



# GEOTERMIA

## ENERGÍA DE LA TIERRA

Material de difusión para comunidades indígenas





**Fondap**  
Fondo de Financiamiento de Centros de  
Investigación en Áreas Prioritarias



Este material es producto del “Convenio específico de colaboración para el desarrollo de iniciativas de difusión en geotermia para líderes indígenas” entre el Ministerio de Energía y la Universidad de Chile a través de su Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA).

Así también, este documento de difusión responde a las acciones formuladas en el lineamiento 4 del Capítulo Indígena de la Política Energética 2050, denominado: Educación y Cultura Energética para las comunidades indígenas.

Para la elaboración del contenido de este material de difusión participó la Unidad de Geotermia de la División de Energía Renovable y la Unidad de Consulta y Participación Indígena de la División de Participación y Diálogo Social, ambos del Ministerio de Energía y el Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA).

<http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/capitulo-de-pertinencia-indigena-de-la-politica-energetica-nacional.pdf>

# ÍNDICE



¿Qué es la geotermia?	4
Relación ancestral con el calor de la Tierra	6
¿Qué usos puede tener la geotermia?	10
Ventajas de la energía geotérmica	12
Reservorio geotermal	14
Generación de electricidad con geotermia	16
Dudas más comunes sobre la geotermia para generación de electricidad	18
Usos directos de la energía geotérmica	21
Tipos de sistemas geotermiales con bombas de calor	22

# ¿Qué es la geotermia?

El interior de la Tierra es casi tan caliente como la superficie del sol.  
Este calor interno de la Tierra tiene mucha energía: la geotermia.

Este calor de la Tierra se manifiesta en superficie de diferentes maneras: volcanes, termas y geiseres, entre otros.



De norte a sur, el territorio cuenta con diversas manifestaciones del calor de la Tierra.



# Relación ancestral con el calor de la Tierra

Los habitantes de este territorio han mantenido múltiples interacciones con la geotermia a través de la historia, desde vinculaciones mitológicas y ceremoniales hasta aprovechamiento recreativo y económico del calor de la Tierra.



La geotermia ha marcado a la naturaleza y sus paisajes, a pueblos y culturas en todos los tiempos.

A continuación compartimos algunos extractos del libro **“La Tierra de Fuego”** (2014)<sup>1</sup>, donde se recopilan algunas zonas geotermales, describiendo su proceso de formación geológica y la forma en que históricamente distintas comunidades se vincularon a estas zonas.

#### EXTRACTOS DEL LIBRO LA TIERRA DE FUEGO

## Termas de Cocha

REGIÓN DE TARAPACÁ



El agua tibia que brota de acá convocó muchos viajeros: formó parte del Camino del Inca, atrajo la expedición de Diego de Almagro (1536), y progresivamente esta tierra fue creciendo y cambiando en torno a estas aguas que vuelven fértil al desierto. Las vertientes de Pica, conocidas como cochas, además de servir para regadío, se convirtieron en fuente recreativa para los lugareños, aprovechándolas para el aseo personal en horario vespertino y nocturno, mientras durante el día las lavanderas las usaban para trabajar. Hoy, estas termas se explotan de forma turística por la municipalidad de Pica.

<sup>1</sup> Revisa la versión digital del libro en: [https://issuu.com/cega\\_uchile/docs/latierradefuego](https://issuu.com/cega_uchile/docs/latierradefuego)

Tierra de Fuego es parte de la colección de Bibliometro y de las bibliotecas escolares CRA del Ministerio de Educación del país.



## Rapa Nui

REGIÓN DE VALPARAÍSO



Año tras año, piedra contra piedra; los escultores de *moais* fueron modificando el borde del cráter Rano Raraku, que durante unos 400 años sirvió de cantera para extraer la roca desde donde se tallaron las estatuas de la isla. Los *moais* representan antepasados y son capaces de proyectar su fuerza espiritual sobre sus descendientes. Unos 1000 *moais* fueron modelados en Rano Raraku en toba volcánica, roca porosa y moldeable que se forma por acumulación de cenizas. El esculpido se realizaba con herramientas de otras rocas más duras, basalto y obsidiana, también volcánicas.

