

# EVALUACIÓN DE METODOLOGÍA SPECTRAL NUDGING PARA LA OBTENCIÓN DE ANÁLISIS REGIONALES COMBINANDO EL WRF-LETKF Y GEFS

Martin IGLESIAS<sup>1</sup>, María Eugenia DILLON<sup>2,3</sup>, Yanina GARCÍA SKABAR<sup>2,3,4</sup>, Maximiliano SACCO<sup>3</sup>

[met.iglesias@live.com](mailto:met.iglesias@live.com)

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

<sup>2</sup>CONICET

<sup>3</sup>Servicio Meteorológico Nacional

<sup>4</sup>UMI-IFAEI, (CNRS-CONICET-UBA)

## Resumen

En Sudamérica, existen estudios realizados para generar y/o implementar sistemas de asimilación de datos regionales, donde se mostraron resultados alentadores pero es necesario seguir avanzando. El objetivo del trabajo fue evaluar la sensibilidad en los análisis de un sistema regional WRF-LETKF, desarrollándose en el SMN Argentino, a la incorporación de información del GEFS usando la técnica de spectral nudging. La metodología mostró un incremento en el EETH de los pronósticos, con una influencia mayor de los términos asociados a la humedad en niveles bajos y de los términos cinéticos en niveles altos.

## Abstract

In South America, there are some studies carried out to generate and / or implement regional data assimilation systems, in which encouraging results are found. However, it is necessary to continue advancing. The objective of this work was the study of the sensitivity of regional WRF-LETKF analyses, under development in the Argentine SMN, to the incorporation of information from the GEFS using the spectral nudging technique. The methodology has shown an increase in the EETH of the forecasts, with a greater influence of the terms associated with the humidity at low levels and the kinetic terms at high levels.

**Palabras clave:** Spectral Nudging, WRF-LETKF, Análisis regionales.

## 1) INTRODUCCIÓN

En la generación de análisis regionales se presentan dificultades en cómo el modelo es alimentado en sus bordes laterales y estudios han demostrado que las condiciones de borde pueden conducir a problemas (ej. Davies 2014), y puede deteriorar el sistema de asimilación. Un posible tratamiento es la utilización de la técnica de *spectral nudging* (Waldron et al., 1996), la cual se basa en la idea de downscaling, forzando las variables atmosféricas de gran escala a escala regional. En Sudamérica, existen estudios realizados para generar y/o implementar sistemas de asimilación de datos regionales, donde se mostraron resultados alentadores (Dillon 2017 y trabajos citados), pero es necesario seguir avanzando. En este estudio se planteó como objetivo evaluar la sensibilidad en los análisis de un sistema regional WRF-LETKF, el cual se encuentra en desarrollo en el SMN Argentino, a la incorporación de información del modelo global conducente Global Ensemble Forecast System (GEFS) a partir de la técnica de *spectral nudging*.

## 2) METODOLOGÍA

El modelo de pronóstico usado fue el WRF acoplado con el sistema de asimilación de datos por ensambles LETKF (Miyoshi y Kunii (2011)). El dominio seleccionado incluye el Sur de Sudamérica con una retícula de 20 km en el plano horizontal y 38 niveles sigma-p en el plano vertical. El sistema de asimilación se inicializa el 1 de diciembre del 2015 a las 00 UTC a partir de 20 miembros del modelo GEFS, y utilizando distintas parametrizaciones de capa límite y convección. La frecuencia de asimilación es de 6 horas, con una ventana de asimilación centrada en la hora del análisis usando las observaciones de 3 horas antes y después del mismo. Se asimilaron los datos de los PREPBUFR (NCEP) y los perfiles verticales de temperatura y humedad estimados por los AIRS. Se plantean 2

experimentos: uno utilizando los GEFS como condición de borde (*control*) y otro realizando la técnica de spectral nudging (*specnud*), relajando los análisis regionales a los GEFS. Se calcularon las diferencias de los reanálisis cuatridernos y globales ERA-INTERIM provistos por el ECMWF, (conjunto de datos independiente para este trabajo) con los pronósticos a 12hs del WRF-LETKF, con control y specnud. Las mismas se usaron para calcular la métrica del error de la energía total húmeda (EETH) para evaluar el comportamiento de cada sistema de ensamble. Se realizaron cálculos del promedio temporal y espacial de EETH.

