Proceedings of the
Latin-American Geothermal Congress 2025
LGC 2025
San Salvador, El Salvador
22–26 Sept. 2025

Uso directo de la geotermia en Chile: mucho más que generación de electricidad

Diego Morata*[1], Linda Daniele[1], Matías Taucare[1], Juan Patricio Alarcón[1], Diego Aravena[2], Bárbara Bravo[1], Marcos Macchioli[1], Alfonso Mohor[1], Pablo Valdenegro[1], Sofía Vargas[3]

[1] Departamento de Geología y Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA). Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Plaza Ercilla 808, Santiago, Chile.

[2] Departamento de Geología y Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA). Universidad de Atacama. Copiapó, Chile. (E-mail: djaravena@gmail.com)

[3] Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA). Escuela de Medio Ambiente y Sustentabilidad, Universidad Mayor.

E-mail: dmorata@ing.uchile.cl

ABSTRACT:

El crecimiento orgánico y sostenido del uso de geotermia de baja temperatura en el mundo es notable. Esto se debe a la implementación a gran escala de sistemas con bomba de calor geotérmica (BCG) y a las políticas adoptadas por varios países con miras al desarrollo de calefacción distrital con geotermia. De hecho, hoy día se habla de *Aquifer Thermal Energy Storage* (ATES) como una solución energética importante para disminuir la dependencia de combustibles fósiles en los sistemas de calefacción urbana. Durante la última década, el Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA) ha desarrollado una serie de proyectos piloto en Chile, mostrando los beneficios del uso directo de la geotermia mediante BCG. Han sido experiencias con desafíos técnicos, económicos y sociales, pero el trabajo multidisciplinario de CEGA ha permitido que hoy día existan varias experiencias exitosas en todos los contextos climáticos de Chile, poniéndolo a la vanguardia en la región sudamericana. El siguiente paso es el análisis detallado de los principales acuíferos bajo zonas urbanas y evaluar su factibilidad de ser utilizados como ATES, reduciendo de este modo la dependencia de combustibles fósiles para climatizar espacios y mejorando la calidad del aire de nuestras ciudades y, por consiguiente, la salud de sus habitantes. Se ha avanzado mucho en esta última década, pero aún hay un largo camino por recorrer. Existen avances a partir de la creación de un marco regulatorio para la geotermia somera (< 400 m), pero aún resulta lejano

pensar en un sistema de calefacción distrital de núcleos urbanos mediante pozos geotérmicos profundos. No obstante, el conocimiento del comportamiento hidrogeológico de los diferentes acuíferos que puedan ser utilizados como ATES es, sin lugar a dudas, el primer paso necesario para un mejor y más intenso desarrollo del uso directo de la geotermia en Chile.

Keywords: ATES, beneficio social, calefacción distrital, Chile, uso directo, UTES.

1. Introducción

El uso directo de la geotermia ha experimentado un crecimiento mundial impresionante durante las últimas dos décadas. Así, si en el 1995 se reportaron 28 países en los que se implementaron proyectos de uso directo, en cinco años se duplicó a 58 el número de países con uso directo, 72 en el 2005, 78 en el 2010 y un total de 82 utilizaban el uso directo de la geotermia en el 2015 [1]. Tras el último congreso mundial de geotermia del 2023, según la *International Geothermal Association* (IGA) un total de 88 países en los cinco continentes utilizan de manera directa la geotermia, con una capacidad total instalada de 173.3 GW_T (https://worldgeothermal.org/geothermal-data) y siendo fundamentalmente la climatización de espacios la aplicación mayoritariamente implementada, con un total de 152.03 GW_T gracias al desarrollo masivo de las bombas de calor geotérmicas (BCG). En este sentido, en numerosos países se conoce la geotermia por sus beneficios del uso directo más que por sus beneficios en la generación de electricidad. Y esta singularidad tiene una justificación bien evidente: es más fácil apreciar los beneficios de una buena climatización de espacios que identificar el origen de la fuente energética para encender la luz de nuestros hogares. Hay claramente un componente social relevante en el uso directo de la geotermia, y ello debe ser considerado a la hora de implementar políticas públicas para promocionar y desarrollar nuevos proyectos de uso directo.

