



## **XII Jornadas Nacionales de Geografía Física**

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Red Argentina de Geografía Física  
Trelew, Chubut, República Argentina - 11, 12 y 13 de abril de 2018

## **XII Jornadas Nacionales de Geografía Física**

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan  
Bosco

Red Argentina de Geografía Física

## **RESÚMENES**

(por eje y en el orden del programa)

Trelew, Chubut, República Argentina

11, 12 y 13 de abril de 2018



## XII Jornadas Nacionales de Geografía Física

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Red Argentina de Geografía Física  
Trelew, Chubut, República Argentina - 11, 12 y 13 de abril de 2018

### ESTIMACIÓN DE LA AGRESIVIDAD DE LAS PRECIPITACIONES DE LA CUENCA ARROYO NAPOSTÁ GRANDE (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

BERÓN DE LA PUENTE, Federico J.<sup>1</sup> -ZAPPERI, P. A.<sup>2</sup> -Gil, V.<sup>2</sup>

[fedeberon@gmail.com](mailto:fedeberon@gmail.com), [paula.zapperi@uns.edu.ar](mailto:paula.zapperi@uns.edu.ar), [verogil@uns.edu.ar](mailto:verogil@uns.edu.ar)

<sup>1</sup>Departamento de Geología y Departamento de Química. Universidad Nacional del Sur

<sup>2</sup>Departamento de Geografía y Turismo-Universidad Nacional del Sur- CONICET

*Palabras clave:* Índices de precipitación – S.I.G. – Cuencas hidrográficas – Erosión hídrica

#### *Introducción*

Un aspecto fundamental en el análisis de la erosión hídrica es la determinación de la influencia de las precipitaciones. La misma se establece a través de diferentes índices y el ejemplo mayormente utilizado es el índice de erosividad de las lluvias o factor R. El mismo forma parte de la Ecuación Universal de Perdida del Suelo (*USLE*) propuesta por Whischmeier y Smith (1978) y su versión Revisada (*RUSLE*) de Renard et al. (1997). Frente a la dificultad de obtener registros continuos de máxima intensidad de precipitaciones, Fournier en 1960 crea el Índice de Agresividad Climática o Índice de Fournier (IF). Posteriormente, Arnouldous (1978) introduce el índice modificado de Fournier (IMF) corrigiendo la ecuación original sin grandes desviaciones. Con este IMF cuantifica la agresividad de las lluvias a través del uso de las precipitaciones mensuales. De esta forma es más factible el uso en lugares donde los datos pluviométricos son escasos, sin continuidad y con poca frecuencia en el registro de los mismos. Estos índices han sido ampliamente utilizados en diferentes ambientes (Apaydin et al., 2006; Angulo Martínez et al., 2009; Castelán Vega et al., 2014). El objetivo del presente trabajo es caracterizar la agresividad de las precipitaciones a través de la obtención del Índice Modificado de Fournier (IMF), el Índice de Concentración de Precipitaciones (ICP) y el Índice de Erosividad Total (IET). Para ello se utilizan datos pluviométricos a escala mensual. El proceso de cálculo, regionalización y tratamiento de los datos se realiza a través del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). La generación de información que pueda tener en consideración la agresividad de las precipitaciones es importante a la hora de implementar prácticas para la conservación del suelo, recurso fundamental para las actividades económicas que se realizan en la región.

#### *Área de Estudio*

La cuenca del arroyo Napostá Grande se localiza en el suroeste de la provincia de Buenos Aires (figura 1A). El clima es templado y se caracteriza por una importante variabilidad temporal (interanual, anual, estacional) y espacial de las precipitaciones. Con respecto a esto último, Carrica (1998) identificó para la cuenca un gradiente decreciente hacia el sur de 2,4 mm/km. La sucesión de ciclos húmedos y secos característicos de esta región se manifiesta en las variaciones interanuales de los montos de precipitación con registros extremos de 1.285 mm (1946) y 315,5 mm (1990). A partir de la estadística climatológica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para el período 1960-2011 el área de estudio queda comprendida entre las isohietas de 750 mm y 500



## XII Jornadas Nacionales de Geografía Física

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Red Argentina de Geografía Física  
Trelew, Chubut, República Argentina - 11, 12 y 13 de abril de 2018

mm (valores medios anuales). Cabe señalar que en el ámbito serrano la variabilidad se acentúa por la altura y la orientación de las laderas. Asimismo, estas se concentran en los meses de octubre a marzo, con el 63,7 % del total anual (Gil y Campo, 2000).

