

# Implementación del modelo de pronóstico numérico WRF en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP

Rubén H. Sarochar<sup>(1)</sup>, Juan Martín Queirel<sup>(1)</sup>, Guillermo Berri<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - UNLP

**Palabras clave:** Verificación, Temperaturas máxima y mínima, WRF - FCAG, Pronóstico.

## 1 INTRODUCCIÓN

En septiembre de 2020 se instaló en servidores de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FCAG-UNLP) el modelo WRF, versión 3.9.1, para ser utilizado tanto en el pronóstico de micro y meso escala como así también de escala sinóptica, como otra herramienta de trabajo para el Laboratorio de Pronóstico Meteorológico de la FCAG. Dado que el objetivo primario es incluir la provincia de Buenos Aires, en particular, el área modelada contempla la zona centro - norte de Argentina y océanos adyacentes, entre 25°S y 43°S, y 55°O y 77°O. Un proceso indispensable en la predicción del tiempo es la verificación de los pronósticos con el propósito de determinar la calidad de los mismos. Esto permite discernir entre los procedimientos de pronóstico más apropiados y determinar las mejoras en la metodología de trabajo.

## 2 DATOS Y METODOLOGÍA

En este trabajo se presenta una verificación de las temperaturas máxima y mínima diarias estimadas (no calculadas) a partir de los pronósticos del modelo WRF para la región del Gran La Plata. Dado que el modelo no pronostica las temperaturas extremas diarias, las mismas se estiman a partir del valor máximo y el valor mínimo diario de la secuencia horaria de temperaturas que proporciona el modelo. Esos valores se utilizan para comparar con las temperaturas máxima y mínima observadas en la estación La Plata Aero (datos disponibles de la página web del Servicio Meteorológico Nacional). El modelo se emplea actualmente en modo experimental y en baja resolución horizontal de 10 km. Se utiliza el pronóstico de las 00:00 UTC del modelo GFS correspondientes al esquema determinístico, el cual tiene una resolución horizontal de 0.25°, aproximadamente 25 km, y 38 niveles verticales. El modelo WRF-FCAG realiza una única corrida diaria y genera pronósticos a 72 hs. Las parametrizaciones utilizadas son:

- el esquema de Dudhia para onda corta (Dudhia, 1989),
- RRTM para la radiación de onda larga (Mlawer et al., 1997),
- esquema ETA de similaridad (Monin y Obukov, 1954),
- para los procesos de superficie, el esquema 5-layer Thermal Diffusion Scheme (Dudhia, 1996),
- el esquema MYJ (Janjic , 1994, MWR) para la capa límite planetaria,
- el esquema Kain - Fritsch (Kain , 2004, JAM) para la parametrización de cúmulus, y
- el esquema ETA - Ferrier (Rogers, Black, Ferrier et al. 2001) para la microfísica de nubes.

Las salidas del modelo generan un conjunto de gráficos cada tres horas (ver Figura 1 como ejemplo), como así también listados en texto plano de diferentes variables.

Para la verificación de las temperaturas máximas y mínimas pronosticadas por el modelo WRF-FCAG se utilizan las observaciones de la estación La Plata Aero desde el 1° de diciembre de 2021 al 31 de marzo de 2022. Con estos datos se calcularon para cada día de pronóstico, el error (E) como la diferencia entre el valor pronosticado y el observado y a partir de estos se calculó el error medio (EM)

