

# EVALUACIÓN DE BASES RETICULADAS DE PRECIPITACIÓN EN CUENCAS DE ARGENTINA: CORRELACIÓN CON DATOS HIDROMÉTRICOS

Agustina Carranza<sup>1\*</sup>, Analía Pereyra<sup>1</sup>, Ezequiel A. Callegari<sup>1</sup>, Marco E. Micieli<sup>2,4</sup>, Carla Viazzo<sup>3</sup>, Gonzalo Díaz<sup>1,5</sup>, Carla N. Gulizia<sup>1,2,4</sup>, Mariano Re<sup>6</sup>

\*[agustina.cza@gmail.com](mailto:agustina.cza@gmail.com). Autora correspondiente

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

<sup>2</sup>CONICET – Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>CONICET – Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina

<sup>5</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<sup>6</sup>Instituto Nacional del Agua (INA)

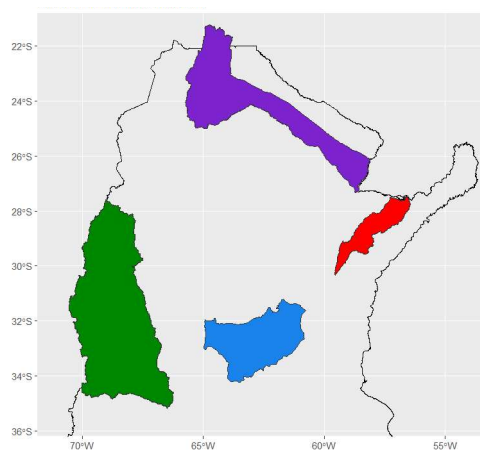
**Palabras clave:** Cuencas hídricas, Argentina, bases de precipitación, datos in situ

## 1) INTRODUCCIÓN

En Argentina existe una gran diversidad de cuencas hídricas con diferencias en la morfología del terreno, el uso y la cobertura de suelo. Estas características pueden llevar a respuestas hidrológicas muy distintas ante eventos de precipitación. Por lo tanto, resulta trascendente evaluar el desempeño de diferentes bases reticuladas para representar la evolución de la precipitación y su relación con datos hidrométricos (caudal o altura) del cauce principal cerca del punto de cierre, en cada caso particular. No obstante, esta tarea se ve frecuentemente limitada por la escasa cobertura espacial y temporal de datos provenientes de estaciones meteorológicas e hidrológicas. En este trabajo se presenta una recopilación sistemática de datos *in situ* de altura del río y precipitación en diversas cuencas de Argentina ubicadas al norte de los 40°S con el objetivo de validar de forma ordenada y robusta un conjunto de bases reticuladas de precipitación.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

El análisis se realizó sobre cuatro cuencas hídricas de Argentina: Corriente, Desaguadero, Bermejo y Carcarañá (Figura 1). Se utilizaron datos in situ de altura diaria del cauce principal, cerca del punto de cierre de cada cuenca, y de precipitación diaria de estaciones de la Red Hidrológica Nacional (RHN) ubicadas dentro de la cuenca. Las fuentes de precipitación acumulada mensual fueron MSWEP (Beck y otros, 2019) e IMERG (Huffman y otros, 2014), con resolución 0.1° x 0.1°, y ERA5 para precipitación acumulada diaria (Hersbach y otros, 2020), con resolución 0.25° x 0.25°. En todos los casos, se trabajó con acumulados mensuales de precipitación y valores medios mensuales de altura en el período 2001-2020, descartando aquellas series de datos con más de un 20% de datos mensuales faltantes.



**Figura 1:** Ubicación de las cuencas hídricas analizadas: Corriente (rojo), Desaguadero (verde), Bermejo (violeta) y Carcarañá (azul).

