

CALIBRACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS SEMANALES DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA MEDIA OPERATIVOS EN EL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

Laura S. Aldeco^{1,2}, Juan J. Ruiz^{3,4}, Celeste Saulo¹, Ramón de Elía¹
aldeco@smn.gob.ar

¹Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

²Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (FACGLP-UNLP)

³Universidad de Buenos Aires, FCEyN.

⁴CONICET – UBA. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA).

Palabras clave: pronóstico semanal, calibración, verificación

1) INTRODUCCIÓN

Para responder a las demandas de los usuarios, desde hace algunos años los principales centros globales del clima y algunos servicios meteorológicos comenzaron a elaborar pronósticos semanales. El European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), así como el National Centers for Environmental Prediction (NCEP) producen pronósticos en plazos de 4 semanas o más. El desempeño de los modelos numéricos disminuye a medida que aumenta el plazo de pronóstico, y por ello la mejor forma de abordar los pronósticos en estos plazos es mediante el uso de ensambles (Kalnay, 2003). Sin embargo, las salidas en crudo de los modelos numéricos por ensamble también presentan errores que se deben a la presencia de imperfecciones en los modelos y a que los métodos de pronósticos por ensambles actuales no son capaces de representar adecuadamente la presencia, evolución e interacción de las diferentes fuentes de incertidumbre dentro del pronóstico. Una forma de abordar esta problemática es mediante métodos de calibración basados en un post-procesamiento estadístico que incorpora dichas fuentes de incertidumbre a posteriori (Hamill y Colucci 1997, entre otros). Sobre nuestra región, estudios de estas características fueron realizados por Ruiz y Saulo (2011), entre otros.

Para que la calibración sea robusta es necesario disponer de una buena estadística de los errores sistemáticos del sistema de pronóstico utilizado. Para ello, es indispensable contar con un historial de pronósticos lo suficientemente largo, y los pronósticos retrospectivos (Hamill y otros, 2006), cumplen con esta condición. Los pronósticos retrospectivos son pronósticos por ensamble, corridos en forma retrospectiva, recalculados utilizando la misma versión del modelo. La primera versión fue construida utilizando el modelo MRF (Medium Range Forecast) del NCEP (operativo en 1998), se actualizó en 2012, y la última versión fue lanzada en 2020, con pronósticos retrospectivos disponibles desde el año 2000 hasta 2019, utilizando el modelo GEFS (Global Ensemble Forecast System), operativo hasta la actualidad. Las bases de pronósticos se utilizan en plazos de hasta 14 días y Aldeco y otros (2015) compararon las versiones de 1998 y 2012, resultando esta última con mejor desempeño, posiblemente debido al aumento de la resolución espacial del modelo. Tanto en Aldeco (2011) como en Ruiz y otros (2018) se documentó la ventaja que representa utilizar pronósticos calibrados con la técnica de análogos respecto de utilizar las salidas de pronósticos sin calibrar. Por todo lo expuesto, y aprovechando la disponibilidad de esta base de datos de pronósticos retrospectivos, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) utiliza la técnica de análogos para generar de forma operativa, pronósticos semanales de precipitación y temperatura media.

2) METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El pronóstico semanal por análogos para las semanas 1 (días 1-7) y 2 (días 8-14) se encuentra operativo en la web del SMN desde mediados de febrero de 2019. Las variables pronosticadas

son precipitación acumulada semanal y temperatura media semanal, y sus respectivas anomalías. Para la aplicación de la técnica de análogos se utilizó la mencionada base de datos pronosticados (pronósticos retrospectivos) y una base de datos observados de estaciones meteorológicas del SMN y del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). Los pronósticos retrospectivos utilizados son un ensamble de 5 miembros del modelo GEFS versión 12, con una resolución espacial de 0.5° , 25 niveles verticales y se cuenta con una corrida diaria a las 00Z. Los datos observados utilizados son de precipitación acumulada semanal y temperatura media semanal para 127 estaciones meteorológicas.