Chile no ha sido ajeno a este desarrollo expansivo del uso directo de la geotermia. No obstante, aún estamos como país muy lejos de poder afirmar que esta fuente energía térmica está ampliamente instalada en el país y es parte de las políticas públicas del estado chileno. Durante la última década, el Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA) ha implementado una serie de proyectos piloto en diferentes regiones del país. Son experiencias a pequeña escala, donde el apoyo y financiamiento en la mayoría de los casos ha surgido desde los gobiernos regionales, pero que han permitido demostrar que es posible un desarrollo sustentable del uso directo en el país.

2. Desarrollo del uso directo en Chile

Tradicionalmente el uso directo de la geotermia en Chile (como en gran parte de los países andinos) está relacionada a la balneología. Sin embargo, y gracias al financiamiento fundamentalmente proveniente deG fondos públicos regionales concursables, desde el CEGA se han podido implementar diferentes proyectos piloto del uso de la BCG en invernaderos geotérmicos, calefacción en salas de clases o en centros de salud regionales (Figura 1), que han permitido difundir los beneficios de la geotermia a las comunidades. Igualmente hemos conseguido implementar proyectos de uso directo en lugares donde las brechas de acceso impiden el uso de cualquier otra clase de calefacción, como en el caso del internado del Liceo de Putre, en el norte del país o el del centro de salud de Illahuapi (sur del país), donde la BCG reemplazó al sistema de calefacción mediante gas, el que llegaba por vía terrestre únicamente cuando las condiciones viales lo permitieran. Se creó igualmente una guía práctica de uso de la geotermia somera para climatización de espacios, disponible en [2].

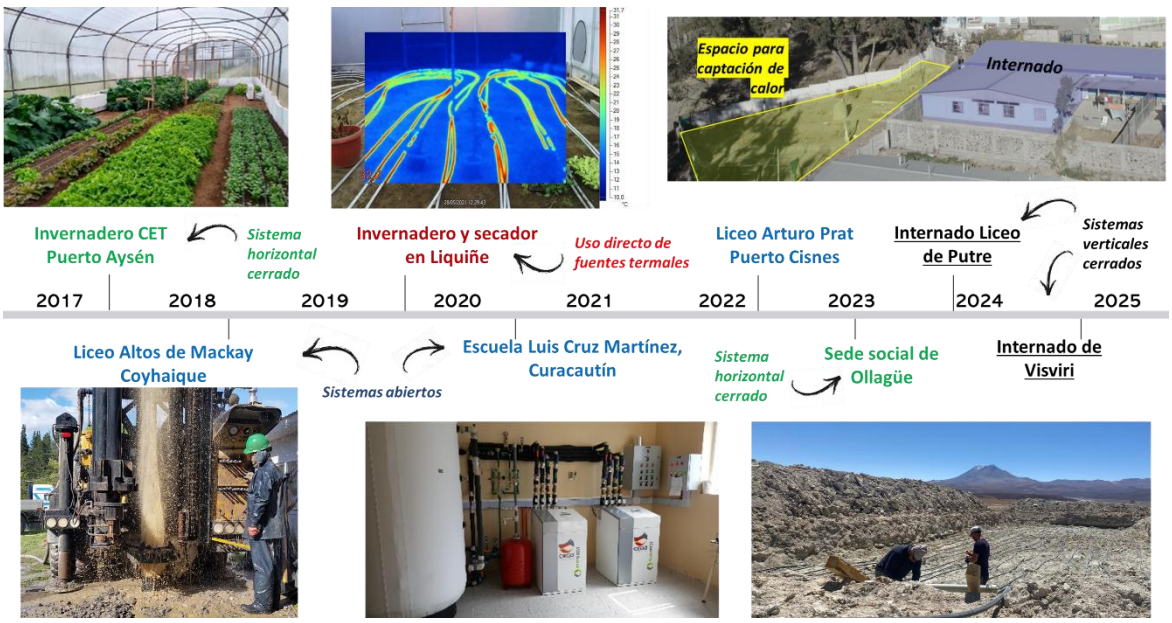

Figura 1. Línea de tiempo de algunos de los proyectos de uso directo de la geotermia implementados por el CEGA a lo largo del país, diferenciando los distintos tipos de colectores geotérmicos implementados.

