



## II CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

### COMPORTAMIENTO DEL ALMACENAMIENTO SUBTERRANEO EN CUENCAS DEL CENTRO-SUR DE CHILE

Víctor Parra<sup>a</sup>; José Luis Arumí<sup>a</sup>; Enrique Muñoz<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería Agrícola, Centro CRHIAM  
Conicyt/Fondap-15130015, Universidad de Concepción, Campus Chillan [vmparra@ing.ucsc.cl](mailto:vmparra@ing.ucsc.cl);  
[jarumi@udec.cl](mailto:jarumi@udec.cl);

<sup>b</sup>Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ingeniería, Alonso de Ribera  
2850, Concepción, [emunozo@ucsc.cl](mailto:emunozo@ucsc.cl);

#### RESUMEN EXTENDIDO

En cuencas sin cobertura nival o glacial el almacenamiento y liberación de aguas subterráneas es la principal fuente de generación de caudales mínimos (o flujo base). Su aporte al caudal de un río resulta fundamental para sostener la demanda de agua necesaria para el desarrollo de diversas actividades económicas en el período de escasez hídrica, por lo que se requieren mejoras para caracterizar el comportamiento de caudal bajo de los ríos para la gestión conjunta del uso del agua, mantenimiento de la calidad del agua y servicios ecosistémicos.

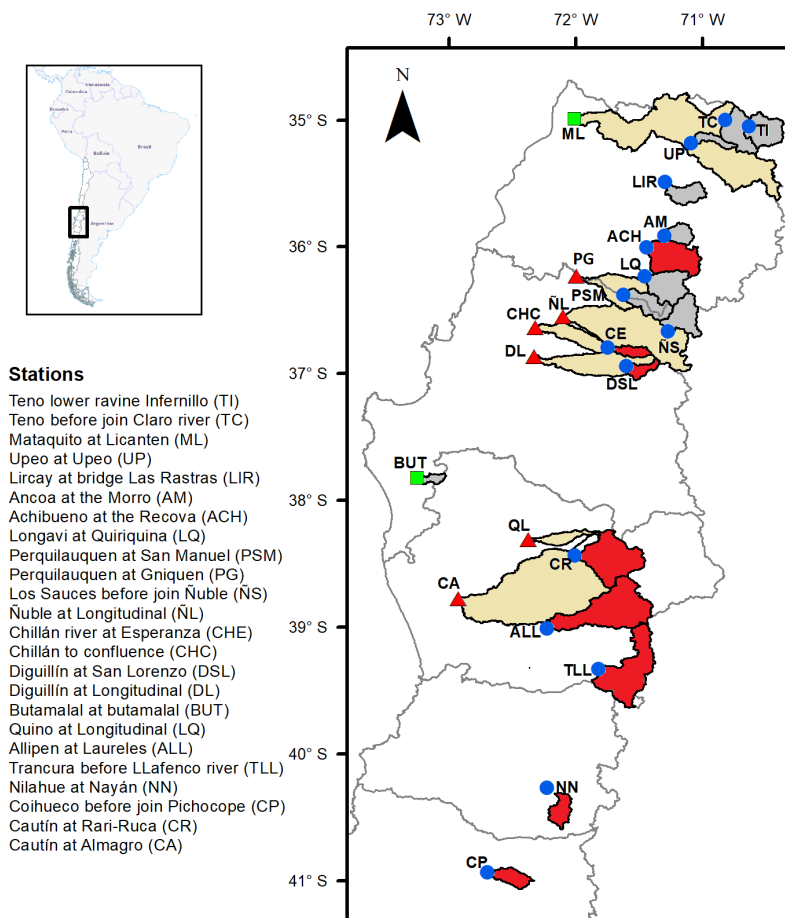
Este estudio tiene por objetivo vincular mediante un análisis de caudales de recesión diferentes comportamientos de almacenamientos subterráneos a las características geológicas predominantes de cada cuenca, con el fin de mejorar la comprensión del proceso de almacenamiento-liberación de aguas subterráneas en 24 cuencas de la zona centro sur de Chile (Figura 1). Para el análisis de caudales de recesión se utilizaron caudales medios diarios obtenidos de la Dirección General Aguas (DGA). El periodo de registro utilizado fue variable, por lo tanto, el criterio utilizado fue seleccionar el periodo más completo.

Para estudiar el comportamiento del almacenamiento subterráneo de las cuencas se usó el análisis descrito por Brutsaert y Nieber (1977). El método de caudales de recesión consiste en graficar el caudal promedio  $Q$  (Ecuación 1) versus la variación del caudal diario entre dos días consecutivos  $-dQ/dt$  (Ecuación 2) en un gráfico de escala logarítmica.

$$Q = (Q_i + Q_{i-1})/2 \quad (1)$$

$$-\frac{dQ}{dt} = (Q_i - Q_{i-1})/\Delta t \quad (1)$$

De acuerdo a Shaw and Riha (2012), si los datos de recesión se ajustan a una envolvente inferior con pendiente entre 1 y  $3/2$  representa a un acuífero que ha estado drenando por mucho tiempo, por el contrario, una pendiente mayor a  $3/2$  un acuífero que ha estado drenando por un tiempo corto. Por lo tanto, se ajustaron envolventes inferiores con pendiente  $3/2$  y 3 a los datos. Adicionalmente, se procedió a agrupar la nube de puntos en *bins* o conjuntos (Kirchner, 2009), para obtener un comportamiento (pendiente *b*) promedio de almacenamiento-liberación de la cuenca. El valor de la pendiente *b* se determinó mediante el método de mínimos cuadrados.