Si bien inicialmente la técnica se aplicó a pronósticos probabilísticos diarios de precipitación, las crecientes demandas de diferentes usuarios y tomadores de decisión, impulsaron la producción de pronósticos semanales utilizando la media del ensamble generado con la técnica. En el caso de la precipitación, se calculó la precipitación acumulada semanal, tanto para la base de datos pronosticados, como para los observados, mientras que para la temperatura se calculó la temperatura media semanal para ambas bases de datos. Una vez obtenidas las bases de datos semanales pronosticadas y observadas se procedió al cálculo de análogos como en Aldeco (2011). La principal diferencia entre ambas variables respecto de la aplicación de la técnica es que para la precipitación la búsqueda de análogos se realizó en un entorno de cada una de las estaciones meteorológicas involucradas, mientras que en el caso de temperatura media los análogos se buscan en el punto de retícula del modelo más cercano a la estación, como se propone en Hamill & Whitaker (2007). Para calcular las anomalías semanales se utilizan los datos observados en el período 2000-2019. La climatología de cada semana se calcula diariamente para cada estación para ambas semanas pronosticadas.

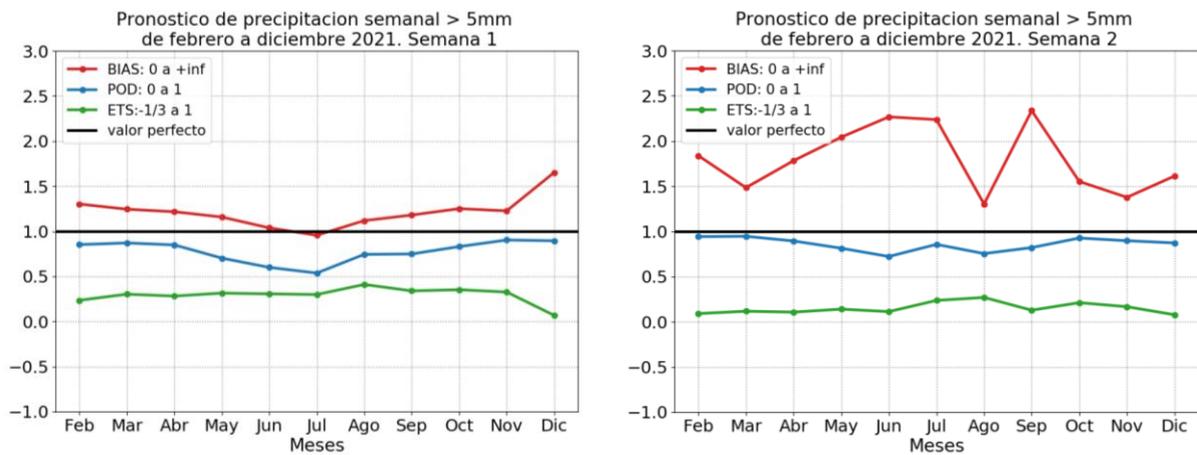


Figura 1: Índices Bias, POD y ETS considerando todas las estaciones del país para los pronósticos semanales de precipitación superior a 5 mm para la semana 1 (izquierda) y la semana 2 (derecha) de pronóstico, desde febrero hasta diciembre de 2021. La línea negra =1 indica el valor óptimo para los tres índices.

Finalmente, siguiendo las recomendaciones de Nurmi (2003), se verificaron los pronósticos semanales de precipitación desde febrero hasta diciembre de 2021. Se verificó la precipitación semanal superior a los umbrales 5 mm y 30 mm. Para ello, se calcularon tablas de contingencia para ambas semanas de pronóstico, para cada mes y para todas las estaciones meteorológicas involucradas. A partir de dichas tablas se calcularon algunos índices: el Bias en la frecuencia (BIAS), la probabilidad de detección (POD) y el Equitable Threat Score (ETS). El índice BIAS compara las frecuencias observadas con las pronosticadas; el POD, indica la proporción de casos observados que sí fueron pronosticados; el ETS mide la proporción de aciertos pero ajustado por la cantidad de aciertos esperados de manera aleatoria. Los resultados para las semanas 1 y 2 para