Se han implementado proyectos de mayor envergadura patrocinados por el Ministerio de Energía, tales como los hospitales públicos de Rancagua y Talca o el Mercado Urbano Tobalaba [3] de Santiago. Y en octubre del 2024, el Gobierno de Chile promulgó la Ley N° 21.711, que perfecciona la Ley N° 19.657 sobre Concesiones de Energía Geotérmica, buscando facilitar el desarrollo de

los usos de la energía geotérmica somera (< 400 m y < 90°C), excluyéndolos del régimen de concesiones geotérmicas que imponía la Ley 19.657 [4].

3. Nuevas oportunidades y desafíos: *ATES* y *UTES*

Es claro que el uso directo de la geotermia genera un impacto directo en la sociedad y comunidades, por lo que debiese ser prioritario un mayor y mejor apoyo de los organismos estatales de nuestros países de Latinoamérica. El beneficio se ve y, en consecuencia, es de fácil asimilación por parte de la sociedad.

En el caso de Chile ya se ha probado y comprobado que las BCG funcionan y pueden ser aplicadas a diferentes rubros y bajo diversas y contrastadas condiciones climáticas. En este sentido, postulamos que ahora en Chile, y en específico, desde las realidades locales y regionales, se debería apostar por proyectos de calefacción distrital con geotermia. Casi todas las ciudades del centro-sur del país sufren de problemas de mala calidad del aire durante los meses de invierno, dado el uso masivo de leña como medio fundamental para calefacción. Dicho uso, en conjunto con la mala eficiencia energética de las edificaciones, ha otorgado altos niveles de pobreza energética en Chile, tal como ha sido reportado en los últimos años [5]. En este sentido, aparece la oportunidad de aprovechar los acuíferos y el subsuelo de los núcleos urbanos como fuente de energía geotérmica. Es lo que se conoce como *Aquifer Thermal Energy Storage* (ATES) y *Underground Thermal Energy Storage* (UTES). Se ha demostrado en grandes ciudades europeas que el ATES y UTES permiten independencia energética para climatización y mejoran la calidad del aire de esas urbes [6][7]. Debiese ser, por lo tanto, un compromiso del estado chileno el explorar estas opciones para reducir (o, incluso, mitigar) la contaminación atmosférica de nuestras ciudades, mejorando la calidad de vida de los millones de personas que cada invierno deben respirar un aire poco saludable. Estos esfuerzos deben confluir en políticas públicas que garanticen una transición energética en forma equitativa en la dimensión socioeconómica. Se trata de inversiones mayores que las relacionadas con los proyectos de BCG implementados por nuestro centro. Pero son las soluciones que, con un acercamiento sustentable, pueden transformarse en opciones definitivas que nuestra sociedad necesita. Aún queda mucho por hacer. Y, sin lugar a dudas, el trabajo multi-, inter- y transdisciplinario que incorpore a distintos actores e instituciones de la sociedad, junto a efectivas campañas de difusión y formación en esta tecnología, permitirán en un futuro (esperemos no muy lejano) mostrar un mayor desarrollo del uso directo de la geotermia en nuestros países.

Agradecimientos. Este trabajo es una contribución al Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA) y al Proyecto Anillo "*The Water-Energy-Food Nexus for Urban areas in Central Chile (WEF-Chile)"* ATE220029.

Referencias:

[1] Lund, J.W., Toth, A.N.: Direct utilization of geothermal energy 2020 worldwide review. Geothermics, 2021, Vol. 90, https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2020.101915
[2] https://tantaku.cl/wp-content/uploads/2022/11/Guia-practica-uso-de-geotermia-somera-para-climatizacion-1.pdf
[3] https://www.youtube.com/watch?v=ePglpKAMkok
[4] https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1207908
[5] Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Calvo, R., Labraña, J., Oyarzún, T., & Valencia, F. (2019). Quality as a hidden dimension of energy poverty in middle-development countries. Literature review and case study from Chile. *Energy and Buildings*, *204*, 109463.
[6] Holstenkamp, L., Meisel, M., Neidig, P., Opel, O., Steffahn, J., Strodel, N., ... & Növig, T. (2017). Interdisciplinary review of medium-deep aquifer thermal energy storage in North Germany. Energy Procedia, 135, 327-336.
[7] Fleuchaus, P., Schüppler, S., Godschalk, B., Bakema, G., & Blum, P. (2020). Performance analysis of aquifer thermal energy storage (ATES). Renewable Energy, 146, 1536-1548.