

# IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO WRF EN ALTA RESOLUCIÓN EN EL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

Yanina García Skabar<sup>1,2,5</sup>, Cynthia Matsudo<sup>2</sup>, María Paula Hobouchian<sup>2</sup>, Maximiliano Sacco<sup>2</sup>, Juan José Ruiz<sup>3,4,5</sup>, Silvina Righetti<sup>2,4</sup>  
e-mail: yanina@smn.gov.ar

<sup>1</sup>CONICET. <sup>2</sup>Departamento de Investigación y Desarrollo (SMN). <sup>3</sup>Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA). <sup>4</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN-UBA). <sup>5</sup>UMI-Instituto Franco Argentino sobre Estudios del Clima y sus Impactos (CNRS-CONICET-UBA).



## Motivación y objetivo

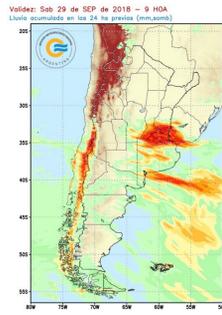
La implementación operativa del modelo WRF en alta resolución surge debido al interés de contar con herramientas que contribuyan a mejorar el pronóstico de eventos meteorológicos de alto impacto asociados a tormentas. Al aumentar la resolución se busca obtener una representación más precisa de los procesos de mesoescala dado que estos están estrechamente relacionados con muchos fenómenos de alto impacto, en particular aquellos asociados a la convección húmeda profunda.

El objetivo de este trabajo es describir la implementación operativa del modelo WRF en alta resolución en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y realizar una verificación de los pronósticos, sumando una comparación con los pronósticos de GFS.

## Metodología

Se utiliza el modelo de mesoescala Weather Research and Forecasting Model (WRF) en su versión con núcleo dinámico Advanced Research WRF (ARW) version 3.8 (Skamarock et al. 2008). Se encuentra operativo desde el 1 de enero de 2017.

Cuatro ciclos diarios de pronósticos, inicializados a las 00, 06, 12 y 18 UTC, por un plazo de 48 horas, produciendo pronósticos horarios.



Condiciones iniciales y de borde: análisis y pronósticos GFS del NCEP, con una resolución horizontal de 0.25 grados, horarios.

Configuración WRF	
Resolución horizontal	4km
Resolución vertical	38 niveles, tope 50 hPa
Convección	Explícita
Microfísica	WSM6 (un momento - 6 clases)
Radiación onda larga	RRTM
Radiación onda corta	Dudhia
Copa Límite	Mellor, Yamada, Janjic
Modelo de suelo	NOAH, 4 capas 0-10 cm, 10-40cm, 40-100cm, 1-2m

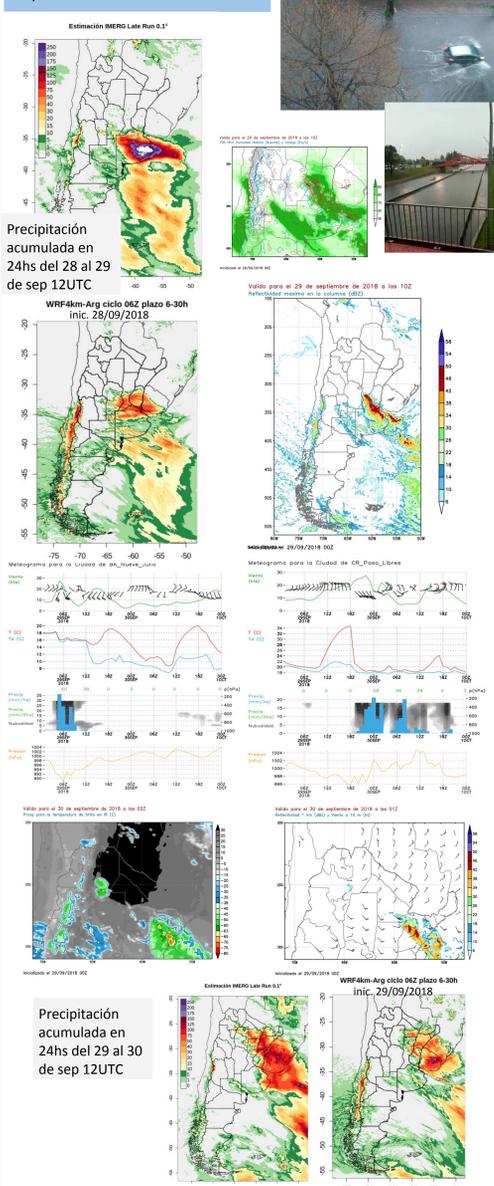
Ciclo	Inicio del pronóstico	Fin del pronóstico
00 UTC	03:40 UTC	06:40 UTC
06 UTC	09:40 UTC	12:40 UTC
12 UTC	15:40 UTC	18:40 UTC
18 UTC	21:40 UTC	00:40 UTC

