

VALIDACION DE CURVAS IDF CONSTRUIDAS CON DATOS DIARIOS DE PRECIPITACION Y DATOS HORARIOS EN LA REGIÓN DEL SESA

Victoria Benítez¹, Sol Zoé Guerra², Milagros Cano², Karina Flores³, Leandro Sgroi¹, Moira Doyle^{2,4} y Gabriela Müller^{1,4}

victoria.schneider08@gmail.com. Autor correspondiente.

¹Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático - Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral (CEVARCAM-FICH-UNL), Santa Fe

²Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires

³Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Buenos Aires

⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires

Palabras clave: Curvas de diseño hidrológico, datos horarios, datos diarios, región del SESA.

1) INTRODUCCIÓN

La región del SESA está experimentando un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos de precipitación, los cuales generan impactos significativos en áreas urbanas, infraestructura y caudales hídricos. Las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) son herramientas fundamentales para el análisis, diseño y control hidrológico frente a estos eventos. Sin embargo, en la actualidad existe una marcada escasez de curvas IDF, principalmente debido a la disminución del número de estaciones con registros pluviográficos (Pritchard et al., 2023; Poschlod et al., 2021). Si bien los datos diarios pueden ser utilizados para construir curvas IDF, requieren previamente una desagregación temporal basada en información subdiaria. Este proceso suele estar limitado por la falta de datos adecuados, pero los avances en productos de precipitación sintética permiten abordar esta limitación. En particular, el uso de coeficientes de desagregación temporal (Huff, 1990) calculados a partir de productos satelitales como IMERG Final Run (Huffman et al., 2019), que ofrecen alta resolución temporal y espacial (Li et al., 2015), permite generar curvas IDF a partir de datos diarios y para cada punto de grilla. No obstante, como paso preliminar, es fundamental validar estas curvas utilizando estaciones con registros de precipitación subdiaria disponibles en la región.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de precipitación obtenidos a partir de la digitalización de fajas pluviográficas de las estaciones de Buenos Aires, Reconquista y El Trébol (Argentina), y Villarrica (Paraguay), mediante la metodología desarrollada por el SMN (Flores, 2025). Además, se incluyeron datos de la estación automática de Florianópolis (Brasil). El período analizado fue 2001–2020, con la excepción de Buenos Aires, cuyo registro abarca desde 2001 hasta 2018. Para la desagregación temporal, se emplearon datos satelitales de precipitación del producto IMERG Final Run versión 06 (Huffman et al., 2019), calibrado con observaciones en superficie. Este producto proporciona datos con una resolución temporal de 30 minutos y espacial de aproximadamente 10 km (0.1° x 0.1°).

A partir de ambas fuentes de datos, se calcularon las precipitaciones acumuladas para las distintas duraciones analizadas (60 a 1440 minutos). Luego, se determinaron los valores máximos anuales de precipitación para cada duración, totalizando 20 años de registro, con el objetivo de estimar la precipitación máxima probable asociada a diferentes periodos de retorno ($T = 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 300$ y 500 años), mediante la aplicación de la distribución de Gumbel (Koutsoyiannis et al., 1998). Finalmente, se estimaron las intensidades máximas probables para cada duración, y se validaron las curvas IDF comparando las derivadas de datos horarios y las obtenidas por desagregación, mediante el cálculo de métricas estadísticas como la correlación de Pearson (CC), la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el sesgo relativo (BIAS%).

