

# CURVAS DE LA GEOMETRÍA HIDRÁULICA REGIONAL PARA RÍOS DEL ESTADO DE PARANÁ, BRASIL

Oscar Vicente Quinonez Fernandez

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Rua Pernambuco, 1777 – Marechal Cândido Rondon - Paraná – Brasil – CEP 85960-000.

E-mail: fernandez@unioeste.br

## Introducción

La relación entre los elementos geométricos del canal fluvial (ancho superficial, profundidad y área de sección transversal) medidos a nivel del caudal de desborde con el área de la cuenca hidrográfica, fue denominada por Dunne y Leopold (1978) de curvas regionales o geometría hidráulica regional. Las curvas regionales constituyen un método gráfico que ilustra la relación matemática entre los elementos de la geometría hidráulica y el área de la cuenca entre secciones o puntos localizados en una determinada región o provincia fisiográfica (Harman et al., 1999). Posterior al trabajo pionero de Dunne y Leopold (1978), otros investigadores desarrollaron curvas para diferentes regiones fisiográficas de los Estados Unidos (Harman et al., 1999; White, 2001; Castro y Jackson, 2001; Emmert, 2004; Sherwood y Huitger, 2005, entre otros).

La definición de las curvas regionales resulta de importancia en proyectos de ingeniería fluvial y restauración de ríos.

## Objetivo y Área de Estudio

El presente trabajo trata de las relaciones de la geometría hidráulica regional para los ríos que bañan las regiones Oeste e Sudoeste del Estado de Paraná, Brasil (Figura 1).

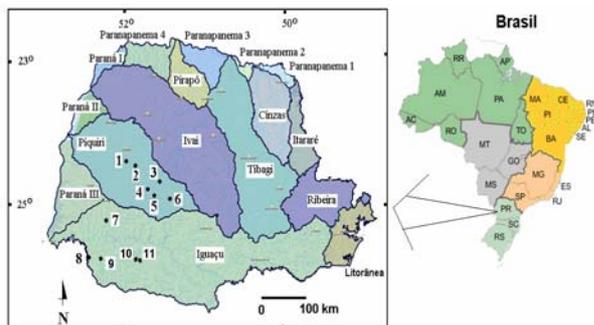


Figura 1: Localización de las secciones de aforo en las cuencas hidrográficas de los ríos Iguazu y Piquiri, regiones Sudoeste y Oeste del Estado de Paraná, Brasil.

Las regiones en estudio son constituidas por rocas basálticas de edad cretácea (Nardy et al., 2002) y están ubicadas en la meseta paranaense, localizadas en la parte central de la cuenca sedimentar del Paraná. El origen de estas mesetas está relacionado con la evolución de la Plataforma Brasileña. La elevación epirogenética de la Plataforma, ocurrida durante el Plioceno y Pleistoceno, levantaron las rocas paleozoicas e mesozoicas para altitudes superiores a 1.000 m (Almeida, 1966). Esta fuerte elevación colocó el área de estudio en un continuo proceso de erosión. La precipitación media anual varía de 1.600 mm (región Oeste) a 1.900 mm (región Sudoeste) y el clima de acuerdo a la clasificación de Köppen es del tipo Cfa, subtropical húmedo, mesotérmico, con veranos

calurosos, heladas menos frecuentes en invierno y concentración de lluvias en los meses de verano (IAPAR, 1994).

## Materiales y métodos

En este trabajo son analizadas informaciones hidrométricas y morfológicas provenientes de 11 secciones de aforos instaladas en las cuencas de los ríos Piquiri e Iguazu, administradas por Suderhsa (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), órgano dependiente de la Secretaria del Medio Ambiente del Estado de Paraná. En las estaciones, el nivel de caudal de desborde fue estimado a partir de observaciones de campo, teniendo como referencia el límite superior de los depósitos arenosos más sobresalientes identificados en la margen de los ríos (Leopold y Skibitzke, 1967). La cota del nivel de caudal de desborde fue obtenida mediante levantamientos topográficos convencionales. Para las estaciones de aforo fueron calculadas las relaciones matemáticas entre cota y caudal de desborde con informaciones cedidas por la Agencia Nacional de Águas (ANA) (<http://hidroweb.ana.gov.br>). Los valores de ancho y profundidad del cauce correspondiente para cada sección fueron calculados a partir de perfiles transversales levantados por la Suderhsa y disponible en el sitio de la ANA.

## Evaluación de resultados

Las relaciones de la geometría hidráulica regional correspondientes a las cuencas de los ríos Iguazu y Piquiri son mostradas en la figura 2.

