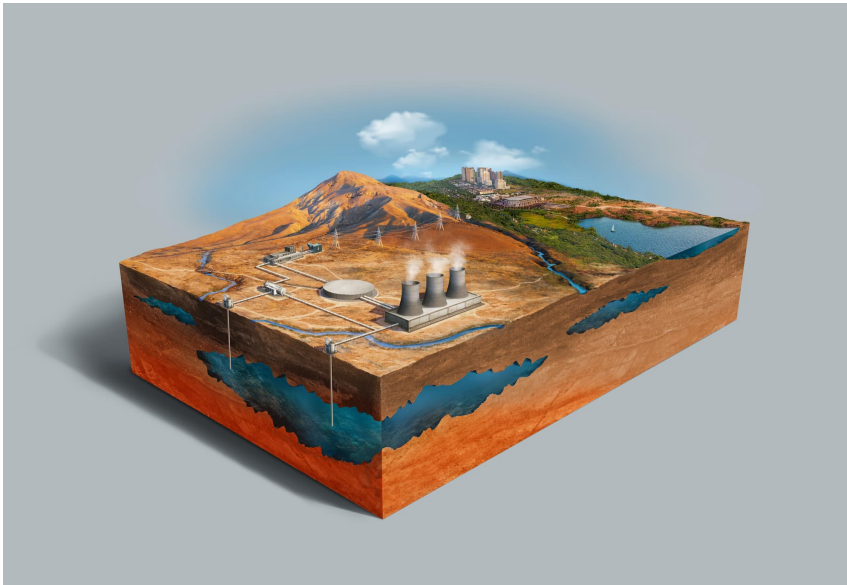


¿Qué es la Energía Geotérmica? Aplicaciones y Futuro

- La energía geotérmica ofrece suministro eléctrico constante 24/7. Descubre cómo aprovechar el calor terrestre mediante yacimientos de alta, media y baja entalpía.



<https://www.ambientum.com/ambientum/energia/que-es-la-energia-geotermica-aplicaciones-y-futuro.asp>

Ambientum Portal Ambiental

Miércoles, 21 enero 2026

La energía geotérmica se posiciona como un pilar estratégico en la transición hacia un modelo energético sostenible al aprovechar el calor natural del subsuelo terrestre. Este recurso, derivado de la desintegración mineral y el calor residual del planeta, se manifiesta de forma heterogénea a nivel global. Su potencial depende de una distribución desigual que exige un análisis técnico profundo sobre sus diversos tipos y yacimientos. Comprender estos fundamentos resulta indispensable para los expertos, quienes ven en la geotermia una solución clave para garantizar un suministro de energía constante, limpio y capaz de reducir la huella de carbono mundial.

Contenido del artículo

Toggle

- Fundamentos de la Energía Geotérmica
- Tipos de Energía Geotérmica
- Distribución Global de la Energía Geotérmica
- Cómo Funciona la Energía Geotérmica: Sistemas y Componentes Clave
- Aplicaciones Prácticas de la Energía Geotérmica: Desde Calefacción hasta Electricidad
- Inversión en Energía Geotérmica: Análisis de Costos, Retorno e Incentivos
 - Costos de Desarrollo e Instalación
 - Retorno de la Inversión y Modelos de Financiación
 - Incentivos Gubernamentales y Políticas de Apoyo
- Desafíos y Oportunidades en el Desarrollo de Proyectos Geotérmicos Sostenibles

- Desafíos principales
- Oportunidades
- El Futuro de la Energía Geotérmica: Tendencias Tecnológicas y Potencial de Crecimiento

Fundamentos de la Energía Geotérmica

La geotermia se apoya en el **gradiente geotérmico**, es decir, el aumento de temperatura con la profundidad. Este gradiente varía según la zona, y se menciona que puede rondar **25–30 °C por kilómetro**. En regiones con calor cercano a la superficie se aprovecha de forma más directa; en otras, hay que perforar a mayor profundidad para alcanzar temperaturas útiles. El **fluido geotérmico** puede ir desde **~ 100 °C** hasta **vapor** por encima de **370 °C**. El calor suele almacenarse en **reservorios subterráneos** de rocas porosas y permeables, a menudo saturadas de agua.

