



CRHIAM
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA MINERÍA
ANID/FONDAP/15130015

POLICY
BRIEFS
CRHIAM

19

Sustentabilidad de las Aguas Subterráneas: implicancias para la seguridad hídrica



Rayén Rivera y José Luis Arumí

SUSTENTABILIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS: IMPLICANCIAS PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA

Por Rayén Rivera, colaboradora CRHIAM; y José Luis Arumí, investigador principal CRHIAM.

Versión impresa ISSN 2735-7929

Versión en línea ISSN 2735-7910

- ➔ Las aguas subterráneas - el agua almacenada bajo la superficie del suelo y en acuíferos de roca porosa y permeable - representan la fuente primaria de agua para más de dos mil millones de personas en el mundo.
- ➔ Más del 50% del agua de riego utilizada para cultivar los alimentos del mundo procede de fuentes subterráneas (Siebert *et al.*, 2010). Por lo tanto, asegurar la sostenibilidad de las aguas subterráneas es vital para la seguridad hídrica. Sin embargo, su gestión no recibe la suficiente atención en comparación con las aguas superficiales, más visibles en ríos, lagos y embalses (Famiglietti, 2014).
- ➔ Algunas de las consecuencias de la sobreexplotación de acuíferos son: el hundimiento de la superficie terrestre, la intrusión de agua de mar en acuíferos costeros, el deterioro de la calidad de las aguas subterráneas, el agotamiento de los pozos, y los daños ecológicos por deterioro de Ecosistemas Dependientes de Aguas Subterráneas, como manantiales, humedales y bofedales (Kløve *et al.*, 2014; Konikow & Kendy, 2005).
- ➔ La estimación de las tasas de recarga de aguas subterráneas es fundamental para definir un uso sustentable de las mismas, permitiendo el reequilibrio dinámico y estable de los niveles de los pozos, y manteniendo la calidad de las aguas subterráneas en escalas de tiempo humanas (Cuthbert *et al.*, 2022).
- ➔ Determinar el tiempo que requiere un acuífero para recargarse (es decir, la tasa de renovación) dada las condiciones climáticas de cada lugar, y considerando la interacción con las aguas superficiales es fundamental para evaluar la seguridad hídrica actual y ayudar a prever los cambios futuros (Bierkens & Wada, 2019; MacDonald *et al.*, 2021).

(IN)SUSTENTABILIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN CHILE

En Chile, la dependencia del agua subterránea para el consumo humano en las zonas urbanas alcanza un 55,6% del volumen total consumido y un 76% para el sector rural (SISS, 2021). Adicionalmente, las aguas subterráneas actúan como reserva estratégica clave en épocas de sequía, en particular durante fenómenos prolongados como la Mega Sequía, que afecta a Chile desde el 2010 (Garreaud *et al.*, 2019). El efecto combinado de la sequía duradera y las crecientes extracciones de agua, ha llevado al país a la sobreexplotación de aguas subterráneas, ocasionando un alarmante deterioro de los acuíferos (Taucare *et al.*, 2024).

La sobreasignación de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) subterráneas, y la consiguiente explotación intensiva de acuíferos, ha tenido lugar en un marco regulatorio socio-ambientalmente débil, lo que en muchos casos ha provocado problemas como el agotamiento de pozos y conflictos sociales relacionados con el agua (Donoso *et al.*, 2020). Según la investigación de Taucare *et al.* (2024), el agotamiento de los acuíferos en Chile central se debe principalmente a la sobreasignación de DAA subterráneas, más que al cambio climático y la Mega Sequía. Las extracciones de agua subterránea han superado la tasa de renovación de los sistemas acuíferos, lo que ha provocado una profundización persistente de los niveles de pozos desde finales de la década de 1980 (Figura 1).

