

VALIDACION DE CURVAS IDF CONSTRUIDAS CON DATOS SATELITALES DE PRECIPITACION

Victoria Benítez¹, Leandro Sgroi¹, Fernando Forgioni², Gabriela Müller^{1,3}, Karina Flores⁴

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

²Instituto A.P de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María, Córdoba

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Palabras clave: Curvas de diseño hidrológico, eventos extremos, producto satelital IMERG.

1) INTRODUCCIÓN

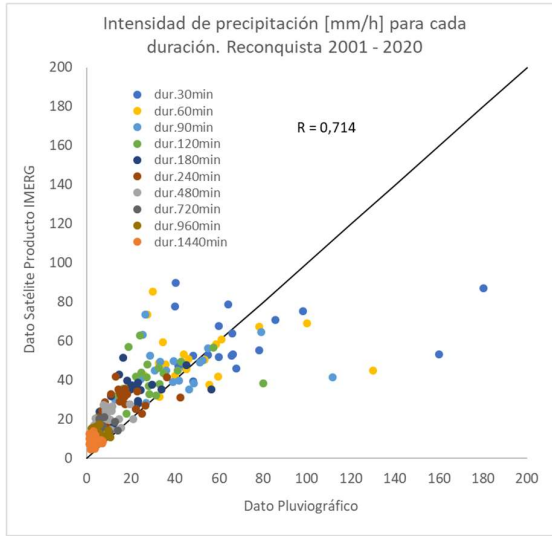
La región central de Argentina es una región afectada por eventos extremos de precipitación con severos impactos en los centros urbanos. Los ocurridos en Santa Fe en 2007 (Boletín DREF, junio de 2007), o durante el mes de abril de 2013, tanto en Capital Federal (Merlinsky y Tobías, 2016) como en la ciudad de La Plata (López y Etulain, 2017), pueden citarse como ejemplos. Por otro lado, existe una escasez de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) existentes utilizadas en los trabajos de diseño y control hidrológico, que ayuden a evitar y mitigar los impactos de los eventos intensos de precipitación. Esta escasez se debe a la falta de una red de observación de precipitaciones, cuya resolución espacial y temporal de la información, sea adecuada para la construcción de IDF (Bertoni et al., 2004). Una oportunidad que se presenta, es la utilización de datos de satélite en la construcción de curvas IDF. El producto satelital IMERG (Huffman et al., 2019) posee una distribución espacial y temporal adecuada, que permite obtener los datos necesarios de intensidad de precipitación para la construcción de curvas IDF, incluso en lugares donde no existen datos observados.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de precipitación obtenidos de la digitalización de fajas pluviográficas de la estación Reconquista AERO del período 2001 – 2020, provista por el SMN. Según el criterio elegido, solo se digitalizaron eventos con precipitaciones mayores a 10 mm. Se utilizaron, además, datos de precipitación satelital de la versión 06 del producto IMERG, el cual está calibrado con observaciones en superficie (Huffman et al., 2019). Este producto genera datos con una resolución temporal de 30 minutos y resolución espacial de aproximadamente 10 km de grilla (Lat/Lon 0.1°). Los datos extraídos del satélite para el período de trabajo completo, corresponden al promedio de los 4 puntos de grilla que rodean a la estación de observación y no al punto más cercano.

Seguidamente, se determinaron las precipitaciones acumuladas de cada fuente de datos para las distintas duraciones consideradas en el trabajo, en este caso 30, 60, 90, 120, 180, 240, 480, 720, 960 y 1440 minutos. Se determinaron los valores máximos de precipitación para cada duración por cada año de trabajo totalizando 20 años, a fin de estimar la precipitación máxima probable para cada una de las recurrencias evaluadas ($T = 2, 5, 10, 25, 50, 70$ y 100 años), mediante la aplicación de la función de Gumbel (Koutsoyiannis et al., 1998). Finalmente, se estimaron los valores de intensidad máxima probable para cada una de las duraciones analizadas.

3) RESULTADOS



Del análisis previo se generó la Figura 1, que mediante un diagrama de dispersión permite detectar una buena correlación, coeficiente de Pearson $R = 0.714$, entre ambas fuentes de datos en las duraciones de estudio.

Asimismo, se aprecia que para una duración de 30 minutos la intensidad de precipitación observada casi duplica a la correspondiente a los datos de satélite. A medida que el evento tiene mayor duración se detecta que las diferencias se reducen, y para las duraciones mayores la situación es opuesta; es decir, intensidades de origen satelital sobreestiman a la observada.

Figura 1: Diagrama de dispersión entre datos de intensidad de precipitación de diferentes fuentes (observado y satelital) para distintas duraciones.

