

**SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL**  
**Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación**

Departamento: Investigación y Desarrollo

**Título: “Impacto de asimilar los perfiles verticales de temperatura y humedad del AIRS en el sur de Sudamérica utilizando el sistema WRF-LETKF”**

Autores: María Eugenia Dillon, Yanina García Skabar, Eugenia Kalnay, Juan Ruiz, Estela A. Collini, Takemasa Miyoshi

Lugar: Congremet XII, Mar del Plata-Buenos Aires

Fecha: 26 al 29 de Mayo de 2015

*Tipo de documento:* Póster

*Número de documento:* **0012ID2015**

# IMPACTO DE ASIMILAR LOS PERFILES VERTICALES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRS EN EL SUR DE SUDAMÉRICA UTILIZANDO EL SISTEMA WRF-LETKF.



María Eugenia Dillon<sup>1,2,3</sup>, Yanina García Skabar<sup>1,2,4</sup>, Eugenia Kalnay<sup>5</sup>,  
 Juan J. Ruiz<sup>2,3,4,6</sup>, Estela A. Collini<sup>1,7</sup>, Takemasa Miyoshi<sup>8</sup>.  
[mdillon@smn.gov.ar](mailto:mdillon@smn.gov.ar) [yanina@smn.gov.ar](mailto:yanina@smn.gov.ar) [ekalnay@atmos.umd.edu](mailto:ekalnay@atmos.umd.edu)



<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional, <sup>2</sup> CONICET, <sup>3</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN, UBA, <sup>4</sup> Unidad Mixta Internacional-IFAECI, <sup>5</sup> Department of Atmospheric and Oceanic Science (UMD), <sup>6</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, CONICET-UBA, <sup>7</sup> Servicio de Hidrografía Naval, <sup>8</sup> RIKEN Advanced Institute for Computational Science

## Motivación y objetivos

Uno de los mayores desafíos en el pronóstico numérico del tiempo es describir con la menor incertidumbre posible las condiciones iniciales del estado de la atmósfera. En el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Argentina se está desarrollando un sistema de asimilación de datos regional, utilizando el Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) acoplado con el modelo WRF (Hunt y otros, 2007; Miyoshi y Kuni, 2011).

Se plantean como objetivos:

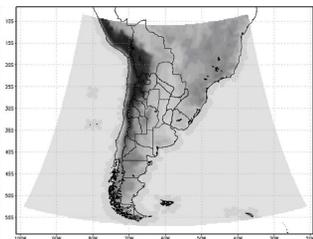
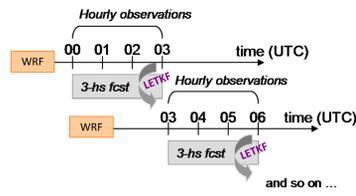
- Mejorar el pronóstico a corto plazo que produce el SMN mejorando la calidad de las condiciones iniciales.
- Evaluar el impacto de incorporar datos del Atmospheric Infrared Sounder (AIRS) en las condiciones iniciales y el pronóstico a corto plazo.

## Metodología

- ✓ Sistema WRF-LETKF desarrollado en la Universidad de Maryland
- ✓ Análisis cada 3 horas (con ventana de asimilación de 3 horas)
- ✓ Período de prueba: 01 Nov – 31 Dic 2012
- ✓ 40 miembros de ensamble
- ✓ Localización espacial: Horizontal: 400 km, Vertical: ln 0.4 (~4 km aprox)
- ✓ Recursos utilizados: Cluster Hydra (SNCAD-CIMA) de 10 servidores con 2 procesadores de 6 cores cada uno (120 cores en total) y 2.6 Gb de memoria por core. Se paraleliza cada WRF con 2 cores y cada LETKF con 12 cores. El tiempo estimado para completar un ciclo de análisis fue de 2 horas.
- ✓ C.I.: 01 Nov 00 UTC. El análisis determinístico de GFS fue perturbado usando diferencias entre estados de la atmósfera consecutivos (Ec. 1). Para generar las 40 perturbaciones se utilizaron análisis de Octubre y Noviembre de 2010.

