

# Métodos de aprovechamiento de fuentes geotérmicas

¿Cómo generar energía eléctrica a partir de una fuente de energía geotérmica? En este artículo, un repaso por los principales métodos existentes hasta la fecha.



Secretaría de Energía  
[www.argentina.gob.ar/economia/energia](http://www.argentina.gob.ar/economia/energia)

Si bien existen diferentes tecnologías dependiendo del recurso geotérmico, el principio básico de funcionamiento se basa en la conducción del fluido geotermal directamente a la planta de generación donde el vapor se utiliza para accionar las turbinas. Una vez que el fluido geotérmico fue utilizado, se reinyecta en el campo para ayudar a mantener la presión del reservorio.

*El principio básico de funcionamiento se basa en la conducción del fluido geotermal directamente a la planta de generación donde el vapor se utiliza para accionar las turbinas*

A continuación, se describen las tecnologías utilizadas en la actualidad para la explotación de sistemas geotérmicos con el objetivo de generar energía eléctrica.

## Plantas de vapor seco

En este caso, el dispositivo de conversión es una turbina de vapor diseñada para ser utilizada directamente con baja presión y alto volumen de fluido extraído directamente del campo geotermal.

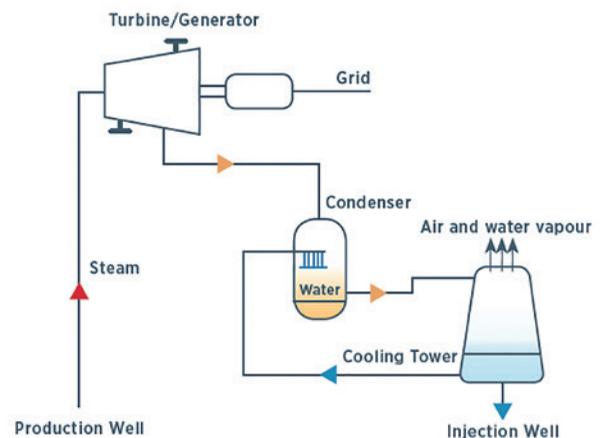


Figura 1. Esquema de planta de vapor seco  
Fuente: IRENA

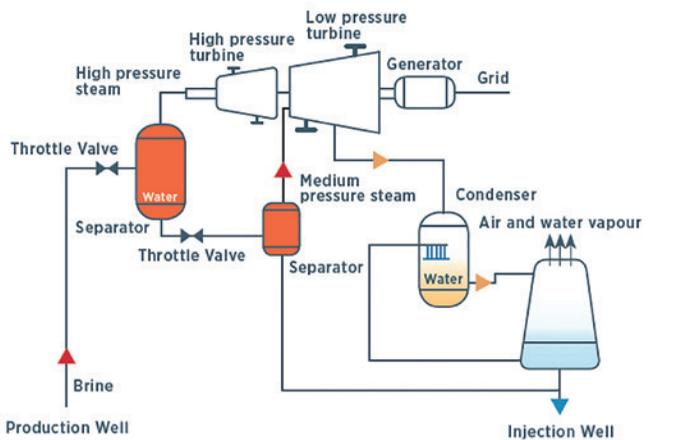


Figura 2. Esquema de planta flash

Fuente: IRENA

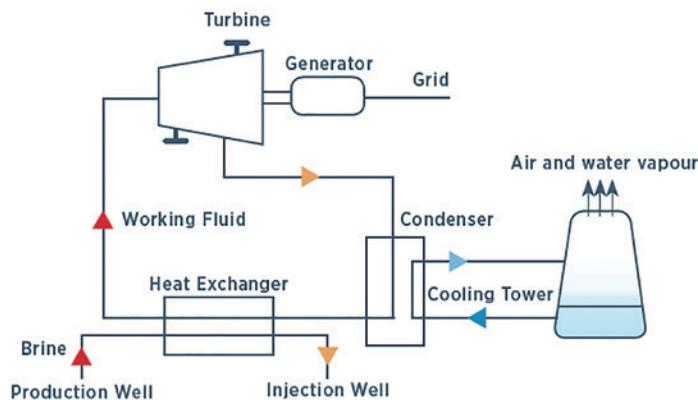


Figura 3. Esquema de planta binaria

Fuente: IRENA

Las plantas de vapor seco directamente comúnmente utilizan turbinas condensadoras. El condensado se reinyecta (ciclo cerrado) o evapora en torres de enfriamiento húmedo. Este tipo de plantas de generación utiliza vapor a 150 °C o más y, generalmente, el vapor que entra en la turbina debe ser seco con un nivel de 99,995% para evitar escamado o erosión. El tamaño de este tipo de plantas abarca desde los 8 a los 140 MW.

## Plantas flash

Este tipo de plantas es muy similar a las plantas de vapor seco; aunque el vapor se obtiene de un proceso de separación denominado "flasheo". El vapor obtenido se direcciona hacia las turbinas, y el condensado resultante se reinyecta en el reservorio o continúa el flasheo a menor

presión. La temperatura del fluido cae si la presión disminuye, por lo que las plantas flash trabajan mejor cuando las temperaturas son mayores a 180 °C.

Las plantas flash varían en su tamaño dependiendo del clima, pueden ser simple (0.2 a 80 MW), doble (2 a 110 MW) o triple flash (60 a 150 MW).

