

## **Aportes del análisis de las características morfométricas de la cuenca hidrográfica del arroyo Santa Bárbara para el diagnóstico ambiental**

IVAN JUÁREZ<sup>1,2</sup>, MELINA CELESTE CRETТАZ MINAGLIA<sup>1,3</sup>, DIAMELA GIANELLO<sup>1</sup> Y RICARDO ARIEL JUÁREZ<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratorio de Indicadores Biológicos y Gestión Ambiental de Calidad de Agua (IBGA), Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos. Rocamora 117, Gualeguaychú, Entre Ríos.

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), CONICET La Plata, UNLP. Calle 47 y 117, La Plata, Buenos Aires

<sup>3</sup> Laboratorio de Toxicología General, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. 48 y 115, La Plata, Buenos Aires.

### **Resumen**

El análisis de las propiedades morfométricas permite realizar una descripción físico-espacial de las cuencas hidrográficas. El objetivo fue determinar las características morfométricas de la cuenca a fin de comprender la dinámica del arroyo Santa Bárbara (Entre Ríos) utilizando el software QGIS. Los resultados definieron que la cuenca posee un área de 41 km<sup>2</sup>, la longitud axial es de 11,19 km con un ancho promedio de 3,62 km. El factor de forma (0,32) indica que posee forma alargada y el coeficiente de compacidad de Gravelius (1,49), que posee forma oval redonda. La longitud del cauce principal es 8,2 km. La densidad de drenaje es 0,58 km.km<sup>-2</sup>. La pendiente media es del tiempo de concentración es 4,13 h y la curva hipsométrica adimensional corresponde a una cuenca en equilibrio. Estos datos permiten predecir los riesgos naturales asociados, la variación o gradientes de las variables de calidad de agua y el funcionamiento trófico.

Palabras claves: morfometría, arroyo, Entre Ríos, GIS

### **Abstract**

The analysis of morphometric properties allows to make a physical-spatial description of the watersheds. The objective was to determinate the morphometric characteristics using a Geographic Information System (QGIS software), in order to understand the dynamics of the Santa Bárbara watershed (Entre Ríos). The results defined that the watershed has an area of 41 km<sup>2</sup>, the axial length is 11.19 km with an average width of 3.62 km. The shape factor (0.32) indicates that it has an elongated shape and the compactness coefficient of Gravelius (1.49), which has a round oval shape. The length of the main channel is 8.2 km. The drainage density is 0.58 km.km<sup>-2</sup>. The mean slope of the concentration time is 4.13 hours and the dimensionless hypsometric curve corresponds to an balance watershed. These data allow to predict the associated natural risks, variation or gradients of water quality variables and trophic functioning.

Keywodrs: Morphometry, stream, Entre Ríos, GIS

### **Introducción**

En la actualidad, los sistemas fluviales se han visto sometidos a una fuerte presión antrópica. La falta de planificación en la intervención de las cuencas hidrográficas ha generado la pérdida en la calidad de las fuentes aguas. Las principales causas del deterioro de los cuerpos de agua dulce se deben a los vertidos provenientes de las actividades agrícolas ganaderas, industriales y domésticas. Estas actividades contribuyen a que la disponibilidad de agua de buena calidad se vea cada vez más limitada en el mundo (Dourojeanni, 2005). Generando una crisis no solo de disponibilidad de agua, sino también una crisis de gestión del recurso (Romero, 2013).

La integración de los parámetros morfométricos en cuencas hidrográficas es un aporte significativo y relevante para la consolidación y planteo de ordenamiento territorial, ya que permiten obtener descripción física espacial que facilita la comparación entre distintas cuencas. A su vez, pueden aportar conclusiones preliminares sobre las características ambientales del territorio a partir de la descripción precisa de la geometría de las formas superficiales (Gaspari et al, 2012). Este trabajo tiene por objetivo aportar una mirada complementaria del análisis de la morfometría de las cuencas hidrográficas a fin de integrarla como una herramienta importante para la correcta gestión del recurso y como un complemento necesario para la correcta interpretación de los parámetros físico-químicos y biológicos en los arroyos de la región.