$$X_{Inov}^{M_1} = X_{Inov} + 0.2 * (X_{16oct} - X_{15oct}) \quad (Ec. 1)$$

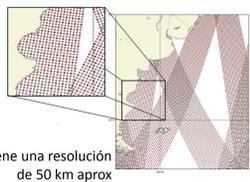
- ✓ C.B.: pronósticos cada 3hs de GFS (0.5°) determinístico (sin perturbar)
- ✓ Resolución vertical: 30 niveles eta (tope 50 hPa)
- ✓ Resolución horizontal: 40 km (139 x 134)
- ✓ Proyección Lambert
- ✓ Parametrizaciones WRF: KF (cumulus); WSM6 (microfísica); YSU (capa límite); MM5 similarity (capa de superficie); RRTM (radiación OL); Dudhia (radiación OC); modelo de suelo Noah.



Se realizaron 2 experimentos: CONTROL y AIRS. En ambos se asimilaron los datos de los archivos PREPBUFR (Keyser 2013) provenientes de estaciones de superficie (ADPFC), radiosondeos (ADPUPA), aviones (AIRCFT) y barcos (SHIP); y las estimaciones de viento del GOES (SATWND).

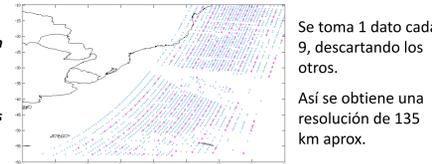
También se asimilaron los vientos de superficie estimados por el ASCAT, los cuales fueron sometidos a una técnica de super-obbing (SO).

Se promedian los datos que se encuentran a una distancia menor que 0.25°, y se le asigna el valor a un punto.



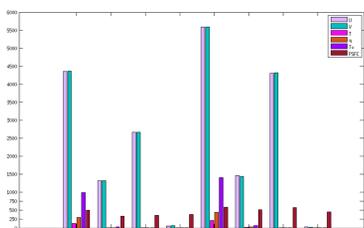
En el Experimento AIRS se asimilaron, además, los perfiles de humedad y temperatura estimados por los AIRS, considerando los datos de mejor calidad y aplicando una técnica de thinning.

Ambas técnicas se usan con el fin de reducir el efecto de las covarianzas de los errores en las observaciones.



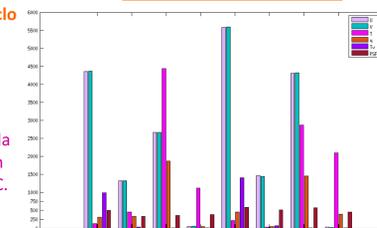
Se toma 1 dato cada 9, descartando los otros. Así se obtiene una resolución de 135 km aprox.

### Experimento Control



Promedio de la cantidad de observaciones de cada variable, asimiladas por ciclo de análisis

### Experimento AIRS



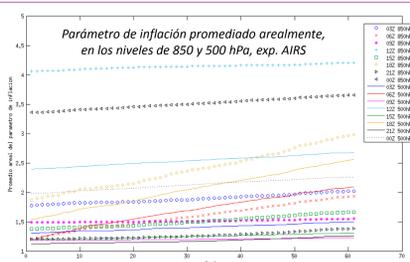
La cantidad de observaciones de T y q mejora notablemente con la asimilación de los AIRS, en particular a las 06 y 18 UTC.

La falta de datos de viento en los ciclos de las 09 y 21 UTC puede deberse a que la frecuencia de los GOES en los PREPBUFR es de 6 horas, y a la falta de ASCAT.

Parámetro de inflación: Se utilizó la inflación multiplicativa adaptativa propuesta por Miyoshi (2011), la cual evoluciona independientemente para cada ciclo de asimilación.

Se observa que en los ciclos de 06 y 18 UTC el parámetro no alcanza la convergencia, probablemente debido al gran aumento en la cantidad de observaciones, con lo cual sería necesario procesar nuevamente el período de prueba para hallar el valor de convergencia del parámetro.

