

# R en el río: Procesando datos de geociencias en el terreno

Pedro Rau

**Palabras clave:** R, geociencias, hidrología, hidrometría, monitoreo

## Abstract

El monitoreo del agua en un río es de gran importancia para describir sus características, tomar decisiones frente a problemáticas como el impacto del cambio climático y plantear soluciones. El trabajo en el terreno es inherente en las geociencias para la recolección y procesamiento de series de tiempo y su posterior análisis y modelación. La codificación y la ciencia de datos son herramientas claves para la automatización de este proceso, logrando unir a dos mundos que confluyen en el manejo del R en condiciones naturales de aventura y que motiva a muchos profesionales y estudiantes. Se propone una herramienta del tipo paquete llamado fieldTRip para calcular y visualizar el monitoreo puntual de aforos en ríos, pruebas de infiltración, derretimiento de la nieve, estimaciones en ríos secos y lagunas, usado también en talleres vivenciales y de fácil aprendizaje con usuarios no expertos.

## Introducción

El uso de R en el terreno, en condiciones naturales como un río podría parecer algo fuera de lugar, sin embargo, resulta una práctica novedosa para poder unir a dos áreas a menudo separados: 1) el trabajo de campo agreste en geociencias para la recolección de datos en condiciones sin conectividad móvil e internet y; 2) la ciencia de datos y la codificación para el post procesamiento de la información. Los nuevos desafíos requieren de un trabajo en conjunto debido a la incorporación del componente social, la ciencia ciudadana y el monitoreo participativo [1], así como el desarrollo de talleres vivenciales con énfasis pedagógicos de formación. La estandarización de las prácticas de las ciencias de datos y la codificación en la investigación en geociencias a través de talleres y el establecimiento de comunidades a nivel global [2], requieren de una preparación y adaptación acorde a las condiciones geográficas. De esta forma se necesitan paquetes que faciliten la integración de disciplinas.

## Metodología

El procesamiento de datos en el terreno requiere de herramientas específicas para un público experto y también de fácil comprensión para un público interesado no especialista que acompaña a las expediciones geocientíficas, tal como algunos integrantes de comunidades locales y rurales. De esta forma se logra conectar al monitoreo participativo con la población local donde se ubican los sensores y puntos de medición. Se diseñó un paquete en R denominado fieldTRip, el cual permite procesar y visualizar las mediciones efectuadas. Se basa en ecuaciones de la especialidad del agua y suelos, las cuales se encuentran asimiladas en las funciones de la Tabla 1. R permite la automatización a través de bucles, condicionales y funciones de ajuste estadístico, sin un límite en el número de muestras reales que se puedan obtener en el terreno o de intervalos asignados. Asimismo, la representación gráfica simple del R-base, se hace intuitiva a través de diversos tipos de gráficos tales como: barras para representar una columna de aire con la función *prwater*; líneas para representar el derretimiento de la nieve en el tiempo con la función *nival*; dispersión para representar la tasa de infiltración del agua en el suelo con las funciones *horton* y *greenampt*; así también esquemas para representar una sección transversal de río con las funciones *gauges* y *gaugeph*; un campo de velocidades del río con la función *gauges*; y una sección transversal de una laguna y sus flujos con la función *wblake*.

## Resultados

El paquete fieldTRip ha sido testeado durante varias salidas de campo en cuencas de la costa y de los Andes peruanos desde el año 2022. Solo requiere objetos del tipo *dataframes* o desde el formato \*.txt, donde se almacenan las mediciones efectuadas con los equipos de monitoreo adecuados. La visualización del tipo R-base, permite una comprensión rápida de la variable hidrológica medida,

muchas veces luego de una medición con mucho esfuerzo y paciencia, logrando recompensarlo con una conclusión certera del fenómeno observado. De esta forma se logra comunicar rápidamente los resultados a los interesados y acompañantes de diversos perfiles técnicos y no técnicos en la expedición.

Tabla 1. Funciones implementadas en el paquete fieldTRip.

