

Ley de Gobierno para Caracterizar y Cuantificar el Flujo Hiporreico en Ríos de Alta Montaña

A Governing Law to Characterize and Quantify Hyporheic Flow in High Mountain Rivers

Antonio Preziosi-Ribero
Estudiante doctoral
Doctorado en Ingeniería Civil
Ingeniería del Agua y del Ambiente
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Colombia
Sede Bogotá
Email: apreziosir@unal.edu.co

Leonardo D. Donado-Garzón, PhD.
Profesor Asociado
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Colombia
Sede Bogotá
Email: lddonadog@unal.edu.co

Jorge A. Escobar-Vargas, PhD.
Profesor Asistente
Facultad de Ingeniería
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá
Profesor Adjunto
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Colombia
Email: jorge-escobar@javeriana.edu.co

Resumen

La Zona Hiporreica (HZ) se define como “la trayectoria de flujo de agua que ha abandonado un cuerpo de agua superficial hace “poco” tiempo, para mezclarse con agua subterránea y “pronto” volver al mismo cuerpo de agua” (Bencala, 2000). Este lugar tiene gran importancia en procesos ecológicos, biológicos y químicos, y su estudio impacta directamente en los aspectos de calidad y cantidad de agua. De hecho, el número de artículos científicos que tratan este tema ha aumentado de forma considerable en las últimas tres décadas (Cardenas, 2015a).

Dentro de los procesos estudiados en la HZ se encuentran la atenuación de contaminantes, el transporte de nutrientes y calor para el crecimiento de biota, los procesos de nitrificación de los cuerpos de agua y la restauración de cuerpos de agua (Boano et al., 2014). Estos fenómenos están ligados estrechamente con el concepto de calidad y química del agua, y son modelados con ecuaciones de transporte conservativo o reactivo. No obstante, el transporte de sustancias en este medio depende del flujo de agua y los patrones que este sigue.

Este documento presenta una propuesta para estudiar en detalle la física del flujo dentro de la HZ, conocido como “Flujo Hiporreico” (HF). El objetivo principal es generar una ley de gobierno, capaz de caracterizar y cuantificar este fenómeno a partir de las ecuaciones de la Mecánica de Fluidos y luego verificarla por medio de modelación física y numérica. De esta forma, el resultado de la investigación servirá como insumo para desarrollar modelos de calidad de agua, atenuación de contaminantes y estudios de restauración de ríos, entre otros temas.

En el caso particular de Colombia, más del 70% de la población vive en las cuencas altas del Magdalena-Cauca, desarrollando actividades industriales y agrícolas en cuencas de ríos de alta montaña (IDEAM, 2015). Es decir, estos cuerpos de agua son la principal fuente de agua y a la vez los receptores de vertimientos de la mayor parte de la población Colombiana. Como consecuencia, el estudio de la dinámica de los ríos, la calidad del agua que estos transportan y los procesos de trans-

porte de contaminantes toman importancia en el ámbito académico.

El resultado de la investigación propuesta es un modelo matemático del HF presente en ríos de alta montaña, característicos de las cuencas altas del Magdalena-Cauca, basado en las leyes de la Mecánica de Fluidos Clásica. Las escalas que se manejarán van desde $O(10^{-1} m)$ hasta $O(10^2 m)$. Finalmente, el modelo matemático será validado mediante modelos físicos y numéricos.

Abstract

Hyporheic Zone (HZ) is defined as “a subsurface flowpath along which water ‘recently’ from the stream will mix with subsurface water to ‘soon’ return to the stream” (Bencala, 2000). This place has a great relevance in ecologic, biologic and chemical processes, and its study has a direct impact in water quality and quantity aspects. As a matter of fact, the number of scientific articles that treat this topic has grown in a considerable way in the last three decades (Cardenas, 2015b).

Within the processes studied in the HZ, the attenuation of pollutants, nutrient and heat transport for the biota growth, the nitrification processes of water bodies and river restoration are found (Boano et al., 2014). These phenomena is closely linked with the concept of water quality and its chemistry, and they are modeled with classical conservative or reactive transport equations. However, the substance’s transport in this media depends on the water flow and its patterns.

This document is meant to propose the detailed flow study within the HZ, known as Hyporheic Flow (HF). The main objective is to generate a governing law, able to characterize and quantify this phenomena from the classical Fluid Mechanics equations, and then verify it through physical and numerical models. Therefore, this research results would be an input to develop models of water quality, pollutant attenuation and river restoration projects, among other topics.

In Colombia’s particular case, over 70% of the population lives in the upper Magdalena-Cauca basins, developing industrial and agricultural activities near high-mountain rivers (IDEAM, 2015). That is to say that these water bodies are either the main water source and the receivers of wastewater discharges produced by the majority of Colombia’s population. As a consequence, the river dynamics study, its water quality and the pollutant’s transport processes are important in the academia.

The result of the proposed research is a mathematical model of HF in high-mountain rivers, which are typical in the Andean Region of Colombia, based in the Classical Fluid Mechanics Expressions. The scales managed go from $O(10^{-1} m)$ to $O(10^2 m)$. Finally, the mathematical model will be validated through physical and numerical modeling.

Referencias

- Bencala, K. E. (2000). Hyporheic zone hydrological processes. *Hydrological Processes*, 14(15):2797–2798.
- Boano, F., Harvey, J. W., Marion, A., Packman, A. I., Revelli, R., Ridolfi, L., and Wörman, A. (2014). Hyporheic flow and transport processes: Mechanisms, models, and biogeochemical implications. *Reviews of Geophysics*, 52(4):603–679.
- Cardenas, M. B. (2015a). Hyporheic zone hydrologic science: A historical account of its emergence and a prospectus. *Water Resources Research*, 51(5):3601–3616.
- Cardenas, M. B. (2015b). Hyporheic zone hydrologic science: A historical account of its emergence and a prospectus. *Water Resources Research*, 51(5):3601–3616.
- IDEAM (2015). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá DC.