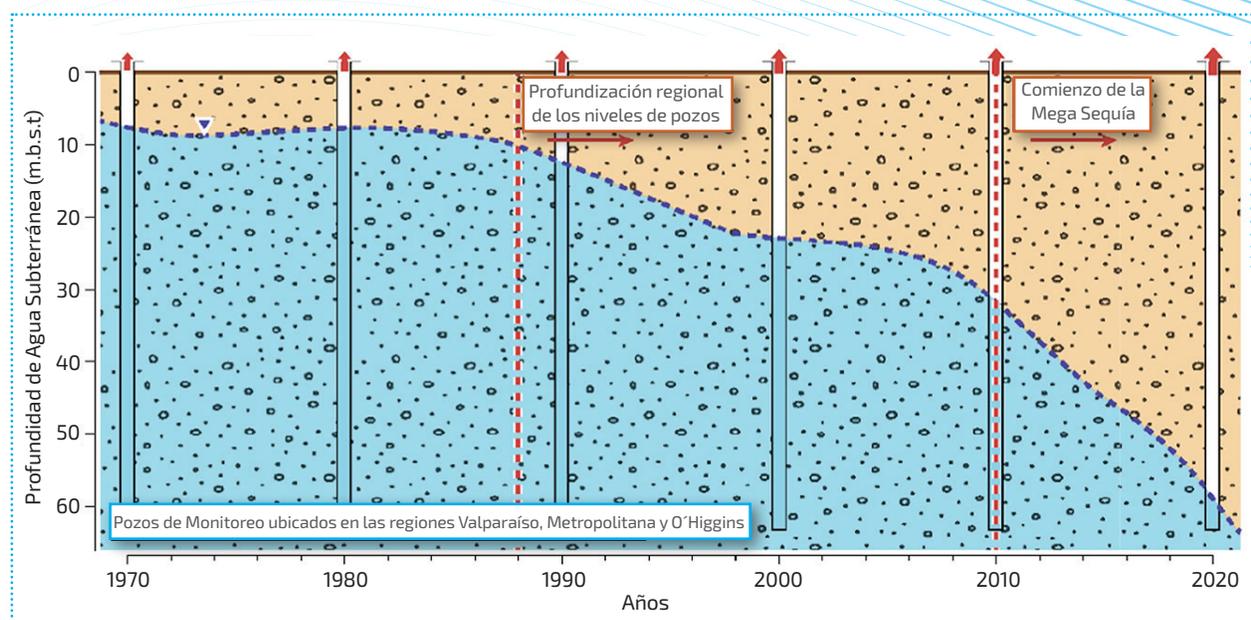


Figura 1.

Esquema del descenso progresivo de las profundidades del agua subterránea en 461 pozos de monitoreo de la DGA ubicados en Chile Central. Fuente: Taucare *et al.*, (2024).

Para garantizar el derecho humano al agua, y avanzar hacia el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (agua limpia y saneamiento), es necesario proteger las fuentes de agua que usa la población, no sólo en términos de la disponibilidad del recurso sino también en relación con su calidad. En este sentido, Delgado *et al.*, (2017) señalan que las normas sobre aguas subterráneas del Código de Aguas son insuficientes para proteger la calidad del acuífero como bien común, ya que se centran únicamente en los aspectos cuantitativos de la propiedad de los derechos de agua. Otros países, como España y Estados Unidos, establecen diferentes áreas alrededor de los pozos, con restricciones en cuanto a las actividades potencialmente contaminantes, en aras del interés público (Delgado *et al.*, 2020).

RECOMENDACIONES

- ➔ Establecer un marco regulatorio que garantice una gestión sostenible de las aguas subterráneas, basada en modelos hidrogeológicos con criterio científico, para asegurar el suministro de agua dulce frente a los crecientes retos que plantean la globalización y el cambio climático.
- ➔ Ajustar la asignación de DAA a los distintos contextos hidro-climáticos, como la actual Mega Sequía.
- ➔ Mejorar la estimación de la recarga de aguas subterráneas, integrando el aporte de los sistemas de montaña a los acuíferos aluviales del Valle Central, y considerando las variaciones estacionales y el retorno por riego.
- ➔ Incluir a las aguas subterráneas en la planificación territorial, estableciendo perímetros de protección de captaciones de agua subterránea para evitar la contaminación de las mismas.