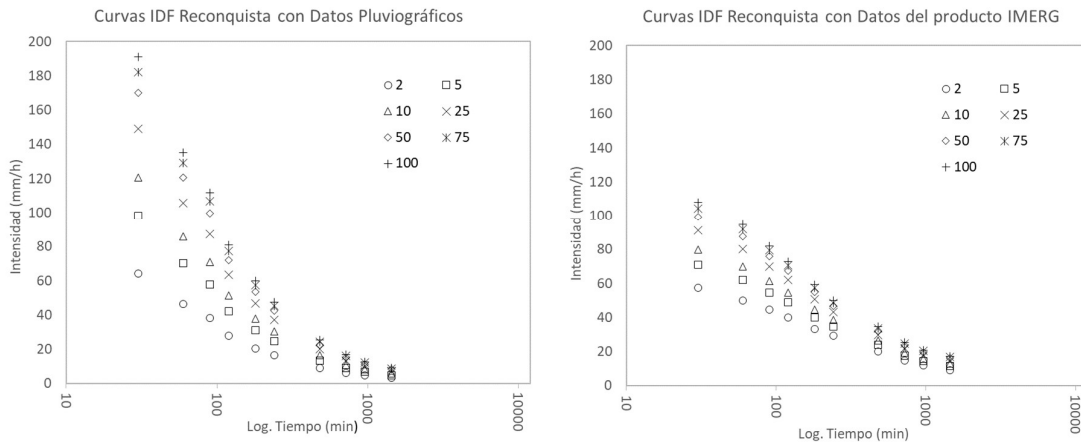


Figura 2: Curvas IDF de la ciudad de Reconquista durante el período 2001 – 2020 con Recurrencia $T = 2, 5, 10, 25, 50, 75$ y 100 años. Panel izquierdo datos pluviográficos, panel derecho datos de Satélite.

Las curvas IDF usando ambos tipos de datos se muestran en la Figura 2. Se observa en ambas gráficas, que las mayores diferencias se producen en duraciones menores a 180 minutos, posteriormente a medida que la duración del evento aumenta, el comportamiento es semejante. Para evidenciar errores y sesgos se estimaron estadísticos, de amplio uso en trabajos de validación de datos de satélite (Li et al., 2022), que permiten cuantificar las diferencias entre ambas fuentes de datos. El error cuadrático medio ($RMSE$, por su sigla en inglés) y el sesgo relativo ($Relative\ BIAS$, por su sigla en inglés), se muestran en las ecuaciones 1 y 2 respectivamente. Donde O representa los valores observados y S los simulados por el satélite.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i^n (S_i - O_i)^2} \quad (1) \quad Relative\ BIAS = \frac{\sum_i^n (S_i - O_i)}{\sum_i^n O_i} \times 100 \quad (2)$$

El valor de $RMSE$ perfecto es 0 y a medida que se aleja de este valor el error se incrementa. El sesgo expresado en porcentaje puede ser $BIAS > 0$, $BIAS < 0$, y si el ajuste es perfecto $BIAS =$

0. Los valores se presentan en la Tabla I.

Duración	30'	60'	90'	120'	180'	240'	480'	720'	960'	1440'
RMSE (mm/h)	36.7	28.4	24.4	20.5	17.2	15.4	12.0	9.4	8.1	6.7
BIAS (%)	-14.1	4.1	12.5	38.2	56.4	70.1	111.6	132.1	150.2	175.0

Tabla I: RMSE y BIAS relativo para intensidades de precipitación de distintas duraciones durante el período 2001-2020.

Los valores en la Tabla I muestran que los mayores errores se observan en las duraciones menores, siendo 36.7 mm/h el máximo y correspondiente a una duración de 30 minutos, posteriormente disminuyen hasta 6.7 mm/h cuando la duración es 1440 minutos. Más aún, los datos de satélite subestiman a lo observado en duración de 30 minutos en un 14.1 %, luego el comportamiento se revierte y el satélite sobreestima a las observaciones, siendo la sobrestimación máxima de 175 % en 1440 minutos de duración.

4) CONCLUSIONES

En este estudio se implementó la construcción de curvas de diseño IDF utilizando datos de satélite que, a diferencia de los datos observados, poseen una mejor resolución espacial; posibilitando que en regiones sin datos observados se puedan construir curvas de diseño. Los resultados obtenidos para Reconquista, han permitido establecer que los datos de satélite subestiman eventos extremos de precipitación cuando la duración de los mismos es menor a 30 minutos y donde, además, se observan los mayores errores. En contraposición, cuando los eventos extremos se prolongan en el tiempo el error disminuye, sin embargo, los datos de satélite tienden a sobreestimar a los observados.

AGRADECIMIENTOS Al SMN por las fajas pluviográficas. Este trabajo está enmarcado en los proyectos: PICT-2019-03982, PIP-CONICET 11220200102257CO, CAI+D-UNL-2020 50620190100082LI

REFERENCIAS

- Bertoni, J. C.; Ambrosino, S.; Barbeito, O.; Daniele, A.; Maza, J. A.; Paoli, C. U.; Serra, J. J. 2004.** Inundaciones urbanas en la Argentina. GWP-SAMTAC; Programa Asociado de Gestión de Crecidas; Universidad Nacional de Córdoba. Secretaría de Ciencia y Técnica, SECyT; Comité Permanente de los Congresos Nacionales del Agua, Argentina; Arg CAP-NET.
- DREF Bulletin N° MDRAR002. Update N°1, 19 June 2007.** Argentina: Flooding. https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/CAF67F4BF2A21F4E492573000004747B-Full_Report.pdf.
- 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.
- Li, Z., Tang, G., Kirstetter, P., Gao, S., Li, J.L., Wen, Y. and Hong, Y. 2022.** Evaluation of GPM IMERG and its constellations in extreme events over the conterminous united states. *Journal of Hydrology*, 606, p.127357.
- López, I., y Etulain, J. C. 2017.** Inundaciones urbanas: mapas de riesgo y lineamientos de ordenamiento urbano territorial. Las inundaciones en La Plata, Berisso y Ensenada: análisis de riesgo, estrategias de intervención. Hacia la construcción de un observatorio ambiental. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59633>.
- Merlinsky, M. G., y Tobías, M. A. 2016.** Inundaciones y construcción social del riesgo en Buenos Aires: Acciones colectivas, controversias y escenarios de futuro. *Cuadernos del CENDES*, 33(91), 45-63.