Para la validación de las fuentes de información se utilizaron datos in situ de precipitación acumulada mensual. Se identificó el punto de retícula más cercano a cada estación perteneciente a la RHN en las bases de precipitación, y se calculó un promedio espacial considerando los puntos circundantes ubicados a menos de 0.5° de distancia en latitud y longitud. Finalmente, se calculó el sesgo porcentual y la raíz del error cuadrático medio (PBIAS y RMSE, por sus siglas en inglés,

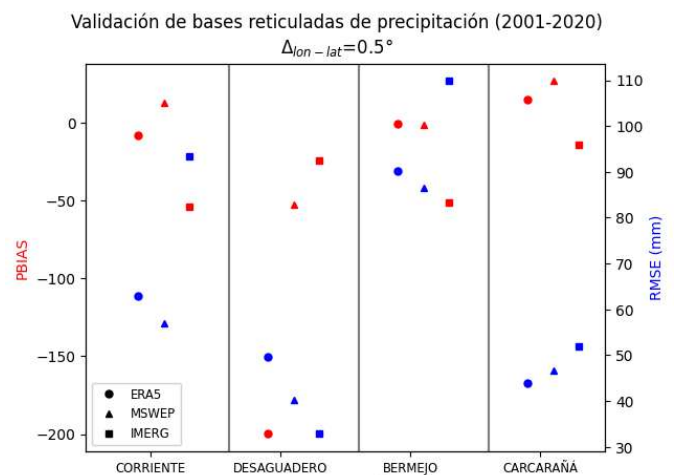
respectivamente) entre la serie temporal del promedio espacial y la correspondiente a cada estación, para cuantificar el error sistemático y la dispersión asociados a cada base reticulada.

La relación entre la altura máxima del cauce principal cerca del punto de cierre y la precipitación sobre cada cuenca se analizó a través del coeficiente de correlación lineal de Pearson, con un nivel de significancia del 5% a partir de un test t-Student. Este coeficiente se calculó entre la serie de precipitación acumulada mensual asociada a cada punto de retícula y la serie observada de altura del río. A partir de este procedimiento se obtuvieron campos de correlación para cada cuenca entre la altura del río y la precipitación derivada de cada base reticulada.

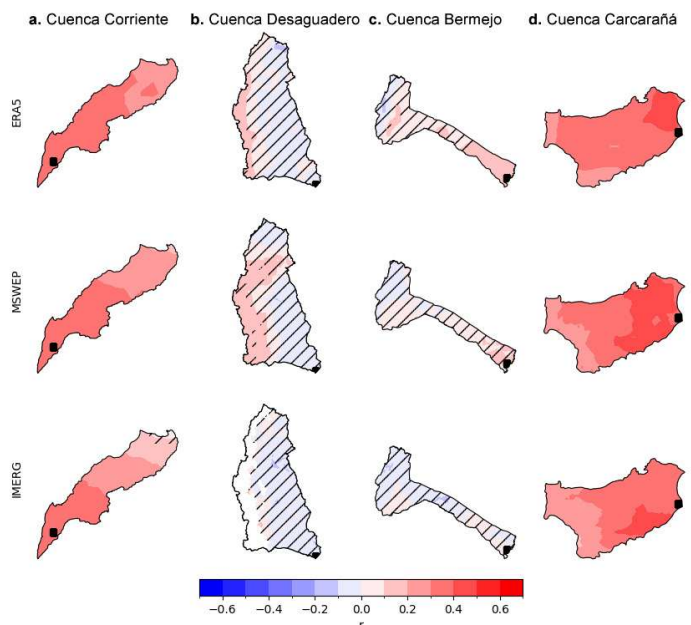
### 3) RESULTADOS

En la Figura 2 se presentan los indicadores PBIAS y RMSE utilizados para analizar el desempeño de cada base reticulada con los datos in situ de precipitación. Los resultados obtenidos indican un mejor desempeño de las bases de precipitación en las cuencas Desaguadero y Carcarañá ya que tanto PBIAS como RMSE tienden a valores cercanos a cero, excepto en el caso del PBIAS de ERA5 para cuenca Desaguadero. Al analizar estas métricas individualmente, los valores de PBIAS indican que ERA5 y MSWEP representan mejor a los datos in situ en las cuencas Corriente y Bermejo. En Desaguadero, todas las bases tienden a sobreestimar la precipitación observada, mientras que en el caso de Carcarañá esa sobreestimación se presenta únicamente en IMERG, con subestimación del resto de las bases. Por su parte, la métrica RMSE presenta una mayor disparidad entre las cuencas. Los resultados sugieren un mejor desempeño de MSWEP en Corriente y Bermejo, IMERG en Desaguadero, y ERA5 en Carcarañá. En cuanto a las cuencas Corriente y Bermejo, si bien el PBIAS indica un menor sesgo en las bases ERA5 y MSWEP, el RMSE muestra a MSWEP como la base con menor error. Entonces, al considerar ambos indicadores, MSWEP puede categorizarse como la base con mejor desempeño general en estas dos cuencas.

