



## Análisis preliminar de geometría hidráulica en cauces vegetados y no vegetados del sistema fluvial del Paraná

Velázquez, Dayana<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

<sup>2</sup>Director/a: Marchetti, Zuleica Yael

Codirector/a: Carrasco-Milián, Aylén

Área: Ingeniería

Palabras claves: Geometría Hidráulica, Vegetación acuática arraigada, Río Paraná.

### INTRODUCCIÓN

Los ríos presentan cierta relación entre sus principales características a las cuales llamamos Geometría Hidráulica. Caudal, ancho, profundidad y velocidad del agua están relacionadas con relaciones potenciales simples como las propuestas por Mackin (1963), Park (1977), Tabata & Hickin (2003) y Gleason (2015) entre otros. Leopold y Maddock (1953) demostraron que al aumentar el caudal (Q) en una estación de aforo, el ancho (B), la velocidad media (u) y la profundidad (h) se incrementan de la siguiente forma:

$$B = aQ^b \quad (1)$$

$$h = cQ^f \quad (2)$$

$$u = kQ^m \quad (3)$$

La geometría hidráulica ha sido estudiada ampliamente a nivel mundial, no obstante en Argentina los antecedentes son escasos (Ramonell 2000; Farías 2005.). Asimismo, las secciones de aforo utilizadas hasta ahora en estos estudios no consideran la presencia de vegetación acuática arraigada a las márgenes que, en diferentes cauces del sistema fluvial del Río Paraná, puede cubrir hasta un 60% obstruyendo el flujo y generando una redistribución de velocidades y caudales (Budnieski, 2016). Por lo antes citado, es importante considerar la presencia de vegetación acuática arraigada a las márgenes al momento de considerar la geometría hidráulica en los cauces en los que ésta aparece.

El presente trabajo se enmarca en una Beca de Estímulos a las Vocaciones Científicas del CIN durante cuyo desarrollo se propone explorar el efecto que la presencia de vegetación acuática arraigada ejerce sobre las relaciones de geometría hidráulica en distintas jerarquías de cauces del sistema fluvial del río Paraná.

### OBJETIVOS

Realizar un análisis exploratorio de las relaciones consideradas en geometría hidráulica en cauces con y sin vegetación acuática arraigada a las márgenes.

Título del proyecto: Evaluación interdisciplinaria de procesos de apertura, mantenimiento y cierre de cauces secundarios del río Paraná  
Instrumento: CAID – Proyecto Tipo I  
Año convocatoria: 2016  
Organismo financiador: Universidad Nacional del Litoral  
Director/a: Ramonell, Carlos G.

## METODOLOGÍA

Se aforaron cinco cauces secundarios del Paraná (figura 1), en los cuales se relevaron 2 secciones con vegetación y 2 secciones libres de ésta. Las mismas secciones fueron aforadas en aguas medias (3,50) y altas (5,70) utilizando un ADCP Teledyne RDI de 1200 kHz. A partir de los datos generados durante los aforos se obtuvieron los valores de  $Q$ ,  $B$ ,  $h$  y  $u$  utilizados en los cálculos preliminares de geometría hidráulica.