## Volcán Villarrica

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA



Para el pueblo mapuche, los volcanes son hogar de pillanes, espíritus que encarnan almas de grandes antepasados y que tienen control de los arranques de la naturaleza. El volcán que aparece en los mapas como “Villarrica” lleva por nombre ancestral “Rucapillán”, casa del espíritu, vinculando directamente a este volcán con la morada de estos seres. Si bien el poder del Pillán suele asociarse a desastres naturales, su fuerza también se manifiesta benévolamente. Una muestra de su generosidad se encuentra en la historia que cuenta cómo un Pillán ayudó a unos hermanos a superar las pruebas que un brujo les puso como requisito para casarse con sus hijas, prestándoles un hacha y un lazo con poderes extraordinarios para burlar al tramposo hechicero.



# ¿Qué usos puede tener la geotermia?

El calor de la Tierra puede ser utilizado para cualquier tipo de proceso que requiera calor. La geotermia tiene distintos usos de acuerdo a la temperatura disponible. Hoy, gracias a las nuevas tecnologías, podemos aprovechar este calor como una alternativa energética local, limpia e inagotable que puede ayudarnos a descontaminar el medio ambiente y mejorar nuestra calidad de vida.

La geotermia, es decir, el calor de la Tierra, puede ser aprovechada para:

1. Generación de electricidad.
2. Usar el calor de forma directa. Sus usos más comunes son climatización de ambientes, invernaderos o en procesos industriales como procesamiento de alimentos.



## Usos de la energía geotérmica a diferentes temperaturas

La geotermia puede aprovecharse para generar electricidad y para climatizar casas (calor y frío), edificios, barrios completos, y usar esta energía para casi cualquier proceso productivo que necesite de calor.



# Ventajas de la energía geotérmica

La geotermia es una energía **natural, limpia, renovable y puede aprovecharse todo el año** porque no depende del clima. En Chile podemos utilizar el calor propio de la Tierra, asociado a la naturaleza volcánica presente en la cordillera de Los Andes.

## ¿Cómo se estudia la geotermia para su aprovechamiento?

Si bien sabemos que los recursos geotérmicos son abundantes en Chile, al estar bajo la tierra no son siempre visibles. **¿Dónde están exactamente, cómo surgieron, de qué tamaño son?** Para responder estas preguntas es necesario conocer y estudiar cada zona donde se cree está disponible el recurso ya sea para uso directo o para generar electricidad.

La geotermia se estudia a través de:

- a. Estudios geológicos** para conocer mejor la ubicación del recurso, su origen, estructuras, tipo de rocas en la zona, historial volcánico, entre otros.
- b. Estudios geoquímicos** para conocer el origen, temperatura y composición de fluidos, gases subterráneos y en superficie cuando corresponda, entre otros.
- c. Estudios geofísicos**, subterráneo y superficial, para conocer la forma y el tamaño del lugar donde está almacenado el calor que se podría aprovechar.
- d. Estudios hidrogeológicos** para conocer las características y cómo se moviliza el agua subterránea.

\* Para más información sobre estudios de geotermia dirigirse a la página del Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA) [www.cega.ing.uchile.cl](http://www.cega.ing.uchile.cl)



12



13

# Reservorio Geotermal

Los reservorios geotermales son los lugares en el subsuelo donde se concentra la energía geotérmica.



Los reservorios geotermales se componen de cuatro elementos:

- 1 Fuente de calor** subterránea, que en Chile generalmente se asocia a la presencia de volcanes.
- 2 Un reservorio geotermal**, que es una zona de roca fracturada y/o permeable que se calienta con la fuente de calor y permite que el fluido geotermal circule a través de él adquiriendo el calor.
- 3 El fluido de agua**, proviene de aguas lluvia, ríos o fiordos, circula dentro del sistema geotérmico y es el medio que transporta el calor.
- 4 Una capa sello de roca** sólida e impermeable, que al igual que la tapa de una olla, mantiene el fluido atrapada y siempre caliente.