- ➔ Monitorear eficazmente los acuíferos para evitar la sobreexplotación y la disminución de la calidad del agua.
- ➔ Establecer políticas de transparencia de datos y colaboración entre los usuarios y las distintas entidades de gobierno que velan por la gestión de los recursos hídricos.
- ➔ Mejorar la eficiencia del uso del agua, principalmente en la agricultura y en la industria.
- ➔ Educar y sensibilizar sobre la importancia del agua subterránea, y su relación con el cambio climático, el crecimiento demográfico y el cambio de uso de suelo para un futuro sostenible.

REFERENCIAS

Bierkens, M. F. P., & Wada, Y. (2019). Non-renewable groundwater use and groundwater depletion: a review. *Environmental Research Letters*, 14(6). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1a5f>

Cuthbert, M. O., Gleeson, T., Ferguson, G., Bierkens, M., & Taylor, R. (2022). Defining renewable groundwater use to improve groundwater management.

Delgado, V., Arumi, J. L., & Reicher, O. (2017). Lessons From Spanish and US Law for Adequate Regulation of Groundwater Protection Areas in Chile, Especially Drinking Water Deposits. *Water Resources Management*, 31(14), 4699-4713. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1761-z>

Delgado, V., Arumi, J. L., & Reicher, O. (2020). Sobre la necesidad de considerar áreas de protección de las aguas subterráneas para captaciones de agua potable. Serie Comunicacional CRHIAM N° 1. ISSN 0719-3009. Disponible online en: https://drive.google.com/file/d/10zLlcZLhW9lo4JZS-77ebcj16Lq_2KGI/view?usp=sharing

Donoso, G., Lictevoit, E., & Rinaudo, J.-D. (2020). Groundwater Management Lessons from Chile. In J.-D. Rinaudo, C. Holley, S. Barnett, & M. Montginoul (Eds.), *Sustainable Groundwater Management: A Comparative Analysis of French and Australian Policies and Implications to Other Countries* (pp. 481-509). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32766-8_25

Famiglietti, J. S. (2014). The global groundwater crisis. *Nature Climate Change*, 4(11), 945-948. <https://doi.org/10.1038/nclimate2425>

Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., & Veloso-Aguila, D. (2019). The Central Chile Mega Drought (2010-2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1), 421-439. <https://doi.org/10.1002/joc.6219>

Kløve, B., Ala-Aho, P., Bertrand, G., Gurdak, J. J., Kupfersberger, H., Kværner, J., Muotka, T., Mykrä, H., Preda, E., Rossi, P., Uvo, C. B., Velasco, E., & Pulido-Velazquez, M. (2014). Climate change impacts on groundwater and dependent ecosystems. *Journal of Hydrology*, 518, 250-266. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.06.037>

Konikow, L. F., & Kendy, E. (2005). Groundwater depletion: A global problem. *Hydrogeology Journal*, 13(1), 317-320. <https://doi.org/10.1007/s10040-004-0411-8>

MacDonald, A. M., Lark, R. M., Taylor, R. G., Abiye, T., Fallas, H. C., Favreau, G., Goni, I. B., Kebede, S., Scanlon, B., Sorensen, J. P. R., Tijani, M., Upton, K. A., & West, C. (2021). Mapping groundwater recharge in Africa from ground observations and implications for water security. *Environmental Research Letters*, 16(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd661>

Siebert, S., Burke, J., Faures, J. M., Frenken, K., Hoogeveen, J., Döll, P., & Portmann, F. T. (2010). Groundwater use for irrigation – a global inventory. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 14(10), 1863-1880. <https://doi.org/10.5194/hess-14-1863-2010>

Taucare, M., Viguier, B., Figueroa, R., & Daniele, L. (2024). The alarming state of Central Chile's groundwater resources: A paradigmatic case of a lasting overexploitation. *Science of the Total Environment*, 906, 167723. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167723>

SISS. (2021). Informe de Gestión del Sector Sanitario. Superintendencia de Servicios Sanitarios. Gobierno de Chile. Disponible en: https://www.siss.gob.cl/586/articles-19743_recurso_1.pdf

POLICY
BRIEFS
CRHIAM
19



Universidad de Concepción



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA



Universidad del Desarrollo
Universidad de Excelencia



📍 Victoria 1295, Concepción – Chile

☎ 41-2661570

✉ crhiam@udec.cl

@crhiam        crhiam.cl