Tipos de Energía Geotérmica

Se clasifica por temperatura del recurso y uso:

- **Energía geotérmica de alta entalpía** (>150 °C): principalmente para **generación de electricidad** con **plantas de vapor** (vapor → turbinas → generadores). Es típica de zonas volcánicamente activas.
- **Energía geotérmica de media entalpía** (50–150 °C): sobre todo **calefacción directa** (invernaderos, acuicultura, calefacción urbana) y también electricidad mediante **ciclos binarios** (fluido secundario con menor punto de ebullición para mover la turbina).
- **Energía geotérmica de baja entalpía** (<50 °C): **calefacción y refrigeración** de edificios y procesos (bombas de calor geotérmicas), aprovechando la temperatura relativamente estable del subsuelo.

Distribución Global de la Energía Geotérmica

No es uniforme: se concentra en regiones con **actividad volcánica** o **fallas tectónicas activas**.

- **Región del Pacífico (Cinturón de Fuego)**: gran concentración de recursos; se citan **Indonesia, Japón, Nueva Zelanda, Filipinas y Estados Unidos** (especialmente la costa oeste, con **California** como principal productor).
- **Región del Atlántico**: **Islandia** destaca por calefacción y electricidad; también se menciona actividad en partes de Europa como **Italia, Grecia y España**.
- **Otras regiones**: se citan **Etiopía, Pakistán y China** como áreas con potencial, aún en fases más tempranas; en América Latina se menciona exploración en **México y Colombia**.

La disponibilidad y el potencial dependen de factores geológicos y económicos; la **I+D** y las **políticas de apoyo** son determinantes para desbloquear el recurso.

Cómo Funciona la Energía Geotérmica: Sistemas y Componentes Clave

La geotermia extrae calor del subsuelo y lo utiliza según la profundidad, la temperatura y la geología local. Se describen tres familias principales de sistemas:

- **Sistemas geotérmicos de alta entalpía:** reservorios de agua/vapor $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se usan para **electricidad en centrales geotérmicas:** vapor de alta presión $\rightarrow$ turbinas $\rightarrow$ generadores; después se condensa y se devuelve al reservorio, cerrando el ciclo. Se destaca la necesidad de evaluación geológica para la sostenibilidad del reservorio (ejemplo: **Valle de Taupo, Nueva Zelanda**).
- **Sistemas geotérmicos de media entalpía:** agua caliente $50\text{--}150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Muy versátiles: **calefacción directa, acuicultura, invernaderos** y, en menor medida, electricidad.
- **Sistemas geotérmicos de baja entalpía:** $<50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Muy eficientes para **climatización con bombas de calor geotérmicas** (captan calor del suelo en invierno y lo ceden en verano). Se menciona un estudio de la **IEA (2023)** que estima que estas bombas podrían reducir emisiones en el sector edificios hasta en un **30%**.

Componentes clave (según el sistema) incluyen:

- **Pozos geotérmicos** (acceso al recurso, con distintas profundidades).
- **Plantas de bombeo** (extracción y recirculación/reinyección).
- **Turbinas** (alta entalpía).
- **Generadores** (producción eléctrica).
- **Sistemas de distribución** (calefacción directa/climatización).
- **Bombas de calor geotérmicas** (baja entalpía).

Se insiste en la **planificación** y la **evaluación** por costes y riesgos geológicos. La **reinyección** del agua enfriada es una práctica habitual para mantener presión del reservorio y evitar subsidencias.

Aplicaciones Prácticas de la Energía Geotérmica: Desde Calefacción hasta Electricidad

La geotermia destaca por su **versatilidad** y por aportar energía útil en múltiples sectores:

- **Calefacción y refrigeración:** uso directo del subsuelo para climatización mediante circuitos enterrados e intercambiadores de calor. Se indica que, según la **IEA**, las bombas de calor geotérmicas pueden reducir el consumo de energía para calefacción hasta en un **70%**.
- **Generación de electricidad:** centrales que usan vapor/agua caliente para mover turbinas, sin combustibles fósiles. Se resalta que es una fuente **constante 24/7**, a diferencia de renovables intermitentes como solar o eólica.
- **Aplicaciones industriales:** secado de cultivos, pasteurización, desincrustación en refinerías, procesos en invernaderos, etc., con mejora de eficiencia y reducción de costes operativos.
- **Calefacción de piscinas y acuicultura:** mantener temperatura estable y continua para piscinas y piscifactorías, favoreciendo una producción más eficiente.

Se apunta que el futuro se apoya en avances de perforación (como perforación dirigida) y en la combinación con otras renovables. Se menciona que, según la **GPE**, el potencial geotérmico mundial aún no está totalmente explorado.