# Generación de electricidad con geotermia

Para generar electricidad con el calor de la tierra es necesario contar con instalaciones que se denominan centrales o plantas geotérmicas, como por ejemplo:

## Planta Flash

Este tipo de planta se usa generalmente cuando existe un recurso geotérmico de al menos 150°C. Las plantas cuentan con un solo fluido que se extrae desde el reservorio por medio de pozos, que varían en profundidades desde uno a cinco kilómetros. A medida que el fluido asciende éste se separa en una fase líquida y una gaseosa. Posteriormente, la fuerza del vapor moviliza la turbina, la que permite la generación de electricidad.



## Planta Binaria

Este tipo de planta se puede emplear para generar electricidad cuando se tiene un recurso geotérmico inferior a 150° C.

Se denomina binaria porque este tipo de planta utiliza dos tipos de fluidos. Además del fluido del reservorio se usa un “fluido de trabajo”, llamado así por ser el encargado de mover la turbina.

Este fluido se calienta gracias al fluido del reservorio y luego se transforma en vapor para ser conducido a una turbina y generar electricidad, mientras que el fluido del reservorio se reintegra de forma íntegra.



Cerro Pabellón, Región de Antofagasta (48 MW).

# Dudas más comunes sobre la geotermia para generación de electricidad

Por ser una fuente de energía poco desarrollada en Chile, y que además está contenida bajo la tierra, la geotermia genera varias interrogantes que son importantes de despejar.

## ¿La geotermia consume agua subterránea para generar electricidad?

La geotermia para generación de electricidad no usa agua dulce ni aguas subterráneas de consumo humano, animal o vegetal para producir energía. El fluido que usa la geotermia para producir energía se devuelve al reservorio para mantener la presión, equilibrio y sustentabilidad de la planta.

Una vez que el fluido se devuelve al reservorio se calienta nuevamente con la temperatura interna de la Tierra y se puede utilizar una y otra vez para producir electricidad.

El consumo de agua asociado a la geotermia tiene que ver con el consumo utilizado en la perforación de pozos, construcción de la planta, y mantenimiento, que pueden ser similares al de cualquier construcción de este tamaño (1 hectárea aproximadamente).

## ¿Qué emisiones genera una planta de geotermia?

La emisión de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) de las plantas geotérmicas es casi cero, ubicándola entre los sistemas de producción de energía más limpios que existen. El vapor que sube desde el subsuelo en una planta geotérmica puede llevar algunos gases tóxicos, como el anhídrido sulfídrico ( $\text{SO}_2$ ), pero en la mayoría de las plantas estos gases se condensan y se reinyectan en el suelo, produciendo un efecto muy poco significativo en el ambiente.



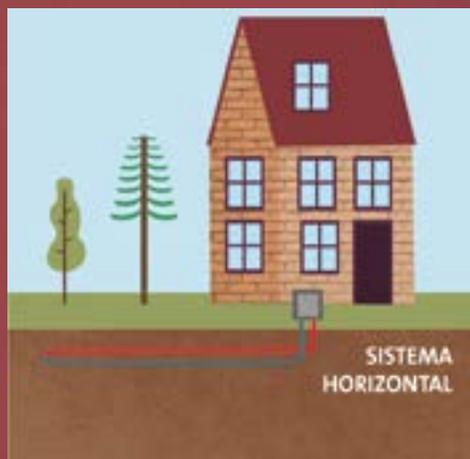
# Tipos de sistemas geotermales con bombas de calor

Existen distintos tipos de sistemas de calefacción geotermal de acuerdo a la forma como se instalan las tuberías o serpentines que van bajo el suelo. Elegir el más adecuado para cada usuario dependerá del clima, las condiciones del suelo y las características del terreno disponible.