### Metodología

Para la realización de los índices se utilizaron registros pluviométricos del año 2015 obtenidos de cuatro Estaciones Meteorológicas (EM) pertenecientes a la Red de Monitoreo Meteorológico de la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca a través de un convenio con el Departamento de Geografía y Turismo de la Universidad Nacional del Sur (figura 1A). Los valores de precipitación acumulada anual (Tabla 1) muestran que se trata de un año normal a húmedo. A su vez, la elección de solo un año se determinó a partir de la disponibilidad de datos, sumado a la generación de un mayor detalle en la escala temporal para el estudio de las precipitaciones y su influencia en la erosión hídrica de la zona. Estos datos de precipitación a escala mensual fueron procesados según las siguientes fórmulas:

- a. Índice de Fournier Modificado (IMF)

$$IMF = \sum_{1}^{12} \frac{P_i^2}{P} \quad [1]$$

Donde  $P_i^2$  cantidad de precipitación mensual del mes  $i$  en mm.

$P$ : precipitación anual en mm.

El cálculo del IMF es a escala anual para luego promediar de acuerdo a los años considerados. La Clasificación de la agresividad de las precipitaciones en función del Índice de Fourier Modificado (IFM) posee 5 rangos: 0-60: muy bajo; 60-90: Bajo; 90-120, Moderado; 120-160, Alto; > 160, Muy Alto (Programa Hidrológico Internacional (PHI), 2006).

- b. Índice de Concentración de Precipitaciones (ICP)

Con el fin de determinar la variación temporal de la distribución de precipitaciones se calculó el ICP propuesto por Oliver (1980) mediante ecuación (2).

$$ICP = 100 \times \frac{\sum_{1}^{12} p_i^2}{P^2} \quad [2]$$

Donde  $p_i$ : precipitación mensual en mm.

$P$ : precipitación anual en mm.

ICP: índice de concentración de precipitaciones en %.

Este índice se clasifica en Uniforme (8,3-10%), Moderadamente estacional (11-15), Estacional (16-20), Altamente estacional (21-50) e Irregular (51-100). Esto permite evaluar la distribución de las lluvias a lo largo del año y asimismo poder definir la estacionalidad de las mismas. Reside de gran interés para la incidencia de la precipitación sobre la erosión del suelo. Según PHI (2006) el cálculo de ICP se hace para cada año y luego se calcula el promedio. En el caso del trabajo se calculó el ICP para el año 2015.

- c. Índice de Erosividad Total (IET)



## XII Jornadas Nacionales de Geografía Física

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Red Argentina de Geografía Física  
Trelew, Chubut, República Argentina - 11, 12 y 13 de abril de 2018

Si bien IMF evalúa directamente la agresividad de las precipitaciones es importante considerar que también su efecto depende de la estacionalidad, información que aporta el ICP. Es por ello que a través del Índice de Erosividad Total (IET) se combinan ambos índices a través de la ecuación [3] y sus valores se pueden situar en cuatro clases (Vega y Flebes, 2008): 1 (Baja), < 1500; 2 (Moderada), 1501 – 2500; 3 (Alta), 2501 – 5000 y 4 (Muy alta), > 5000.

$$IET = IMF \times ICP \quad [3]$$

Una vez obtenidos estos índices se realizó una interpolación IDW (en español: Distancia Inversa Ponderada) para generar los mapas de distribución espacial. Para esto se utilizó el software QGIS2.14 Essen.

### Resultados

Los resultados de la aplicación de los diferentes índices se pueden observar en la tabla 1. El IMF presenta valores máximos en las EM Funke y Bahía Blanca. Cabe señalar que estos puntos se ubican en los extremos topográficos de la cuenca. Siendo Funke el sector más elevado coincidiendo con las sierras y Bahía Blanca el más bajo y cercano a la costa. La distribución espacial de las precipitaciones y el índice IET del área de estudio se observan en la figura 1 B y C. En la figura 1B se observan las isoyetas anuales para el año considerado, los montos varían entre un máximo de 844 mm (zona serrana) y un mínimo de 584 mm (área central). Esto indica un área de mayor cantidad de precipitaciones coincidente con la zona serrana. En la figura 1C se espacializó el IET de la cuenca para el mismo año. Aquí se puede observar que los valores máximos también corresponden a las sierras con un resultado de erosividad total “Moderada” según las categorías propuestas.

