

# **Geotermia de Baja Entalpía: Caso Exitoso Cuarto de Refrigeración**

Alberto Ortiz Fernández  
CEO SAGG SAS Alternative Resources  
Geólogo UNAL BOG, M.Sc. Colorado School of Mines  
Esp. Gerencia de Proyectos UNAB/U Monterrey

[alberto.ortiz@saggsas.com](mailto:alberto.ortiz@saggsas.com)



# Energía Geotérmica

La energía geotérmica es única en su tipo en el planeta por su disponibilidad

El proyecto AltaRock de ARPA-E (Agencia para la investigación avanzada en proyectos de Energía estima que apenas el 0.1% del calor contenido en la tierra podría suministrar las necesidades totales de energía de la humanidad por los siguientes 2 millones de años

Geothermal

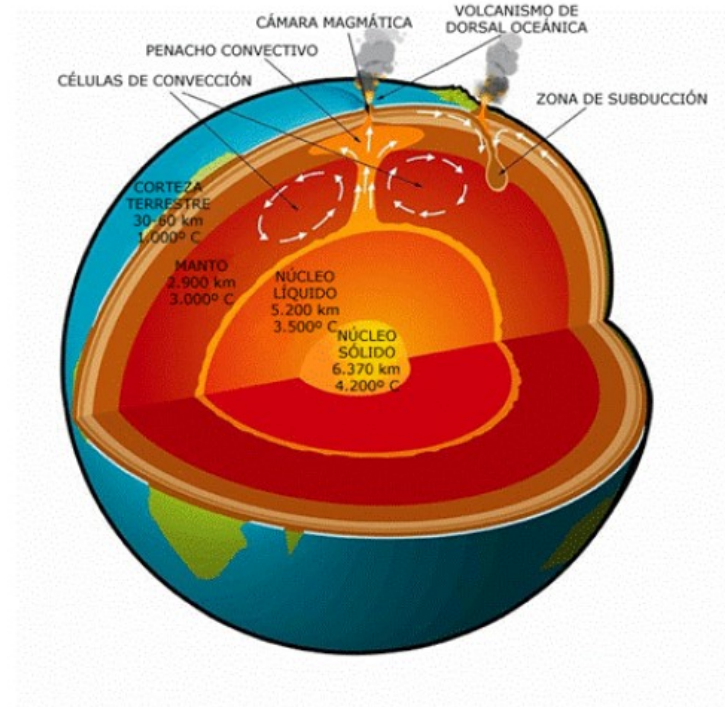


Dos millones de m<sup>2</sup>  
calefaccionados

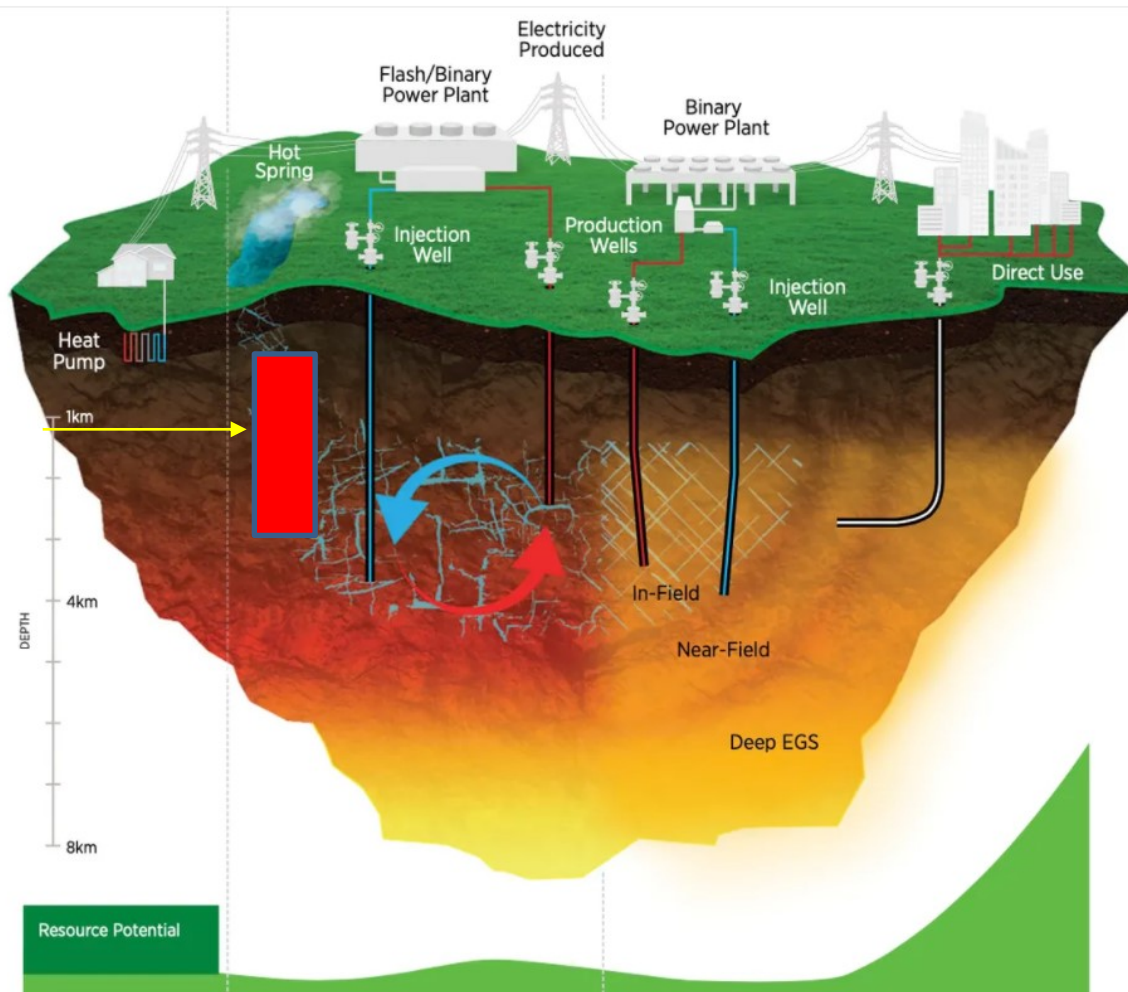


# Energía Geotérmica

La *energía geotérmica* es aquella que se obtiene a partir del aprovechamiento de las temperaturas presentes en el subsuelo o parte superior de la corteza terrestre.