### Materiales y métodos

El arroyo Santa Bárbara se ubica al sur-este de la provincia de Entre Ríos (Argentina), en el distrito de Pehuajó Norte, departamento de Gualeguaychú, y ha sido descrito en Crettaz-Minaglia et al. (2014). Su cauce principal posee una extensión de 8,2 km y su cuenca abarca 41 km<sup>2</sup> aproximadamente (Figura 1).

La morfometría de la cuenca se realizó siguiendo a Gaspari et al. (2013). Se calcularon los parámetros de forma: longitud axial (La), perímetro (P), área (A) y ancho promedio (Ap) utilizando el software QGIS (Quantum GIS). Con estos se calcularon el factor de forma de Gravenius (IF) para conocer el grado de escurrimiento a través de la ecuación  $IF=Ap÷La$  (Londoño Arango, 2001; Gaspari et al., 2013) y el coeficiente de compacidad de Gravenius (Kc) para conocer el riesgo de crecidas con la ecuación  $Kc=0,2821*(P÷\sqrt{A})$  (Londoño Arango, 2001). Además, se calcularon parámetros de relieve con el software QGIS y de drenaje. Para estos últimos, se calcularon la densidad de drenaje ( $Dd=\sum ni=nLn\div A$  expresada en km/km<sup>2</sup>), longitud de drenaje (Ln), longitud del curso principal (L), pendiente media del cauce por el método de valores extremos ( $Pm=(\Delta h\div L)*100$ ) (Londoño Arango, 2001) y tiempo de concentración ( $Tc=0,06628*(L0,77\div Pm0,385)$  expresado en horas) (Gaspari et al., 2013). Mediante una capa raster obtenida de Misión Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) se confeccionó un modelo digital de elevación de la cuenca (Figura 2) a partir de la cual se pudo obtener la curva hipsométrica (CH) de la cuenca (Figura 3).

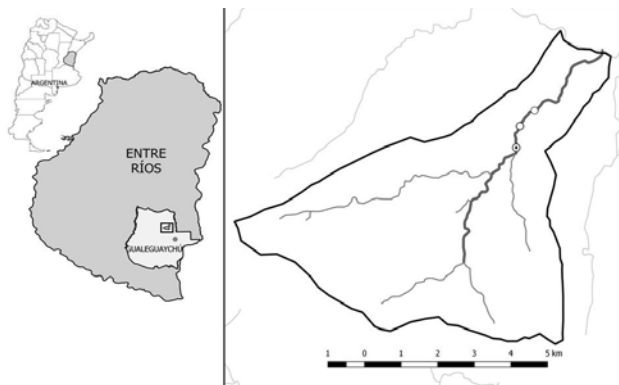


Figura 1. Área de estudio y cuenca arroyo Santa Bárbara con su red de drenaje. Escala: 1:70000. Elaboración propia con datos de QGIS (Quantum GIS v 2.14.0).

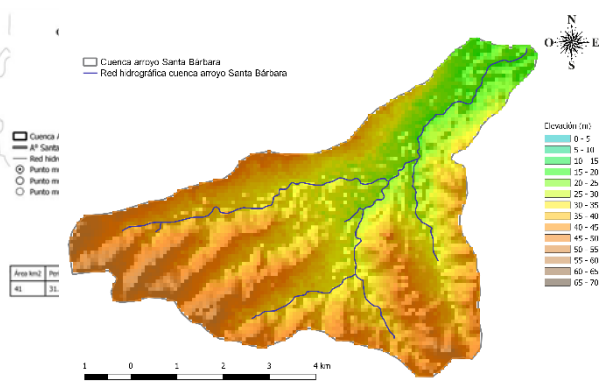


Figura 2. Modelo digital de elevación del arroyo Santa Bárbara. Escala 1: 300000.