Tabla N° 1. Valores de PP, IMF, ICP y IET

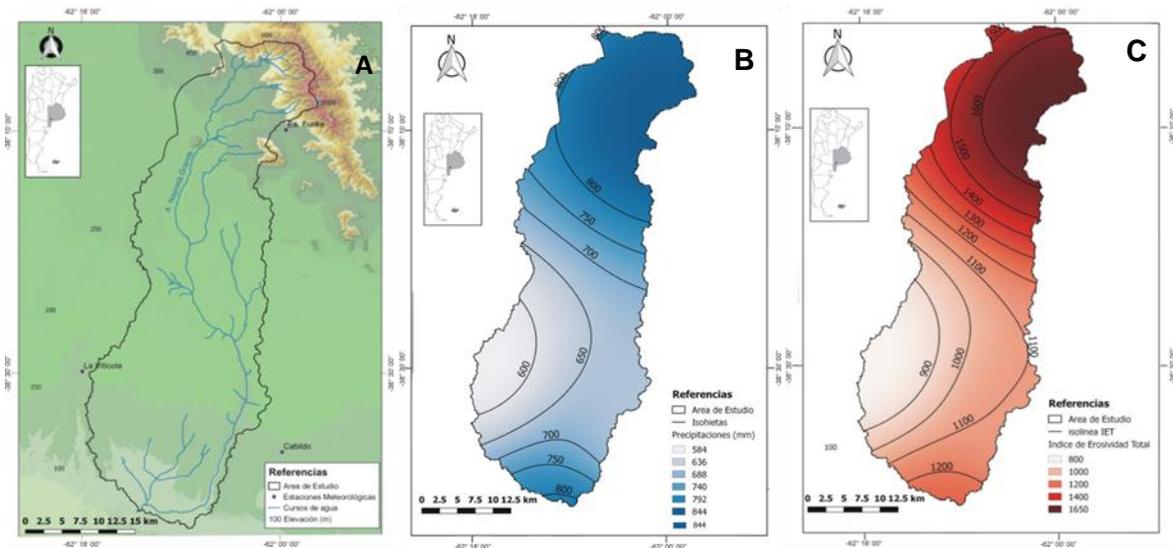
	<b>Precipitación (acumulada anual en mm)</b>	<b>IMF</b>	<b>ICP</b>	<b>IET</b>
<b>Bahía Blanca</b>	816	101,721	12	1266,95
<b>Cabildo</b>	645	84,905	13	1102,28
<b>Funke</b>	845	118,275	14	1654,21
<b>La Víticola</b>	581	68,48	12	806



## XII Jornadas Nacionales de Geografía Física

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Red Argentina de Geografía Física  
Trelew, Chubut, República Argentina - 11, 12 y 13 de abril de 2018

Figura N° 1. Área de estudio (A), distribución de las precipitaciones (B) y el índice IET (C)



Fuente: Berón et al. (2017)

Cabe señalar que la uniformidad de los valores del ICP obtenidos para las cinco estaciones (entre 12 y 14%) categorizado como “Moderadamente estacional” no justificó el mapeo de este índice dentro cuenca estudiada. Por otra parte, los valores de ICP calculados son similares a los obtenidos por Gaspari et al. (2008) para la estación de Tornquist. De estos primeros resultados, se observa la correspondencia que existe entre los valores de IMF e IET. Por lo que en los sectores que se obtuvieron los mayores valores del primero se dan también los máximos valores de erosividad total. Esto último, en el contexto del estudio de la erosión hídrica realizada en la zona (Berón de la Puente et al., 2017), explica la influencia de la agresividad de la lluvia dentro de su capacidad total de erosividad.