3) RESULTADOS

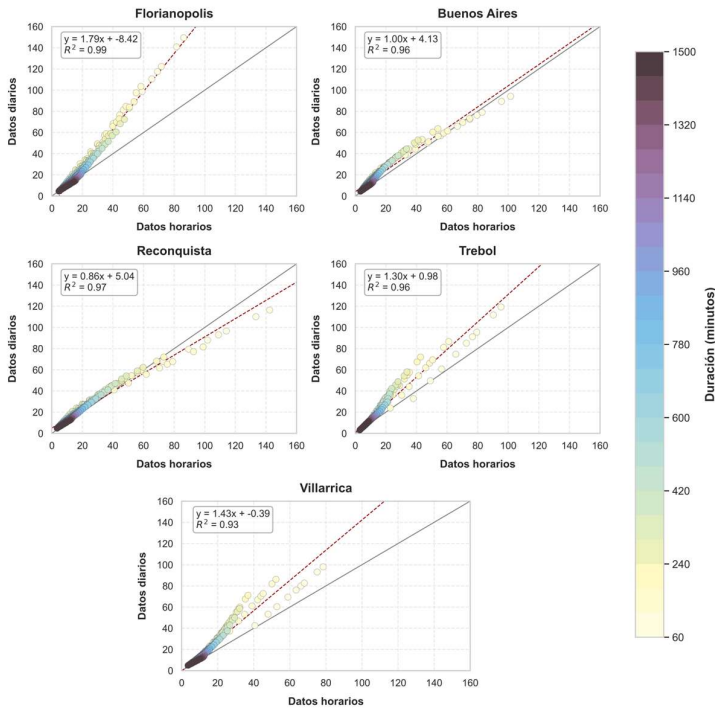


Figura 1: Diagrama de dispersión entre datos de intensidad de precipitación horarios y diarios para distintas duraciones para las 5 estaciones de la región del SESA seleccionadas.

Se emplearon diagramas de dispersión para comparar las intensidades correspondientes a todos los periodos de retorno entre datos horarios y diarios. En general, se observa que los datos diarios tienden a sobreestimar las intensidades, especialmente en las duraciones más cortas, donde también se registra una mayor dispersión. Esta dispersión disminuye a medida que aumenta la duración. Las estaciones de Buenos Aires y Reconquista presentan la mejor correlación entre ambos conjuntos de datos, mientras que Florianópolis, a pesar de mostrar la correlación más baja, alcanza el mayor coeficiente de determinación ($R^2 = 0.99$). En contraste, la estación de Villarrica presenta el R^2 más bajo, con un valor de 0.93.

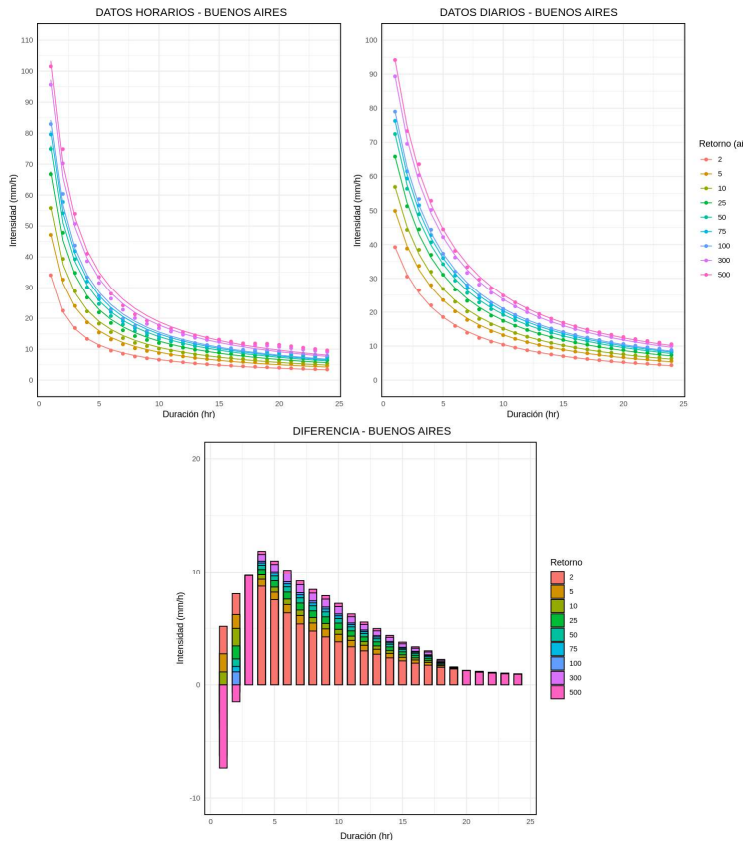


Figura 2: Curvas IDF de las 5 estaciones con Recurrencia $T = 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 300$ y 500 años. Panel izquierdo datos pluviográficos, panel derecho datos de satélite. Tercer panel representa la diferencia entre las intensidades de cada duración.

La Figura 2 muestra las curvas IDF construidas a partir de datos horarios y diarios de la estación de Buenos Aires, así como las diferencias entre ambas curvas en función de la duración. Las curvas derivadas de datos diarios presentan una buena concordancia con las obtenidas a partir de datos horarios en las estaciones de Reconquista (no mostrada) y Buenos Aires, donde se registran las menores diferencias. En cambio, Florianópolis (no mostrada) muestra la mayor sobreestimación al utilizar datos diarios.

En general, las diferencias entre curvas son más pronunciadas en las duraciones más cortas y tienden a disminuir a medida que la duración aumenta. Estos resultados son especialmente relevantes para regiones donde no se dispone de registros pluviográficos horarios, ya que evidencian el potencial de utilizar datos diarios combinados con desagregación para la estimación de curvas IDF.