### Resultados

La morfometría de la cuenca del arroyo (Tabla 1) presenta una forma oval redonda a oval oblonga, con una peligrosidad media hacia las crecidas. La cuenca posee una altura máxima de 51 m y una mínima de 16 m. Posee una densidad de drenaje baja, con un alto tiempo de retención de las precipitaciones; una pendiente media baja, con lo cual la rapidez de la corriente

de los flujos superficiales es lenta. Además, tiene bajo riesgo erosivo y tiende a la deposición de materiales. En cuanto a la influencia en las propiedades físico-químicas y biológicas que tendrá la pendiente, esta poseerá baja turbulencia y, por lo tanto, menor oxigenación y una concentración baja de minerales. El modelo digital de elevación muestra una cuenca con una pendiente con orientación SO - NE, con una mayor tendencia de escurrimiento superficial con sentido O – E. La curva hipsométrica correspondiente a la cuenca (Figura 3) una curva característica de una cuenca en equilibrio con riesgo bajo a la erosionabilidad. Esto se constata con los resultados obtenidos por el análisis de los parámetros de drenaje.

Tabla 1. Parámetros morfométricos de la cuenca del arroyo Santa Bárbara.

A (km <sup>2</sup> )	P (km)	La (km)	Ap (km)	IF	Kc
40,5	32,5	11,19	3,62	0,32	1,49
Long (km)	Ln (km)	Db ((km.km <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> )	Tc	J (m.m <sup>-1</sup> )	
8,2	23,39	0,58	4,13	0,001	

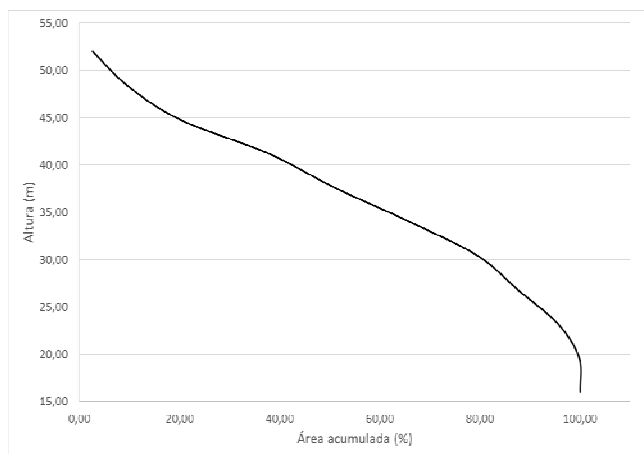


Figura 3. Curva hipsométrica del arroyo Santa Bárbara.

### Conclusiones

El análisis morfométrico de las cuencas permite obtener datos de relevancia para la obtención de información sobre la dinámica del curso de agua, predecir los riesgos de inundación y erosión y la variación o gradientes de las variables de calidad de agua y el funcionamiento trófico.

La aplicación de un análisis morfométrico en cuencas hidrográficas de bajo orden resulta fundamental para la correcta interpretación de datos en el diagnóstico ambiental de los arroyos.

### Referencias bibliográficas

Crettaz-Minaglia, M.C., Juárez, R.A., Aguer, I., Borro, E.D. & Peruzzo, R.B. 2014. Aplicación de índices de calidad de agua en un arroyo pampeano utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina.

Gaspari FJ, Senisterra GE, Delgado MI, Rodríguez Vagaría A & Besteiro S. 2009. Manual de Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. Editorial Autores, 1 ed, La Plata, Argentina

Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., Senisterra, G., Denegri, G., Besteiro, S., & Delgado, M. L. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. AUGMDOMUS, 4.

Londoño Arango, C.H. (2001). Cuencas hidrográficas: bases conceptuales, caracterización, planificación y administración. Universidad de Tolima, Facultad de Ingeniería Forestal, Ibagué.