El proceso del WRF se realiza en un cluster de 10 nodos de 24 cores cada uno (2.5GHz, 64GB de RAM) conectados por una red Infiniband. El espacio en disco ocupado por los pronósticos completos a 48 hs es de 200 Gb, mientras que un subconjunto de 130 variables interpolados a 26 niveles de presión ocupa 50Gb.

## Productos generados con los pronósticos del WRF

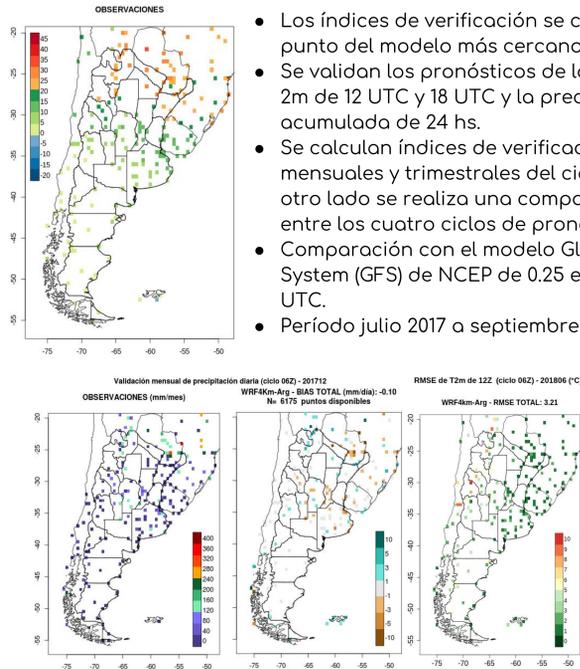
Se producen más de 30 mapas horarios para todo el país y para la región norte, centro y sur para obtener un mayor detalle. Se generan meteorogramas de más de 100 localidades y sondeos horarios de aproximadamente 30 localidades.

LLuvias intensas 29/30 de septiembre de 2018



## Metodología de validación

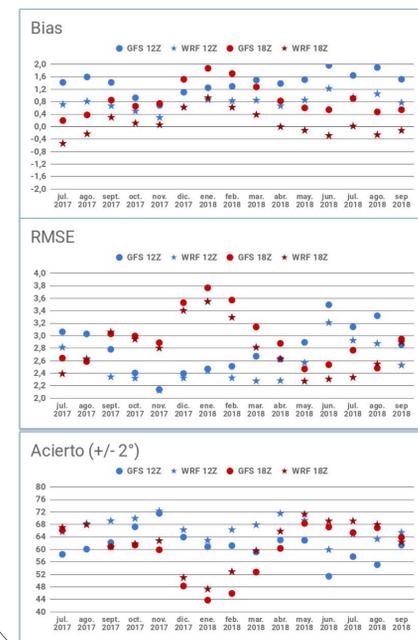
- Los índices de verificación se calculan en el punto del modelo más cercano a la observación.
- Se validan los pronósticos de la temperatura a 2m de 12 UTC y 18 UTC y la precipitación acumulada de 24 hs.
- Se calculan índices de verificación diarios, mensuales y trimestrales del ciclo de 06 UTC. Por otro lado se realiza una comparación diaria entre los cuatro ciclos de pronóstico.
- Comparación con el modelo Global Forecast System (GFS) de NCEP de 0.25 en el ciclo de 06 UTC.
- Período julio 2017 a septiembre 2018



Se producen mapas con los estadísticos en los puntos de observación mensuales y diarios para analizar la variabilidad espacial de los estadísticos. Se destaca la necesidad de realizar un análisis por regiones climáticas.