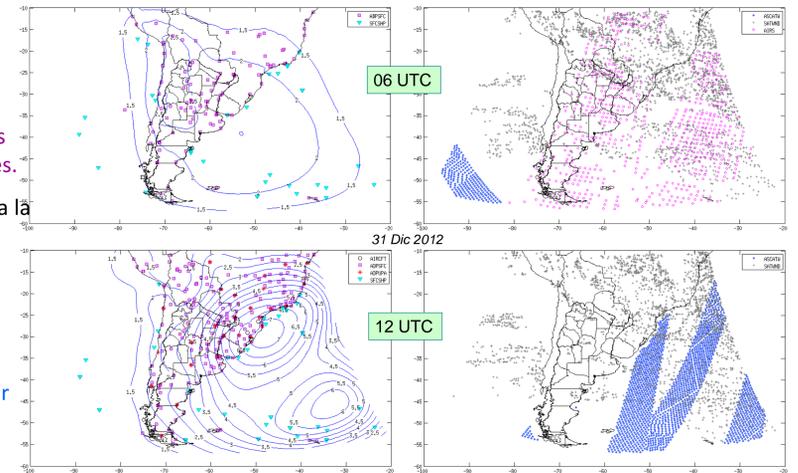
Se considera necesario, además, indagar en otras metodologías de estimación del parámetro de inflación propuestas recientemente, que podrían ser más eficientes en una aplicación operativa del sistema de asimilación.



Ejemplo de la distribución de los tipos de observaciones asimiladas, considerando todos los niveles verticales.

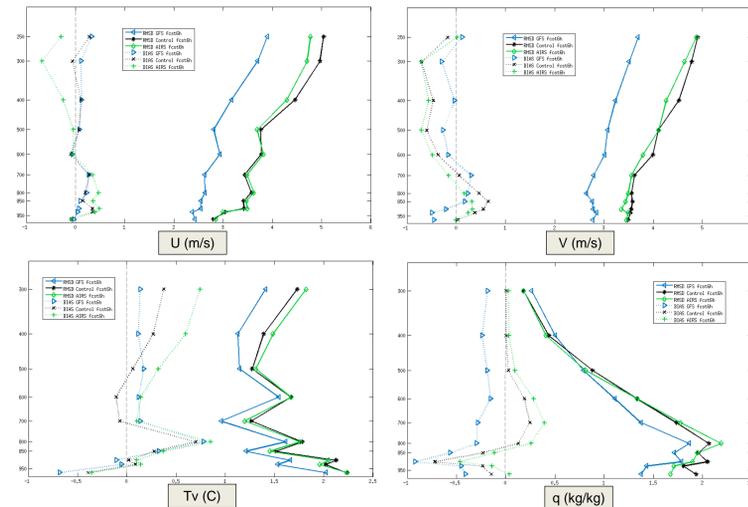
También se muestra la media del campo espacial del parámetro de inflación.

Se destaca la necesidad de contar con más datos de ADPUPA, AIRCFT y SHIP.



## Análisis del período de prueba: Pronóstico a 6hs

BIAS y RMSD calculados con radiosondeos correspondientes a las 12 UTC de 23 estaciones, para el pronóstico a 6hs del GFS y de los experimentos Control y AIRS.



En la componente V se observa una disminución del RMSD del exp. AIRS respecto del Control en toda la vertical, mientras que en U esto sólo sucede en niveles altos.

El GFS es quien posee los valores más pequeños de RMSD, aunque son del mismo orden.

Respecto al BIAS se observa una mejora en V en niveles bajos, mientras que en U el Control en general se mantiene más cercano a cero.

En las variables termodinámicas la mayor mejora se observa en q en niveles bajos, tanto en el RMSD como en el BIAS.

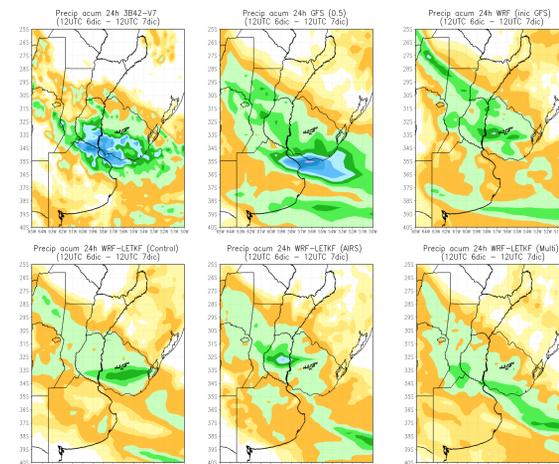
Tanto en Tv como en q los experimentos WRF-LETKF poseen menor o similar BIAS que el GFS, lo cual demuestra que la inclusión de los perfiles de los AIRS potencian la metodología.