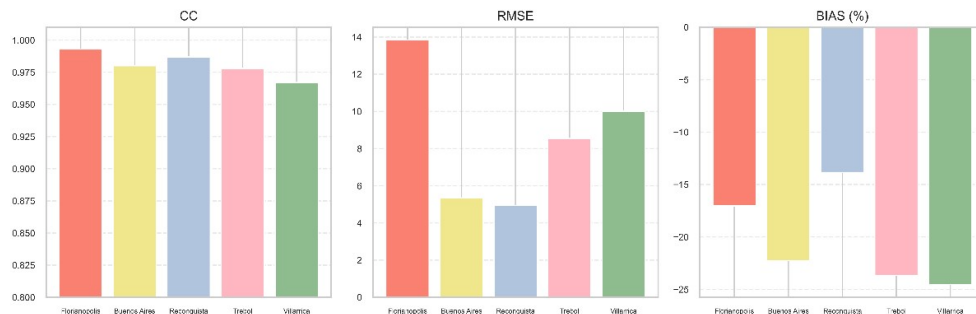


Figura 3: Métricas estadísticas (CC, RMSE y BIAS %) de las intensidades estimadas a partir de datos diarios en relación con los datos horarios, para los distintos periodos de retorno en todas las estaciones seleccionadas de la región del SESA.

El análisis de las métricas estadísticas revela una buena concordancia entre las intensidades estimadas a partir de datos horarios y diarios, destacándose la estación de Florianópolis con la mayor correlación. En términos generales, todas las estaciones presentan valores de RMSE inferiores a 10 mm/h, a excepción de Florianópolis, que alcanza el valor más alto con 14 mm/h. En cuanto al sesgo (BIAS), Villarrica muestra la mayor subestimación, seguida por la estación de El Trébol, mientras que Reconquista presenta el menor grado de subestimación entre todas las estaciones analizadas.

4) CONCLUSIONES

En este estudio se validaron las curvas de diseño IDF construidas a partir de datos diarios en comparación con aquellas derivadas de datos horarios. Las curvas basadas en datos diarios presentan una cobertura espacial más amplia, en contraste con los registros horarios observados. Esto permite desarrollar curvas de diseño en regiones donde no se dispone de información horaria. Los resultados obtenidos para todas las estaciones indican que los datos diarios tienden a sobreestimar las intensidades en comparación con los datos horarios, especialmente en las duraciones más cortas, mientras que dicha sobreestimación disminuye a medida que la duración aumenta. Estos hallazgos son alentadores para la generación de curvas IDF en áreas con escasa información pluviográfica, lo cual resulta fundamental para una adecuada planificación hidrológica.

AGRADECIMIENTOS Al SMN por las fajas pluviográficas. Este trabajo está enmarcado en los proyectos: PICT-2019-03982, PIP-CONICET 11220200102257CO y la Fundación Williams.

REFERENCIAS

- Flores, K., 2025. Generación y Procesamiento de Datos Pluviográficos en el SMN: desarrollo de método de digitalización. Nota Técnica SMN 2025-19
- Huffman, G.J., E.F. Stocker, D.T. Bolvin, E.J. Nelkin, Jackson Tan. 2019. GPM IMERG Final Precipitation L3 Half Hourly 0.1 degree x 0.1 degree V06, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), Accessed: 08/02/2022, 10.5067/GPM/IMERG/3B-HH/06.
- Koutsoyiannis, D.; Kozonis, D.; Manetas, A. 1998. A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships. Journal of Hydrology, 206(1-2), 118-135.
- Huff, F.A. (1990). Time distributions of heavy rainstorms in Illinois. Illinois State Water Survey, Champaign, Circular 173.
- Li, Z., Yang D., Gao B., Jiao Y., Hong Y., and Xu T. 2015. Multiscale hydrologic applications of the latest satellite precipitation products in the Yangtze River Basin using a distributed hydrologic model. J. Hydrometeorol., 16(1), 407-426. doi:10.1175/jhm-d-14-0105.1.
- Poschod, B., Ludwig, R. and Sillmann, J. 2021. Ten-year return levels of sub-daily extreme precipitation over Europe. Earth System Science Data, vol. 13, 3. <https://doi.org/10.5194/essd-13-983-2021>
- Pritchard, D., Lewis, E., Blenkinsop, S., Patino, L., Whitford, A., and Fowler, HJ. 2023. An Observation-Based Dataset of Global Sub-Daily Precipitation Indices (GSDR-I). Sci Data. 22;10(1):393. doi: 10.1038/s41597-023-02238-4.