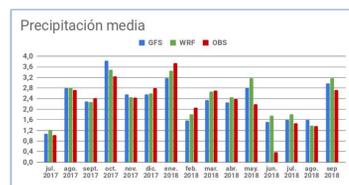
## Validación

### Temperatura a 2 m a las 12 y 18 UTC



Los resultados de los estadísticos muestran en líneas generales un mejor desempeño del modelo WRF. Se observa que durante el verano el pronóstico de la temperatura de 12 UTC (hora cercana a la mínima) mejora respecto a la de invierno. La temperatura de 18 UTC (hora cercana a la máxima) presenta un comportamiento inverso con mejores resultados en invierno que en verano. Estos resultados se obtienen tanto para el WRF como para el GFS, mostrando la dificultad que tienen los modelos en representar los valores más extremos.

## Precipitación

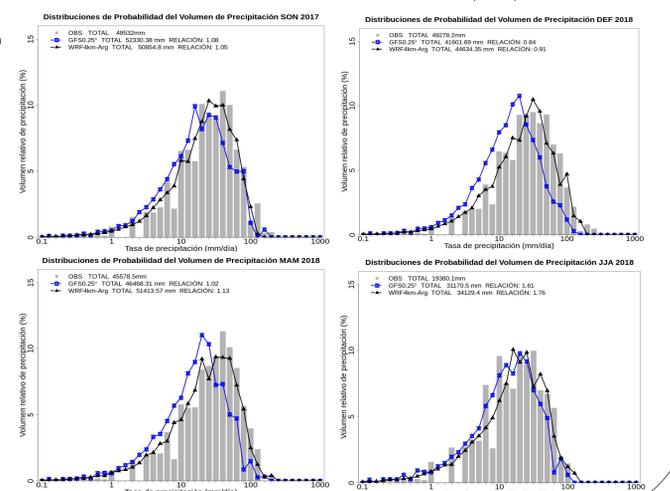


Se presentan los estadísticos categóricos para los umbrales de 1, 10 y 25 mm. En general, se puede ver que a medida que aumenta el umbral de precipitación el WRF muestra mejores resultados que el GFS. Este hecho también se ve reflejado en las distribuciones de probabilidad del volumen de precipitación trimestrales, donde la distribución del WRF se ajusta en mayor medida a la distribución observada, especialmente para precipitaciones más intensas.

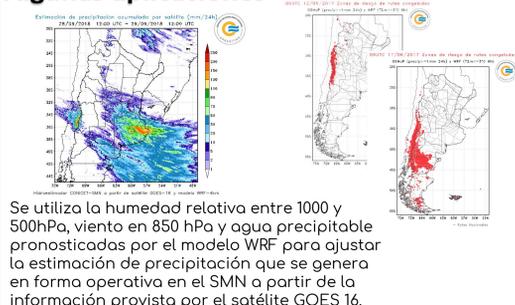


## Distribuciones de Probabilidad del Volumen de Precipitación (PDFs volumétricas)

Subdividen la tasa de precipitación en intervalos y consideran la contribución relativa de cada intervalo al volumen total de precipitación



## Algunas aplicaciones



Se encuentra en desarrollo en conjunto con Vialidad Nacional, un producto para identificar zonas de riesgo de rutas congeladas combinando el pronóstico de temperatura del modelo WRF y las estimaciones satelitales de precipitación.

## Conclusiones y Trabajos futuros

- En los diversos estadísticos calculados en ambos modelos tanto para la precipitación acumulada como para la temperatura se encontró en líneas generales un mejor desempeño del modelo WRF.
- La implementación operativa del modelo WRF desde enero de 2017 representa un avance en el modelado numérico que realiza el SMN. Resultó evidente en el pronóstico de eventos meteorológicos de alto impacto asociados a tormentas su utilidad como herramienta de pronóstico.
- Se plantea la necesidad de desarrollar herramientas de visualización con el fin de obtener un mayor detalle las variables y regiones de interés, generando productos específicos para los distintos usuarios.
- Asimismo se plantea la necesidad de avanzar en el desarrollo de diferentes estrategias de validación y calibración de los pronósticos.
- Si bien la implementación del modelo WRF en alta resolución representa un avance, se destaca la necesidad de implementar un sistema de pronóstico por ensambles que permita cuantificar la incertidumbre de los mismos.

Agradecimientos: Este trabajo fue realizado en el marco de los siguientes proyectos PDTs Alertar, PICT 2013-1299 y PIDDEF 16/2014.