el umbral de 5 mm pueden verse en la Figura 1. En la semana 1 se observa que el BIAS fue levemente superior a 1 para todos los meses, lo cual indica que la técnica pronosticó precipitación superior a 5 mm una cantidad de veces similar a la cantidad de veces observadas. En la semana 2 el BIAS fue superior a 1, y en algunos meses fue superior a 2. Este resultado indica que la técnica pronosticó precipitación semanal superior a 5 mm más veces de las que se observó. Para el umbral de 30 mm (no mostrado) el BIAS disminuyó respecto del umbral de 5 mm, presentando valores inferiores a 1, para ambas semanas de pronóstico, para la mayoría de los meses. Esto indica una importante subestimación con respecto a la acumulación de precipitaciones que excedan este umbral. En cuanto al POD, para el umbral de 5 mm se puede observar que varió entre 0.5 y 1 para ambas semanas de plazo, siendo más cercano a 1 para la semana 2. Este aumento del POD para la semana 2 es coherente con lo observado en el BIAS, ya que al pronosticar precipitación semanal superior a 5 mm más veces que las observadas, la técnica tiene más chances de detectar el evento. Para ambos umbrales y para ambas semanas el índice ETS fue inferior a 0.5.

Como era de esperar, se encuentra que los pronósticos semanales a 1 semana tienen mejor desempeño que a dos semanas, siendo esta diferencia más clara para el umbral de 5 mm. Para este umbral de 5 mm la técnica tuvo una tendencia a pronosticar más eventos que los observados, mientras que para el umbral de 30 mm tuvo una tendencia a pronosticar menos eventos que los observados. El próximo paso es la verificación de la temperatura media.

REFERENCIAS

- Aldeco, L., 2011.** Aplicación de la técnica de análogos a la generación de pronósticos probabilísticos de precipitación sobre algunas estaciones de la Argentina. Tesis de Licenciatura del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.
- Aldeco L. S., Ruiz J. J., Saulo C. A., 2015.** Generación de Pronósticos Probabilísticos Operativos en el Servicio Meteorológico Nacional. Congremet XII. Actas del Congreso Nacional de Meteorología.
- Hamill, T. y Colucci, S. J., 1997.** Verification of Eta-RSM Short-Range Ensemble Forecast, *Monthly Weather Review*, 125, 1312-1327.
- Hamill, T., Whitaker, J. y Mullen, S., 2006.** Reforecasts. An important data set for improving weather predictions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 33-46.
- Hamill, T. y Whitaker J. S., 2007.** Ensemble Calibration of 500-hPa Geopotential Height and 850-hPa and 2-m Temperatures Using Reforecasts. *Monthly Weather Review*, 135, 3273-3280.
- Kalnay, E., 2003.** Atmospheric Modeling, Data Assimilation and Predictability. Cambridge University Press, 341 pp.
- Nurmi, P., 2003.** Recommendations on the verification of local weather forecasts. ECMWF Techn Memo 430:19. [https:// doi. org/ 10.21957/ y1z1t hg5l](https://doi.org/10.21957/y1z1t hg5l)
- Ruiz, J. y Saulo, C., 2011.** How sensitive are probabilistic precipitation forecasts to the choice of calibration algorithms and the ensemble generation method? Part I: Sensitivity to calibration methods. *Meteorological Applications*, 19(3), 302– 313. <https://doi.org/10.1002/met.286>.
- Ruiz, J., Aldeco L., Diehl A., García Skabar Y., Matsudo C., Osman M., Pelorosso L., Saulo C., Vera C., 2018.** Capítulo 37: Aplicaciones en Argentina. Física del caos en la predicción meteorológica. DOI: 10.31978/014-18-009-X.37.