## Plantas binarias

Estas plantas son normalmente aplicadas en los campos geotérmicos de baja o media entalpía donde el recurso se utiliza, por medio de intercambiadores de calor, para calentar un fluido de procesos en un circuito cerrado. El fluido de procesos puede ser una mezcla de amoníaco/agua para los ciclos Kalina, o de hidrocarburos para los ciclos Rankine orgánicos (ORC). Dichos fluidos poseen puntos de ebullición y condensación que encuadran mejor con la temperatura del recurso geotérmico.

*Típicamente, las plantas binarias trabajan con temperaturas entre 100 y 250°C. Aunque es posible trabajar con temperaturas inferiores, la eficiencia de la generación eléctrica disminuye*

Típicamente, las plantas binarias trabajan con temperaturas entre 100 y 250°C. Aunque es posible trabajar con temperaturas inferiores, la eficiencia de la generación eléctrica disminuye. El tamaño de las plantas binarias varía entre 1 a 50 MW.

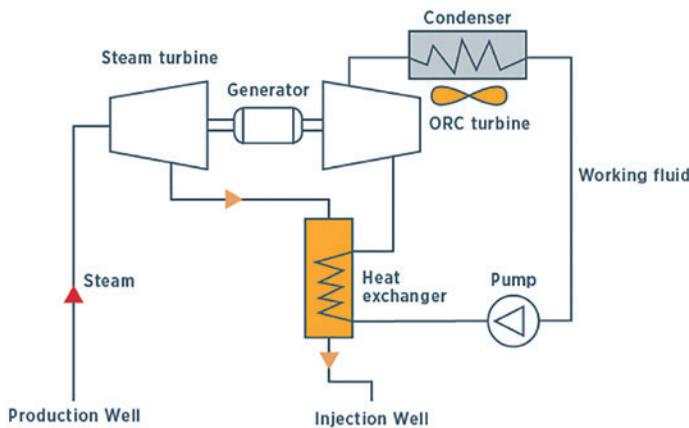


Figura 4. Esquema de planta híbrida  
Fuente: IRENA

### Ciclos combinados o plantas híbridas

Algunas de las plantas geotérmicas utilizan un ciclo combinado, el cual adiciona un ciclo Rankine tradicional para producir energía eléctrica que de otra manera se convertiría en una pérdida de calor de parte del ciclo binario. Con dos ciclos es posible alcanzar una alta eficiencia eléctrica.

El tamaño típico de las plantas de ciclo combinado varía desde algunos megawatts hasta 10 MW. Las plantas de generación geotérmicas híbridas funcionan de la misma manera que una planta geotérmica, pero combinan diferentes fuentes de calor en el proceso. Ese calor se adhiere al ciclo geotérmico, incrementando la temperatura y la generación de energía.

### Sistemas geotérmicos mejorados

Un sistema geotérmico natural, conocido también como un "sistema hidrotérmico", se define por tres elementos clave: el calor, el fluido y la profundidad de permeabilidad. Un sistema geotérmico mejorado es un reservorio artificial sito en lugares donde existen fuentes de calor cuyas rocas poseen insuficiente o poca permeabilidad o fluido saturado.

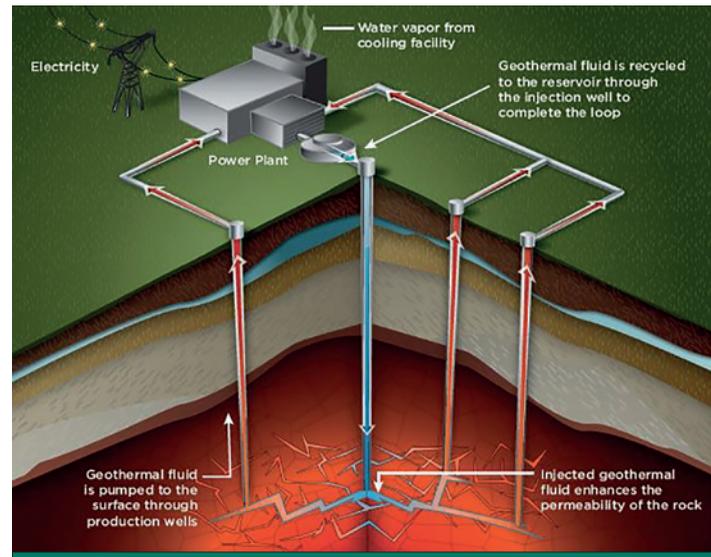


Figura 5. Esquema de un sistema geotérmico mejorado  
Fuente: US Department of Energy

*Un sistema geotérmico mejorado es un reservorio artificial sito en lugares donde existen fuentes de calor cuyas rocas poseen insuficiente o poca permeabilidad o fluido saturado*

En un sistema de este tipo, el fluido se inyecta bajo la superficie en condiciones controladas, reabriendo fracturas preexistentes y, de este modo, creando permeabilidad. El incremento de la permeabilidad permite al fluido circular a través de la ahora nueva roca fracturada y transportar el calor hacia la superficie, donde la energía eléctrica se puede generar.

Los pasos para la creación y operación de un reservorio de este tipo son:

- » a) identificar y caracterizar el sitio;
- » b) crear el reservorio, y
- » c) operar la planta de generación y mantener el reservorio. ■