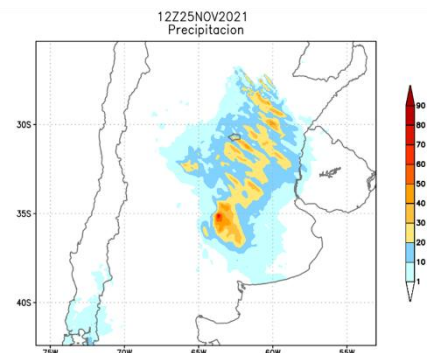


Figura 1

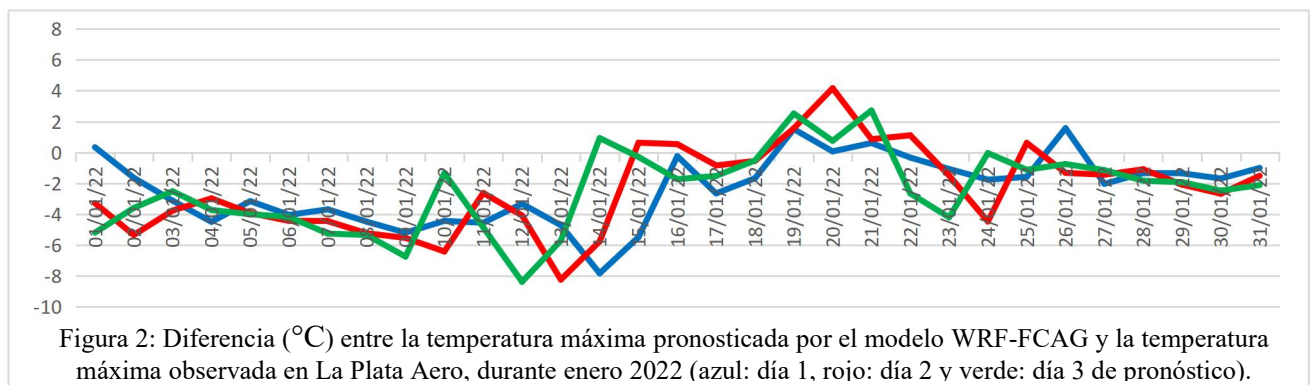
para cada mes, de la siguiente forma:

$$EM_i = [\sum_{j=1}^n (f_j - o_j)] / N,$$

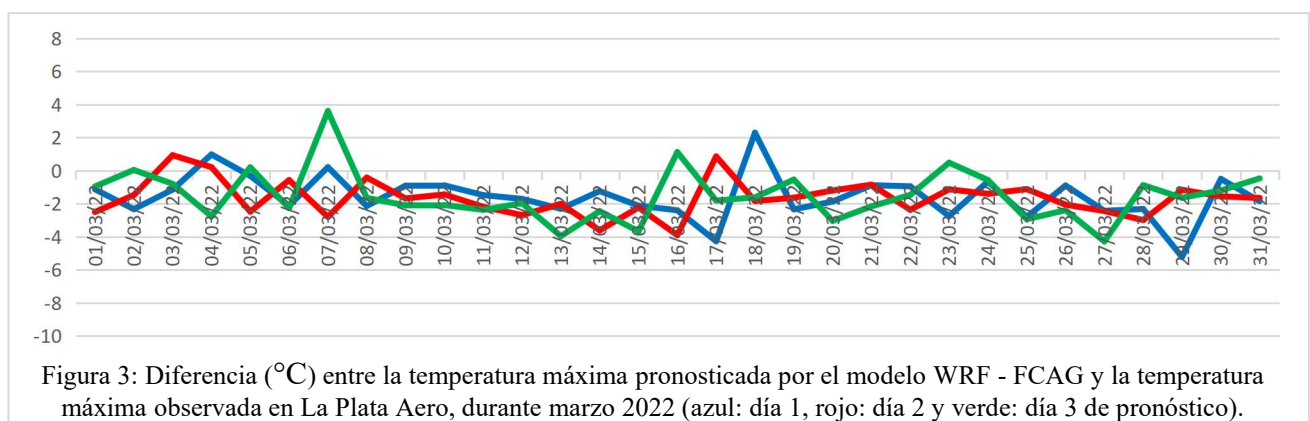
en donde  $i$  es el mes,  $f_j$  son los valores pronosticados,  $o_j$  son los valores observados y  $N$  es el número de días del mes.

### 3 RESULTADOS

Las Figuras 2 y 3 muestran la secuencia diaria del error  $E$  en la temperatura máxima, para los meses de enero y marzo de 2022.



Para el caso de las temperaturas máximas de enero del 2022 (Figura 2) se observan errores por defecto de hasta 8°C entre los días 12 y 15 y excesos de hasta 4°C entre el 19 y 21 de enero. Es evidente que el modelo no pudo pronosticar adecuadamente la ola de calor que se dio en la segunda década del mes. Para las temperaturas mínimas (no se muestran) las diferencias fueron predominantemente por exceso aunque menores en valor absoluto que en el caso de las máximas, alcanzado valores máximos de 6°C en los primeros días del mes. La Figura 3 muestra que en el mes de marzo de 2022 el error en la temperatura máxima es en general menor que en enero, de alrededor de ± 2°C aunque en algunos casos alcanza a 4°C en valor absoluto, siendo mayormente por defecto. En el caso de las temperaturas mínimas (no se muestran) los errores fueron positivos en casi todo el mes, con diferencias en promedio de alrededor de 4°C, aunque hay casos en que superan los 6°C.