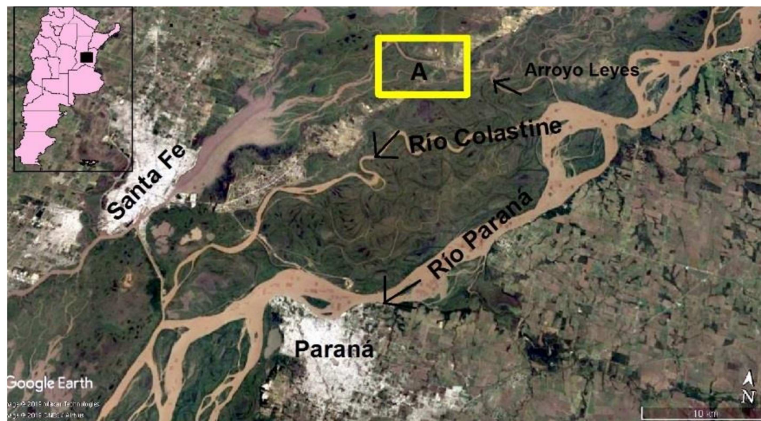


Figura 1a: Contexto general del área de estudio

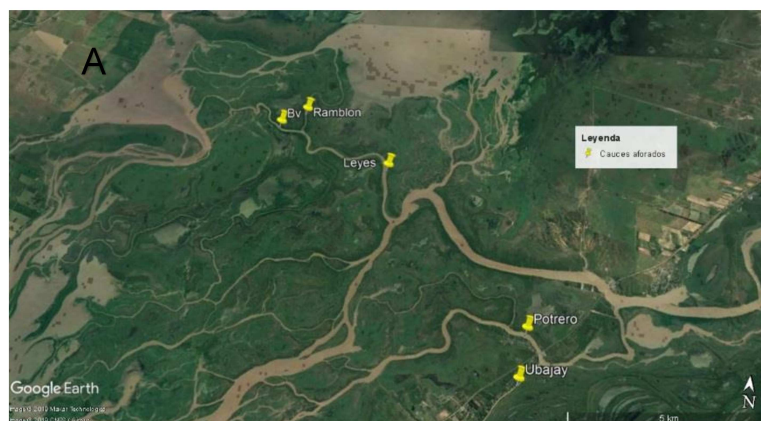
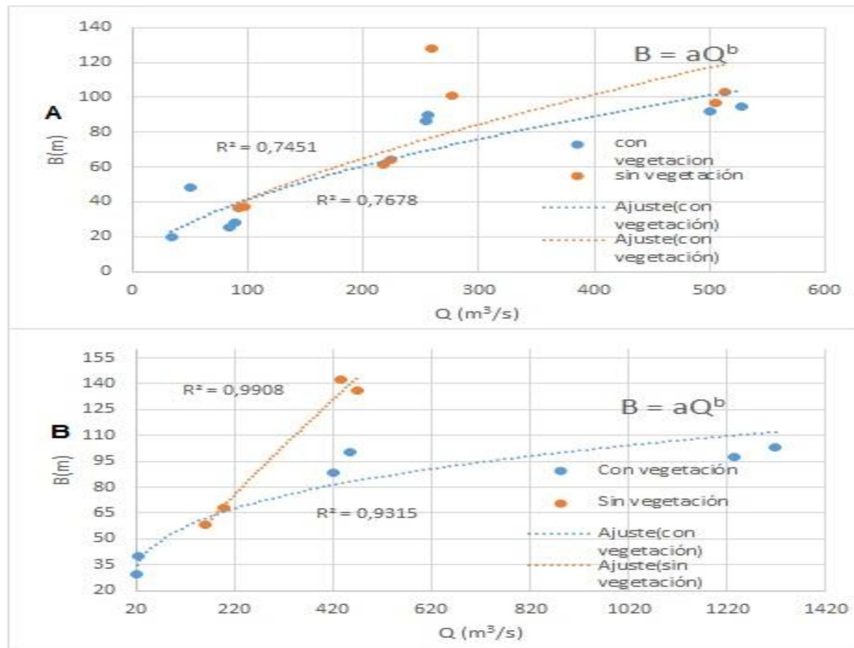


Figura 1b: Ubicación de los cauces aforados

Dado que en cada aforo se realizaron dos pasadas, durante el procesamiento, los datos fueron promediados. Posteriormente se graficaron las relaciones de  $Q$  vs  $B$ ,  $h$  y  $u$  para estimar los exponentes de las relaciones de potencia que describen la geometría hidráulica.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De acuerdo al carácter exploratorio de esta evaluación, y atendiendo a la gran dispersión de valores y a que los datos aún se encuentran en etapa de procesamiento, se presentan a continuación a modo de ejemplo, las relaciones entre B vs. Q para secciones con y sin vegetación, en condiciones de aguas medias y aguas (Figura 2 A y B). Para el caso de aguas medias no se observa un cambio significativo en la curva de ajuste de los datos, sin embargo, para aguas altas no se pudo establecer una ecuación para las secciones sin vegetación. En ambas campañas analizadas en conjunto se obtuvieron mejores correlaciones para  $B=f(Q)$  con un coeficiente de determinación mayor a 0,7.



**Figura 2:** relaciones de B vs Q para secciones con y sin vegetación para aguas medias (A) y aguas altas (B).

Se obtuvieron las ecuaciones básicas de geometría hidráulica considerando el total de aforos realizados, para condiciones de aguas medias (A) y altas (B), con o sin vegetación las que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Resumen de valores de coeficientes y exponentes de las expresiones de geometría hidráulica calculadas

Nivel de Aguas	Sección con vegetación	$B = aQ^b$		$h = cQ^f$		$u = kQ^m$	
		a	b	c	f	k	m
Medias	Si	3,15	0,56	1,09	0,51	0,61	0,02
	No	32,18	0,64	1,19	0,27	0,70	0,07
Altas	Si	14,79	0,28	1,37	0,27	0,05	0,45
	No	0,80	0,84	2,49	0,18	0,10	0,30

Lo incluido en el presente trabajo constituye un análisis exploratorio de una serie parcial de datos. Un mayor número de aforos es necesario a los efectos de lograr no sólo relaciones más claras, sino de detectar el efecto que la vegetación arraigada a las márgenes ejerce sobre tales relaciones.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Budniewski J. M.** (2016). Dinámica de flujo y distribución de sedimentos asociada a la presencia de vegetación acuática arraigada en cauces secundarios del Río Paraná. XX Encuentro de Jóvenes Investigadores de la Universidad Nacional del Litoral.
- Fariás, H.D.** (2005). Geometría hidráulica de ríos de llanura. Enfoques analíticos considerando la influencia de las márgenes. II Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, Neuquén, Noviembre.
- Gleason, C.J.** (2015). Hydraulic geometry of natural rivers: a review and future directions. *Progress in Physical Geography*, DOI: 10.1177/0309133314567584, 1–24.
- Leopold, L.B. & Maddock, T.** (1953). The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper* 252.
- Mackin, J.H.** (1963). Rational and empirical methods of investigation in geology. En: E.E. Albritton, ed. *The Fabric of Geology*, 372 pp. Freeman, Stanford, California.
- Park, C.C.** (1977). "World-wide variations in hydraulic geometry exponents of stream channels: an analysis and some observations". *J. of Hydrology*, 33: 133-146.
- Ramonell, C.G.; M.L. Amsler y H. Toniolo** 2000. Geomorfología del cauce principal. En: 'El Río Paraná en su tramo medio. Una contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura' (C. Paoli y M. Schreider, Eds.). Publicaciones Univ. Nac. del Litoral, Tomo 1:173-232. Santa Fe, Argentina
- Ramonell, C.G., L.R. Domínguez, D. Jornet, F. Latosinski y M. Gallego** 2017. Geometría hidráulica del sistema fluvial del río paraná en el área de santa fe – paraná: una evaluación exploratoria, VIII Simposio Regional Sobre Hidráulica de Ríos, Córdoba, Noviembre.
- Tabata, K. K., y E. J. Hickin** 2003. Interchannel hydraulic geometry and hydraulic efficiency of the anastomosing Columbia River, Southeastern British Columbia, Canada. *Earth Surface Processes and Landforms*, 28: 837-852.