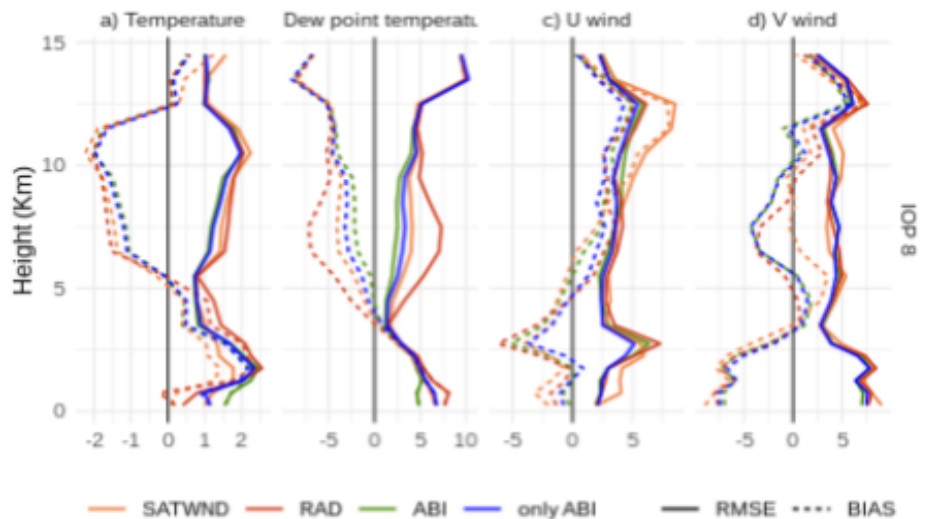


Figura 1. RMSE (línea sólida) y Bias (línea discontinua) de a) la temperatura (K), b) la temperatura del punto de rocío (K), c) viento zonal ( $\text{ms}^{-1}$ ) y d) viento meridional ( $\text{ms}^{-1}$ ) calculados comparando el análisis de cada experimento con los sondeos de RELAMPAGO durante el IOP 8. CONTROL se representa con una línea naranja, RAD con una línea roja, ABI se representa con una línea verde y only ABI con una línea azul.

De los experimentos que utilizan diferentes escalas espaciales (10 y 30 km) para el thinning de las observaciones del GOES-16, se concluyó que el thinning the 10 km, análogo a la resolución del modelo, provee mayor cantidad de observaciones y genera un impacto positivo mayor respecto del thinning de 30 km. Las pruebas de sensibilidad para estudiar el impacto de asimilar los distintos canales de GOES-16 indicaron, para este caso de estudio, que los 3 canales de vapor de agua contribuyen a la mejora en el análisis para representar la asimilación. En particular el canal 10, sensible al vapor de agua en niveles bajos es el que contribuye más sustancialmente a la mejora.

Al comparar los experimentos SATWND, RAD, ABI y onlyABI con los sondeos de RELAMPAGO en términos del RMSE y BIAS (Figura 1) se observan cambios importantes. En el caso de la temperatura de punto de rocío, observamos que las radiancias de GOES-16 disminuyen el bias y el RMSE entre 5 y 10 km y los mismo ocurre para la temperatura por encima de la capa límite. El RMSE y bias del viento zonal mejora principalmente en onlyABI, indicando que las observaciones de satélites polares no aporta información a esta variable en comparación con las radiancias. Del análisis cuantitativo de la precipitación a partir del FSS, comparando cada experimento con IMERG, se observó que las radiancias mejoran la estimación de la precipitación. En particular RAD, ABI y onlyABI muestran resultados similares y superiores a SATWND.

A partir de estos resultados podemos concluir que la asimilación de radiancias genera un impacto positivo en la simulación de este SCM y en particular que las observaciones de GOES-16 mejoran la estimación de la humedad y temperatura en niveles medios. La similaridad entre los experimentos RAD y onlyABI podría indicar que las observaciones de satélites polares no serían necesarias cuando las observaciones de GOES-16 están disponibles.

## REFERENCIAS

- Eyre, J. R., S. J. English, y M. Forsythe. 2020.** “Assimilation of Satellite Data in Numerical Weather Prediction. Part I: The Early Years”. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 146(726): 49–68.
- Corrales, Paola et al. (en revisión).** “Hourly Assimilation of Different Sources of Observations Including Satellite Radiances in a Mesoscale Convective System Case During RELAMPAGO campaign”. *Atmospheric Research*.
- Dillon, María Eugenia et al. 2021.** “A Rapid Refresh Ensemble Based Data Assimilation and Forecast System for the RELAMPAGO Field Campaign”. *Atmospheric Research*
- Huffman, George et al. 2018.** *NASA Global Precipitation Measurement (GPM) Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM (IMERG)*. National Aeronautics and Space Administration (NASA).
- Jones, Thomas A. et al. 2020.** “Assimilation of GOES-16 Radiances and Retrievals into the Warn-on-Forecast System”. *Monthly Weather Review* 148(5): 1829–59.
- Lee, Jung-Rim et al. 2019.** “ABI Water Vapor Radiance Assimilation in a Regional NWP Model by Accounting for the Surface Impact”. *Earth and Space Science* 6(9): 1652–66.
- Nesbitt, Stephen W. et al. 2021.** “A Storm Safari in Subtropical South America: Proyecto RELAMPAGO”. *Bulletin of the American Meteorological Society* 1(aop): 1–64.
- UCAR/NCAR - Earth Observing Laboratory. 2020.** “Multi-network composite highest resolution radiosonde data. Version 1.3. UCAR/NCAR - earth observing laboratory.” <https://doi.org/10.26023/GKFF-YNBJ-BV14>.