## Sistemas Cerrados

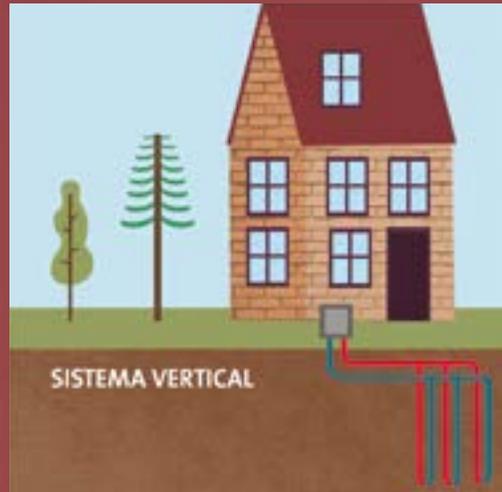
Como indica su nombre, en todos estos sistemas, las tuberías son un circuito cerrado por donde circula un fluido que circula exclusivamente dentro de las cañerías y nunca tiene contacto con el exterior. Por su naturaleza técnica, esta instalación no requiere de permisos especiales.

**Horizontal:** resulta conveniente cuando hay suficiente espacio disponible para la instalación. Se recomienda para construcciones residenciales, preferentemente nuevas, donde generalmente la intervención del terreno es menos compleja.



Un ejemplo de este sistema es el proyecto "Invernadero geotermal para la reinserción social en Aysén", ganador del Fondo de Acceso a la Energía 2016 y adjudicado por el CEGA, consiste en la implementación de un sistema de climatización con bomba de calor geotérmica para un invernadero ya construido en el Centro de Educación y Trabajo (CET) Valle Verde, Puerto Aysén. Actualmente se cultivan, gracias a este sistema, hortalizas durante el invierno.

**Vertical:** generalmente usada para instalaciones con terrenos acotados, o donde se necesite minimizar la intervención en la tierra. Requieren perforaciones más profundas, lo que genera un mayor costo de instalación.



**Con cuerpo de agua:** si el sitio tiene a disposición un cuerpo de agua (lago, poza), se puede reemplazar el uso del suelo, por el agua, pues de cumplir con el necesario volumen, profundidad y calidad, puede generar condiciones similares las del suelo. Es una de las alternativas más económicas, al no requerir perforaciones.



## Sistemas Abiertos

Este sistema usa directamente el agua subterránea para extraer el calor de la tierra. Esta misma agua es la que circula a través del sistema y la bomba de calor, saliendo y entrando por las tuberías sin consumirla, por lo tanto, pueden funcionar con derechos de agua no consultivos.



Este es el sistema utilizado por la Escuela Voipir de Ñancul en la comuna de Villarrica. El sistema está compuesto por 2 bombas de calor geotérmicas que permiten aumentar la temperatura extraída del subsuelo, y mantener el interior del edificio entre los 20 y 22°C.

Antes de la geotermia, la escuela usaba leña para calefaccionar sus espacios.

# Más información

## Ministerio de Energía

[www.energia.gob.cl](http://www.energia.gob.cl)

[www.energia.gob.cl/ruta](http://www.energia.gob.cl/ruta)

[www.energia.gob.cl/energias-renovables](http://www.energia.gob.cl/energias-renovables)

[www.minenergia.cl/autoconsumo/?page\\_id=922](http://www.minenergia.cl/autoconsumo/?page_id=922)

## Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes

[www.cega.ing.uchile.cl](http://www.cega.ing.uchile.cl)

## Servicio Nacional de Geología y Minería

[www.sernageomin.cl](http://www.sernageomin.cl)

## Asociación Chilena de Energía Geotérmica A.G.

[www.achegeo.cl](http://www.achegeo.cl)

## Banco Mundial

[www.bancomundial.org](http://www.bancomundial.org)

## Comisión Nacional de Energía

<http://energiaabierta.cl>



**Volcán Osorno**  
**REGIÓN DE LOS LAGOS**

[www.cega.ing.uchile.cl](http://www.cega.ing.uchile.cl)



CEGA\_uchile



CEGAgeotermia



cegageotermia

# GEOTERMIA

## ENERGÍA DE LA TIERRA

Material de difusión para comunidades indígenas



**Fondap**  
Fondo de Financiamiento de Centros de  
Investigación en Áreas Prioritarias