### Conclusiones

En el análisis de la erosión hídrica en zonas serranas, la precipitación y su distribución espacio-temporal juegan un rol importante y para su estudio el cálculo de índices es una herramienta fundamental. En el caso presentado, los índices calculados complementan a otros contribuyendo con un conocimiento futuro más detallado de la potencial erosión hídrica y pérdida de suelo en la cuenca del arroyo Napostá Grande y demás cuencas serranas. Se resalta que en la cuenca alta es donde se dan los mayores valores de erosividad total, los que se mantienen dentro de un rango moderado. Metodológicamente, se señala que si bien los índices mencionados presentan limitaciones permiten a su vez el análisis de series de datos acotadas. De esta manera se contribuye con el proceso de toma de decisiones por parte de quienes gestionan el ordenamiento del espacio como también por parte de los productores e instituciones relacionadas a la actividad agrícola ganadera a través de la incorporación de prácticas de manejo del suelo.



## XII Jornadas Nacionales de Geografía Física

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Red Argentina de Geografía Física  
Trelew, Chubut, República Argentina - 11, 12 y 13 de abril de 2018

### Agradecimientos

El presente trabajo se realizó en el marco del PGI-UNS Geografía Física Aplicada al estudio de la interacción Sociedad-Naturaleza. Problemáticas a diferentes escalas témporo-espaciales (24/G078).

### Referencias

- Angulo Martínez, M., M. López Vicente, V. Serrano and S. Beguería (2009), Mapping rainfall erosivity at a regional scale: a comparison of interpolation methods in the Ebro Basin (NE Spain), *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, no. 13, pp. 1907-1920.
- Apaydin, H., G. Erpul, I. Bayramin and D. Gabriels (2006), Evaluation of indices for characterizing the distribution and concentration of precipitation: A case for the region of Southeastern Anatolia Project, Turkey, *Journal of Hydrology*, vol. 328, no. 3-4, pp. 726-732.
- Arnoldus, H. M. (1978). An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. En M. De Boodst y D. Gabriels (Eds.). *Assessment of erosion* (pp. 127-132). Chichester: John Wiley y Sons, Inc.
- Carrica, J. (1998). *Hidrogeología de la cuenca del Arroyo Napostá Grande, Provincia de Buenos Aires* (Tesis Doctoral, Departamento de Geología. Universidad Nacional del Sur).
- Castelán Vega, R.; Tamariz Flores, V; Linares Fleites, G y Cruz Montalvo, A (2014) Agresividad de las precipitaciones en la subcuenca del río San Marcos, Puebla, México. *Investigaciones Geográficas* (83). pp. 28-40, doi: 10.14350/rig.33480
- Fournier, F. (1960). *Climat et érosion*. París: Ed. Presses Universitaires de France.
- Gaspari, F. J., Rodríguez Vegarúa, A. M., Sanisterra, G. E y Delgado M. D. (2008). Determinación espacio-temporal del índice de agresividad de precipitaciones en el sistema serrano de Ventania. Provincia de Buenos Aires-Argentina. *Revista Geográfica Venezolana*, 49 (1), 57-66-
- Gil, V. y Campo, A. (2000). Cuenca del Arroyo del Oro: Características hidrográficas y los efectos sobre la población. En *Actas III Jornadas de Geografía Física*, Universidad del Litoral. 153-159 pp.
- INTA (2018). *Estadísticas de precipitaciones. Sistema de Información Clima y Agua*. Recuperado del sitio oficial del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: [http://climayagua.inta.gob.ar/estad%C3%ADsticas\\_de\\_precipitaciones](http://climayagua.inta.gob.ar/estad%C3%ADsticas_de_precipitaciones)
- Oliver, J. (1980). Monthly precipitation distribution: a comparative index. *Professional Geographer*, 32, Nº 3, 1980. pp 300 – 309.
- Programa Hidrológico Internacional (PHI) (2006). *Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas de América Latina y El Caribe*. Documento Técnico Nº 3, UNESCO.



## **XII Jornadas Nacionales de Geografía Física**

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Red Argentina de Geografía Física  
Trelew, Chubut, República Argentina - 11, 12 y 13 de abril de 2018

Vega, M. B. y J. M. Flebes. (2008). La agresividad de la lluvia en áreas rurales de la provincia de La Habana como factor de presión en la sostenibilidad agroambiental, *II Seminario Internacional de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos, Sostenibilidad e Indicadores*, Almería, España.