Inversión en Energía Geotérmica: Análisis de Costos, Retorno e Incentivos

La inversión geotérmica crece por la necesidad de diversificar fuentes y reducir dependencia fósil. El análisis económico se centra en costes iniciales, retorno e incentivos.

Costos de Desarrollo e Instalación

El coste inicial varía por ubicación, profundidad, tecnología y escala. La **exploración** (estudios geológicos y perforación de prueba) es una parte importante. La perforación se encarece con roca dura o grandes profundidades. En construcción de planta, influyen los tipos:

- **Vapor seco** (más eficiente, requiere alta temperatura).
- **Vapor flash** (muy común, para temperaturas moderadas).
- **Binaria** (para recursos de menor temperatura, con fluido secundario).

Se cita un rango orientativo de **LCOE** según **IRENA** de **100–200 \$/MWh** (dependiendo de condiciones). Aunque la inversión inicial es alta, los **costes operativos** suelen ser bajos porque el “combustible” es el calor disponible de forma continua.

Retorno de la Inversión y Modelos de Financiación

El retorno procede de venta de **electricidad** o **calor**, además de incentivos. Se menciona una vida útil típica de **30–50 años o más**, lo que permite amortización a largo plazo. Modelos:

- **Financiación pública** (subvenciones, créditos blandos, garantías).
- **Financiación privada** (capital riesgo, fondos renovables, bonos).
- **APP** (asociaciones público-privadas).

La viabilidad depende de eficiencia de la planta, estabilidad del reservorio, precio de la energía y marco regulatorio.

Incentivos Gubernamentales y Políticas de Apoyo

Se destacan medidas habituales:

- **Créditos fiscales**.
- **Subsidios**.
- **Feed-in tariffs** (precio garantizado).
- Permisos/licencias simplificados.
- Apoyo a **I+D**.

Se citan como referencias de desarrollo **Islandia, Nueva Zelanda y Filipinas**, apoyados por políticas sostenidas.

Desafíos y Oportunidades en el Desarrollo de Proyectos Geotérmicos Sostenibles

El despliegue sostenible combina ventajas claras con obstáculos técnicos, económicos y ambientales.

Desafíos principales

- **Alta inversión inicial** en exploración y perforación, con incertidumbre sobre el recurso. Se cita que, según la AIE/IEA, el coste inicial puede oscilar entre **2 y 5 millones de dólares por kilómetro de pozo**.
- **Complejidad técnica** de perforar a grandes profundidades (a menudo >2 km) y en condiciones geológicas variables.
- **Gestión sostenible del reservorio**: extracción continuada puede bajar la presión; la **reinyección** es clave, con planificación y monitorización para evitar impactos como contaminación de acuíferos.

Oportunidades

- Fuente renovable **constante** y apta para **carga base**.
- **Bajas emisiones** frente a fósiles.
- Expansión mediante **Sistemas Geotérmicos Mejorados (EGS)**, que permiten aprovechar zonas de baja permeabilidad mediante fracturación para crear canales de circulación.
- Integración con **almacenamiento** y **cogeneración (CHP)**, además de mejoras en modelización y simulación de reservorios.

Se destaca la importancia de colaboración gobierno–industria–academia, redes de distribución y políticas de apoyo para acelerar el crecimiento.

El Futuro de la Energía Geotérmica: Tendencias Tecnológicas y Potencial de Crecimiento

La geotermia se revitaliza por innovación y por la urgencia de descarbonizar. Tendencias destacadas:

- **EGS**: acceso a rocas calientes y secas a mayor profundidad, creando permeabilidad artificial. Se mencionan pilotos en **Dinamarca y Estados Unidos**, con foco en perforación más precisa y optimización de fracturación para escalar.
- **Geotermia profunda**: mayor temperatura → potencial de mayor eficiencia eléctrica. Requiere materiales resistentes a altas temperaturas y mejoras en **ciclos binarios**.
- **Integración con otras tecnologías**: almacenamiento energético y **district heating and cooling** para mejorar eficiencia urbana y reducir emisiones.
- **Digitalización y nuevos materiales**: materiales anticorrosión y sensores avanzados para monitorizar subsuelo, con apoyo de **IA** y aprendizaje automático para analizar datos y optimizar operación.
- **Reducción de costes**: innovación en perforación y extracción, más economías de escala y mejor logística.

En conjunto, el texto sitúa a la **energía geotérmica** como una pieza con potencial creciente dentro del mix energético, especialmente por su **continuidad**, su capacidad de aportar **calor y electricidad**, y su

evolución tecnológica hacia recursos antes inaccesibles.

Redacción Ambietum