## Análisis de un caso de estudio: 6-7 de Diciembre de 2012

Se realizaron pronósticos con el WRF a 48hs inicializados el 06 de Dic de 2012 a las 00 UTC con el GFS, WRF-LETKF (Control) y WRF-LETKF (AIRS).

También se presentan los pronósticos del GFS y los obtenidos con un experimento previo donde se consideró un ensamble multi-esquema WRF-LETKF (Multi) (Dillon y otros, 2014)

Para analizar la precipitación acumulada se usan las estimaciones de satélite 3B42-V7, dado a su buen desempeño en nuestra región y que en buena medida suple la falta de una red densa de estaciones de superficie.



Sistema convectivo que se desarrolló por delante de una zona frontal, en presencia de cortante vertical fuerte y valores elevados de CAPE. Se registraron vientos intensos en Córdoba y Santa Fe, y un tornado en Gualeguaychú. También hubo acumulados importantes de precipitación.

En la distribución espacial de la precipitación acumulada en 24 horas (entre las 12 UTC del 6Dic y las 12 UTC del 7Dic) se observa que el GFS ubica el máximo de precipitación desfasado hacia el SE respecto al 3B42-V7.

Los WRF inicializados con los análisis medios de los tres experimentos de LETKF muestran algunas mejoras con respecto tanto al GFS como al WRF (inic GFS), en distintas zonas cada uno. Este resultado sugiere que con la inclusión de los AIRS en el sistema de asimilación con una configuración multi-esquema, se obtendrían mejores resultados.

Dado que los pronósticos que se muestran fueron inicializados con la media del ensamble de los análisis de cada experimento, también se analizaron los campos generados por algunos miembros individualmente, y es importante destacar que algunos de ellos presentan máximos de precipitación más intensos.

## Conclusiones y Propuestas

La asimilación de los perfiles verticales de temperatura y humedad de los AIRS determinaron una mejora en los pronósticos a 6hs, a pesar de que con ellos no se logra una cobertura completa en la región, ni espacial ni temporalmente. Este experimento indica que en la medida que se incluyan nuevas bases de datos confiables en el proceso de asimilación, se logrará un sistema más robusto y con mejor desempeño.

El análisis de la precipitación acumulada en 24hs muestra una mejora del Exp. AIRS en la intensidad pronosticada en algunas zonas. Además es probable que incluir los perfiles AIRS en una configuración multi-esquema conduzca a resultados mejores.

Con el fin de optimizar el sistema WRF-LETKF se propone evaluar la utilización de otra manera para estimar el parámetro de inflación, y a su vez incluir perturbaciones en los bordes de los 40 miembros de ensamble.

Dillon M. E., García Skabar Y., Ruiz J., Kalnay E., Collini E. A., Echevarría P., Saucedo M., Miyoshi T. Application of WRF-LETKF System over Southern South America: Sensitivity to model physics. *World Weather Open Science Conference*, Montreal, Canada; 16 al 21 de Agosto de 2014. Presentación oral. Resumen publicado en Actas de la Reunión.  
 Hunt, B. R., E. J. Kostelich and I. Szunyogh, 2007: Efficient Data Assimilation for Spatiotemporal Chaos: A Local Ensemble Transform Kalman Filter. *Physica D*, **230**, 112-126.  
 Miyoshi, T., 2011: The Gaussian Approach to Adaptive Covariance Inflation and its implementation with the Local Ensemble Transform Kalman Filter. *Mon. Wea. Rev.*, **139**, 1519-1535, DOI: 10.1175/2010MWR3570.1  
 Miyoshi, T., and M. Kuni, 2011: The Local Ensemble Transform Kalman Filter with the Weather Research and Forecasting Model: Experiments with real observations. *Pure Appl. Geophys.*, **13** pp, DOI 10.1007/s00024-011-0373-4

Agradecimientos: Al SMN, CIMA y Universidad de Buenos Aires por las instalaciones y servidores; al NCEP por proveer los GFS; al Lic. Pablo Echevarría por el desarrollo de la técnica S.O.; a los proyectos PIP 11220120100414 CONICET, UBACYT 200210130100820BA, PIDDEF 47/2010, PIDDEF 41/2010.