La Figura 3 muestra los campos de correlación entre la altura del río y la base reticulada de precipitación para cada cuenca. Los resultados muestran que las cuencas de menor tamaño (Corriente y Carcarañá) presentan correlaciones positivas significativas en toda su extensión, aunque en mayor medida cerca del punto de cierre. Esto sugiere una relación directa entre la altura del



**Figura 2:** Comparación entre las bases reticuladas de precipitación y estaciones in situ de la RHN en el período 2001-2020. Se presentan los indicadores PBIAS (eje izquierdo) y RMSE en mm (eje derecho), calculados a partir de las series temporales de precipitación acumulada mensual. ERA5, MSWEP e IMERG, se representan mediante círculos, triángulos y cuadrados respectivamente.



**Figura 3:** Campos de correlación entre las series temporales de cada fuente de información de precipitación (ERA5, MSWEP e IMERG) y la altura del río en la estación cercana al punto de cierre (cuadrado negro) para las cuencas: a. Corriente, b. Desaguadero, c. Bermejo y d. Carcarañá. Se indica con líneas las correlaciones no significativas ( $\alpha = 5\%$ ).

río en el punto del cierre y la precipitación en la cuenca. En la cuenca Corriente, el gradiente de correlación en dirección noreste-suroeste indicaría una mayor influencia de las precipitaciones ocurridas en las zonas cercanas al punto de cierre sobre los niveles del río. Respecto a Carcarañá, se observan diferencias entre las bases en cuanto a la región con mayor correlación, aunque también se identifica un gradiente de correlación, en este caso con orientación oeste-este. Por otro lado, las cuencas de Desaguadero y Bermejo presentan correlaciones positivas y negativas no significativas en gran parte de la cuenca. En el caso de Desaguadero las correlaciones positivas significativas están ubicadas al oeste de la región para las bases ERA5 y MSWEP, en esta región de montaña no hay información disponible de IMERG. En la cuenca Bermejo hay correlaciones positivas significativas cerca del punto de cierre para la base ERA5, mientras que las correlaciones negativas no significativas se ubican en la parte alta de la cuenca.

#### **4) CONCLUSIONES**

El presente trabajo analizó cuatro cuencas en Argentina utilizando la misma metodología y período de estudio con el objetivo de comparar los resultados obtenidos para cada área. Se encontró que las cuencas Desaguadero y Carcarañá fueron las que presentaron una mejor relación entre los datos de precipitación estimados por las bases reticuladas y los datos in situ. En la cuenca Carcarañá, las bases de precipitación mostraron correlaciones positivas significativas en toda su extensión. En cambio, en Desaguadero, si bien en general las correlaciones no resultaron significativas y se observaron diferencias en el signo de la correlación según la base reticulada utilizada, se lograron identificar correlaciones positivas significativas al oeste en las bases MSWEP y ERA5. La base MSWEP fue la que mejor representó la precipitación en las cuencas Bermejo y Corriente. En Bermejo, las correlaciones resultaron positivas significativas únicamente en la cercanía del punto de cierre, mientras que para Corriente, las correlaciones fueron positivas significativas en toda la extensión de la cuenca. Finalmente, la precipitación cercana al punto de cierre resultó ser, en la mayoría de los casos, relevante para la altura del río.

#### **Agradecimientos**

Los autores agradecen al Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO/FCEN-UBA) por la posibilidad de ofrecer el dictado de la materia optativa “Recursos Hídricos y Clima”, la cual permitió vincular a alumnos/as de grado con profesionales, no solo del ámbito académico, sino también de organismos de Ciencia y Técnica como el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Instituto Nacional del Agua (INA).

#### **REFERENCIAS**

**Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., y otros, 2020:** The ERA5 global reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146(730), 1999–2049.

**Huffman, G. J., Bolvin, D. T., Braithwaite, D., Hsu, K., Joyce, R., & Xie, P., 2014:** Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM (IMERG), Version 4.4. NASA's Precipitation Processing System. <https://gpm.nasa.gov/data/imerg>

**Beck, H. E., Wood, E. F., Pan, M., y otros, 2019:** MSWEP V2 Global 3-Hourly 0.1° Precipitation: Methodology and Quantitative Assessment. Bulletin of the American Meteorological Society, 100(3), 473-500.