### 3) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la serie temporal de los miembros del ensamble para ambos experimentos se vio que el control presentaba menores valores de EETH, pero con una tendencia en aumento de forma progresiva (Figura 1). En cuanto al specnud se observaron mayores magnitudes del error, pero la tendencia en los plazos de análisis fue disminuyendo o manteniéndose cuasi-constante en términos medios. Una de las posibles causas que se pretenden evaluar es ver si el EETH del specnud viene asociado a la utilización de distintos miembros del GEFS. Otra posible hipótesis a evaluar es si estos errores fueron mayores para el mes seleccionado debido a los patrones atmosféricos que pudieron generar diferencias entre lo resuelto por el GEFS y el WRF, dando un mayor impacto en los errores del análisis y los pronósticos. En el control dominaban los términos de la humedad y temperatura en el EETH, mientras que en el specnud dominaba, de forma sectorizada, el término de la humedad al norte del dominio y el término de energía cinética al sur del mismo (no mostrado). En los cortes verticales observamos que el mayor aumento del error viene localizado en los niveles bajos y altos de la atmósfera para specnud, donde la humedad y los términos cinéticos generaban una mayor influencia, respectivamente (Figura 2). Cabe aclarar que la técnica se aplica por encima de los 1,5km de altura, por lo que es posible que esto pueda ser un factor a tener en cuenta para ver cómo está resuelta la dinámica en el interior del dominio. En cuanto al control se observa un solo máximo en el EETH localizado en los 950hPa y los valores son menores que los de specnud.

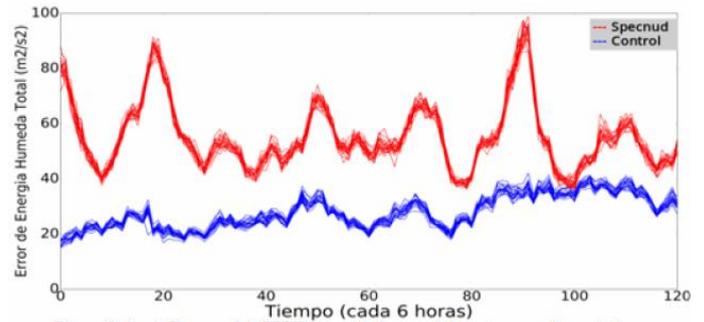


Figura 1. Serie Temporal de EETH promediado espacialmente, para el pronóstico a 12hs de los miembros del ensamble de Control y Specnud, del 1/12/15 a las 12 UTC al 1/1/16 a las 12 UTC.

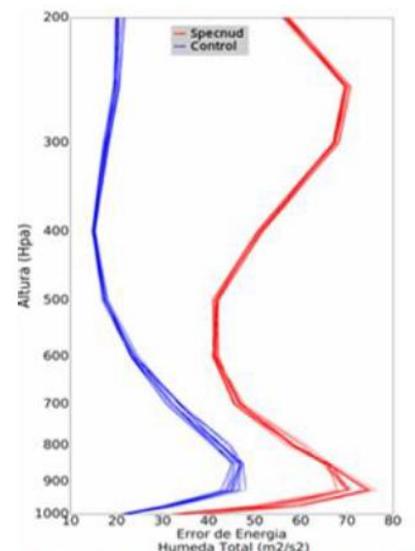


Figura 2. Perfil vertical de EETH promediado temporal y espacialmente, para el pronóstico a 12hs de los miembros del ensamble de Control y Specnud.

### 4) CONCLUSIONES

Se realizó este primer estudio del impacto de la inclusión del spectral nudging en el sistema regional WRF-LETKF en el período de un mes encontrando un incremento en el EETH, con una influencia mayor de los términos asociados a la humedad en niveles bajos y de los términos cinéticos en niveles altos. Próximamente se evaluarán otros tratamientos en el modo de implementar el spectral nudging y se extenderá el período de experimentación, con el fin de ver si los errores encontrados están relacionados con el modelo conducente y/o con los errores del día.

### REFERENCIAS

- Davies, T., 2014: Lateral boundary conditions for limited area models. Q.J.R.Met. Soc., 140, 185–196.
- Waldron, K. M., J. Peagle, and J. D. Horel, 1996: Sensitivity of a spectrally filtered and nudged limited area model to outer model options. Mon. Wea. Rev., 124, 529–547.
- Dillon, M. E., 2017: Asimilación de datos reales a escala regional en Argentina. Tesis de doctorado.
- Miyoshi, T., M. Kunii, 2011: The local ensemble transform Kalman filter with the Weather Research and Forecasting Model: Experiments with real observations. Pure Appl. Geophys., 169, 321–333