Función	Descripción	Ecuación [3]
gauges	Procesamiento del aforo o medición del caudal en un río por el método de velocidad seccional.	$Q = \sum_{j=1}^n a_j H_j v_j L_j$
gaugeph	Estimación de caudales en un río seco por el método de Manning.	$Q = L \cdot H^{5/3} \cdot S^{1/2} / n$
horton	Procesamiento de la prueba de infiltración con el equipo doble anillo con el método de Horton.	$i_{(t)} = i_f + (i_0 - i_f) e^{-\gamma \cdot t}$
greenampt	Procesamiento de la prueba de infiltración con el equipo doble anillo con el método de Green-Ampt.	$i_{(t)} = K_s \left[ \frac{\varphi \cdot \Delta \theta}{I_{(t)}} + 1 \right]$
prwater	Estimación de la lluvia o agua precipitable potencial teórica.	$h = \frac{1}{\rho_w \cdot g} \sum_{k=1}^n \bar{q}_k \cdot \Delta P_k$
nival	Estimación del derretimiento de una capa de nieve.	$\Delta T_s = \frac{\Delta t \cdot F_n}{c \cdot \rho_w \cdot h_{swe}}$
wblake	Balance hídrico simple en una laguna.	$In - Out = \Delta V$

Donde: Q: caudal, j: segmentos del ancho de río, a: coeficiente de velocidad seccional, H: profundidad, v: velocidad media, L: longitud del segmento o ancho, S: pendiente del tramo, n: rugosidad de Manning, t: tiempo, i<sub>0,f</sub>: infiltración inicial y final, γ: coeficiente de decaimiento, K<sub>s</sub>: conductividad hidráulica saturada, φ: tensión del suelo, Δθ: cambio de la humedad del suelo, I: infiltración acumulada, h: agua precipitable, ρ<sub>w</sub>: densidad del agua, g: aceleración de la gravedad, k: intervalos en una columna de aire, q: humedad específica media, ΔP: cambio de la presión atmosférica, ΔT<sub>s</sub>: cambio en la temperatura de la nieve, F<sub>n</sub>: flujo neto de energía, c: capacidad calorífica del hielo, h<sub>swe</sub>: equivalente en agua de nieve, In-Out: flujos entrantes y salientes, ΔV: cambio en el volumen de agua.

El procesamiento de los datos durante talleres en sectores rurales y urbanos, permitieron validar el trabajo posterior a las actividades de campo. Por otro lado, su empleo en clases en centros de estudio y de capacitación permitieron motivar el encuentro de dos especialidades como las geociencias en el terreno y la codificación en ciencia de datos. El paquete se puede instalar desde el siguiente enlace: <https://github.com/hydrocodes/fieldTRip>

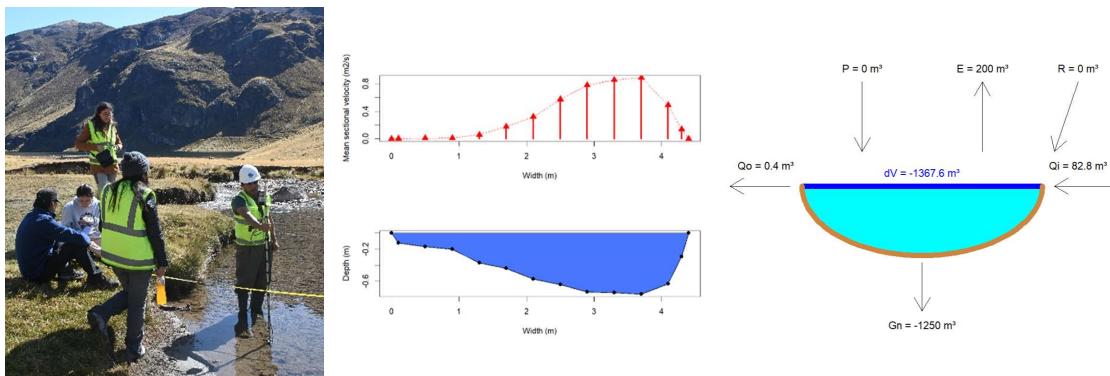


Figura 1. Aforo de un río (izquierda); salidas de sección transversal de río y campo de velocidades con la función gauges (centro); sección de laguna y flujos con la función wblake (derecha).

## Referencias

- [1] Oshun J, Keating K, Lang M, Miraya Oscco Y. 2021. Interdisciplinary Water Development in the Peruvian Highlands: The Case for Including the Coproduction of Knowledge in Socio-Hydrology. *Hydrology*. 8(3):112.
- [2] Wilson G. 2006. Software carpentry: getting scientists to write better code by making them more productive. *Computing in Science Engineering* 8(6):66–69.
- [3] Maidment D.R. 1993. *Handbook of Hydrology*. McGraw Hill. USA.