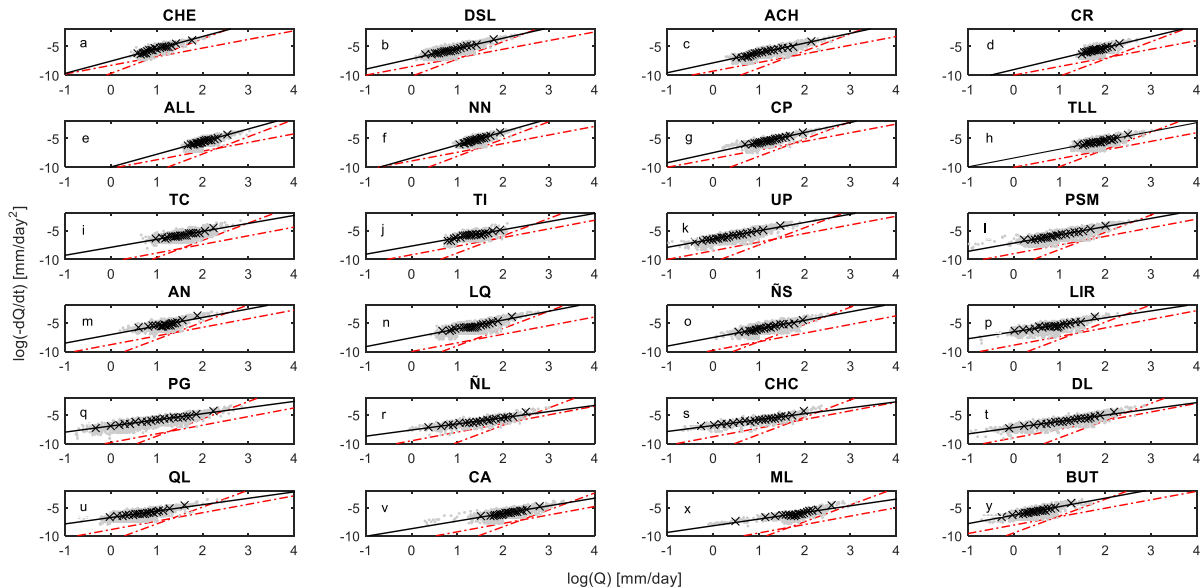


**Figura 1.** Ubicación cuencas de estudio. Cuencas ubicadas en la cordillera de los Andes (círculos azules), cuencas ubicadas en el Valle Central (triángulos rojos) y cuenca ubicadas en la Cordillera de la Costa (cuadrados verdes). Cuencas con mayor influencia fracturada (color rojo), cuencas con mayor influencia sedimentaria (color café), cuencas con geología mixta (color gris).

La Figura 2 presenta los resultados de los caudales de recesión. De acuerdo con la geología descrita por SERNAGEOMIN (2003), se observa que cuencas con mayor influencia de roca fracturada (cuencas de montaña) presentan un comportamiento de drenaje rápido del acuífero ( $b > 3/2$ ). Por el contrario, cuencas con características sedimentarias reflejan un mayor tiempo



de residencia en el acuífero, lo que se asocia a un drenaje lento con recargas de larga distancia ( $b \ll 3/2$ ). Cuencas con una mayor variedad de formaciones geológicas (geología mixta) presentan un comportamiento transitorio entre un drenaje lento a rápido ( $b \sim 3/2$ ).



**Figura 2.** Caudales de recesión para cada cuenca estudiada. Puntos grises indican los caudales de recesión. La línea discontinua roja establece la envolvente inferior asociada a un acuífero drenado a largo plazo (pendiente =  $3/2$ ) y a un acuífero que drena un tiempo corto (pendiente =  $3$ ), respectivamente. Adicionalmente se muestra regresión lineal a datos agrupados. Puntos “x” en negro representan datos agrupados (*bins*). La línea negra es la regresión lineal aplicada a los datos bins con el método de mínimos cuadrados.

Los resultados sugieren que con el análisis de caudales de recesión es posible identificar diferentes comportamientos de almacenamiento subterráneo asociados a diferentes características geológicas, por lo que proporcionan información valiosa que sirve para mejorar la estructura conceptual de almacenamiento de modelos hidrológicos, con el fin de mejorar la predicción de caudales mínimos para una mejor gestión de los recursos hídricos y servicios ecosistémicos.

### Agradecimientos

Los autores quieren agradecer el apoyo de Conicyt a través del proyecto Conicyt/Fondap/15130015.

### Referencias

Brutsaert, W. and Nieber, J.L., 1977. Regionalized drought flow hydrographs from a mature glaciated plateau. *Water Resources Research*, 13, 637–643.



Kirchner, J. W., 2009. Catchments as simple dynamical systems: Catchment characterization, rainfall-runoff modeling, and doing hydrology backward. *Water Resources Research.*, 45, W02429, doi:10.1029/2008WR006912

SERNAGEOMIN, 2003. Mapa Geológico de Chile: versión digital. Servicio Nacional de Geología y Minería. *Publicación Geológica Digital* 4.

Shaw, S.B. and Riha, S.J., 2012. Examining individual recession events instead of a data cloud: Using a modified interpretation of  $dQ/dt - Q$  streamflow recession in glaciated watersheds to better inform models of low flow. *Journal of Hydrology*, 434–435, 46–54, doi:10.1016/j.jhydrol.2012.02.034.