Las curvas regionales fueron obtenidas para estaciones cuyas áreas de contribución se extienden de 1.000 a 12.000 km<sup>2</sup>. Las ecuaciones permiten estimar, las dimensiones del cauce a nivel de descarga de desborde teniendo como variable independiente el área de la cuenca. Los significativos valores de R<sup>2</sup> indican que los depósitos arenosos más sobresalientes, encontrados en márgenes de los ríos, pueden ser utilizados como referencia para la identificación del nivel del caudal de desborde en áreas de meseta, donde la planicie aluvial activa es poco desarrollada o no existe, en virtud del predominio de los procesos erosivos. La planicie aluvial es la referencia morfológica usada con más frecuencia para identificar el nivel del caudal de desborde.

El uso de las ecuaciones puede orientar técnicos en proyectos de restauración de canales fluviales y auxiliar en trabajos de evaluación de las condiciones de degradación en ambientes fluviales

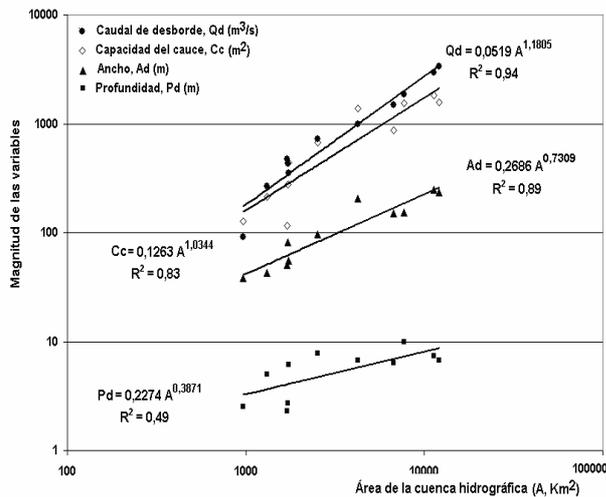


Figura 2: Curvas de la geometría hidráulica regional para ríos de las regiones oeste e sudoeste del Estado de Paraná, Brasil.

## Conclusiones

Las relaciones de la geometría hidráulica regional muestran altos valores de coeficiente de correlación ( $R^2$ ), con excepción de la relación área versus profundidad. Esta baja correlación también fue observada en estudios similares ejecutados en los Estados Unidos. Las ecuaciones producidas son representativas para puntos situados en cuencas hidrográficas del oeste y sudoeste del Estado de Paraná inseridas en un contexto geológico y climático similar y cuyas áreas de contribución se extienden de 1.000 a 12.000 km<sup>2</sup>.

## Referencias

- Almeida, F.F.M. (1966) Origem e evolução da Plataforma Brasileira. *Sedeeo*, 2: 46-89.
- Castro, J.M.; Jackson, P.C. (2001) Bankfull discharge recurrence intervals and regional hydraulic geometry relationships: patterns in the Pacific Northwest, USA. *Journal of the American Water Resources Association*, 37 (5): 1249-1262.
- Dunne, T.; Leopold, L.B. (1978) *Water in Environmental Planning*. W.H. Freeman Co., San Francisco, CA.
- Emmert, B.A. (2004) Regional curve development for Kansas. *Proceedings of the ASAE September Conference: Self-Sustaining Solutions for Streams, Wetlands and Watersheds*. September 12-15, 2004. St. Paul, Minnesota: 27-35.
- Harman, W.A.; Jennings, G.; Patterson, J.; Clinton, D., Slate, L., Jessup, A., Everhart, J. y Smith, R. (1999) Bankfull hydraulic geometry relationships for North Carolina streams. In: *AWRA Wildland Hydrology Symposium Proceedings* (D. Olsen & J. Potyondy, Eds.), Bozeman, Montana, 401-408.
- IAPAR - Fundação Instituto Agrônomo do Paraná (1994) *Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná*, Curitiba (PR), 49 p.
- Leopold, L.B. y Skibitzke, H.E. (1967) Observation on unmeasured rivers. *Geographical Annaler* 49: 247-255.
- Nardy, A.J.R.; Oliveira, M.A.F.; Betancourt, R.H.S.; Verdugo, D.R.H. y Machado, F.B. (2002) *Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral*. *Geociências* (Unesp, São Paulo): 21: 15-32.
- Sherwood, J.M. y Huitger, C.A. (2005) Bankfull characteristics of Ohio streams and their relation to peak stream-flows. *U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005-5153*, 38 p.

White, K. E. (2001) Regional curve development and section of a reference reach in the non-urban, lowland sections of the Piedmont physiographic province, Pennsylvania and Maryland. *USGS*. 20 pp.