	Diciembre 2021			Enero 2022			Febrero 2022			Marzo 2022		
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 1	Día 2	Día 3	Día 1	Día 2	Día 3	Día 1	Día 2	Día 3
Tmax	-3,2	-3,1	-2,9	-2,4	-2,4	-2,5	-1,2	-1,2	-1,0	-1,8	-1,9	-1,7
Tmin	0,0	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	0,8	1,2	1,1	0,0	-0,3	0,0

Tabla 1: Error Medio (EM) de la temperatura máxima pronosticada a 1, 2 y 3 días por el modelo WRF-FCAG respecto de la temperatura máxima observada en La Plata Aero.

La Tabla 1 muestra el EM de los meses de diciembre 2021 a marzo 2022. Se observa que el EM del pronóstico de la temperatura máxima es siempre por defecto, alrededor de  $-2,1^{\circ}\text{C}$ , siendo mayor en valor absoluto en diciembre y enero, en particular en el caso del pronóstico a 1 y 2 días. En febrero y marzo los errores disminuyen sensiblemente en magnitud aunque continúan siendo negativos. Esto indica una tendencia sistemática del modelo a subestimar los valores de temperaturas máximas. En el caso de las temperaturas mínimas los errores son claramente menores y casi siempre positivos. Sólo en febrero y en el caso del pronóstico a 2 y 3 días el EM supera a  $1^{\circ}\text{C}$ , lo que indica un mejor comportamiento del modelo en el pronóstico de la temperatura mínima.

#### 4 CONCLUSIONES

El modelo WRF-FCAG se ejecuta en una única corrida diaria con datos de las 00:00 UTC del modelo GFS, para realizar pronósticos a 72 horas para la región central de Argentina que están disponibles alrededor de las 07:00 hora local. En este trabajo se verifican las temperaturas máxima y mínima diarias estimadas (no calculadas) a partir del valor máximo y mínimo diario de la secuencia horaria de temperaturas del modelo para el Gran La Plata, durante el período diciembre de 2021 a marzo de 2022. La verificación se realiza comparándolas con las temperaturas máxima y mínima diarias observadas en la estación La Plata Aero. En el caso de las temperaturas máximas los errores son predominantemente por defecto en todos los meses, con valores mayores en diciembre y enero cuando las diferencias absolutas respecto del valor observado alcanzan  $8^{\circ}\text{C}$ . En febrero y marzo esas diferencias no superan los  $4^{\circ}\text{C}$  en valor absoluto. Estos resultados muestran que el modelo no logra pronosticar con precisión los episodios cálidos más intensos que tuvieron lugar en ese período. En relación a las temperaturas mínimas, los errores del pronóstico son en general positivos y no superan los  $6^{\circ}\text{C}$ . La variabilidad diaria de los valores de los errores de pronóstico de temperaturas mínimas no muestra una diferencia sustancial entre los cuatro meses analizados y es bastante menor que para las temperaturas máximas, a diferencia de los errores en estas, los que resultan ser más altos en valor absoluto durante diciembre y enero, disminuyendo sensiblemente en febrero y marzo. En general el modelo WRF-FCAG tiende a subestimar las temperaturas máximas y, en menor medida sobrestimar las temperaturas mínimas en el período analizado.

#### REFERENCIAS

**Matsudo, C., Salles, M. A., García Skabar, Y. 2021.** Verificación de los pronósticos del esquema determinístico del modelo WRF para el año 2020 Nota Técnica SMN 2021-95.

**Ruiz, J.F., Arango, C., Kilpinen, J. 2013.** Verificación del modelo WRF que opera IDEAM, IDEAM, Colombia.

**Servicio Meteorológico Nacional,** página web: <https://www.smn.gob.ar/descarga-de-datos>.

**WMO-N°1220,** Guidance on Verification of Operational Seasonal Climate Forecasts, 2018.