## Pozos Petroleros Con Corte Agua

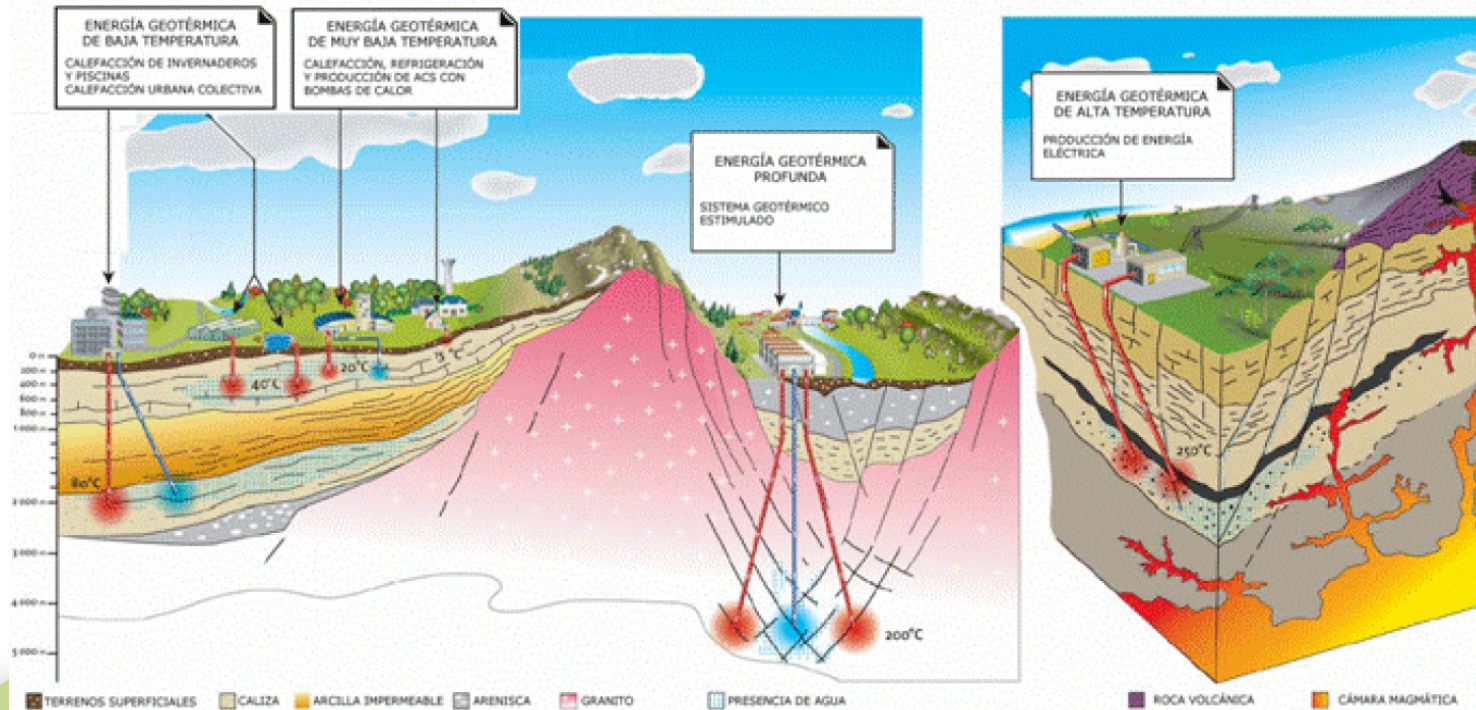


Baja Entalpía

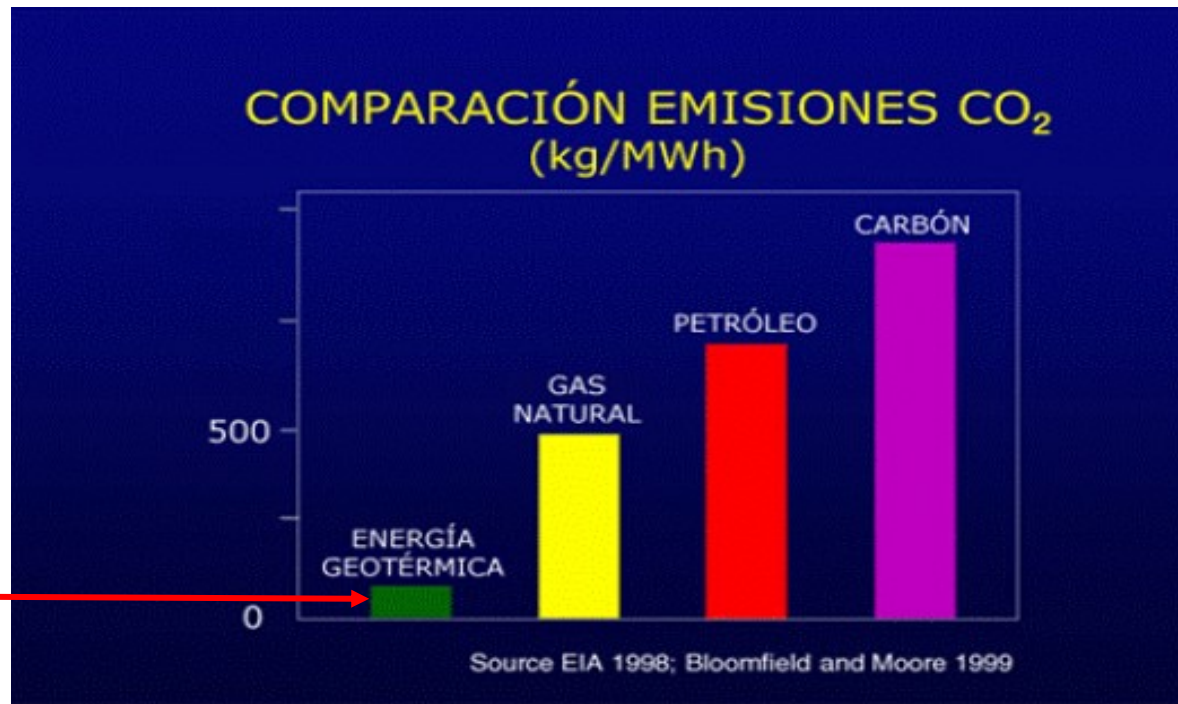
Media  
Entalpía

Alta  
Entalpía

## Diferentes Tipos de Energía Geotérmica



# Por qué Geotermia?

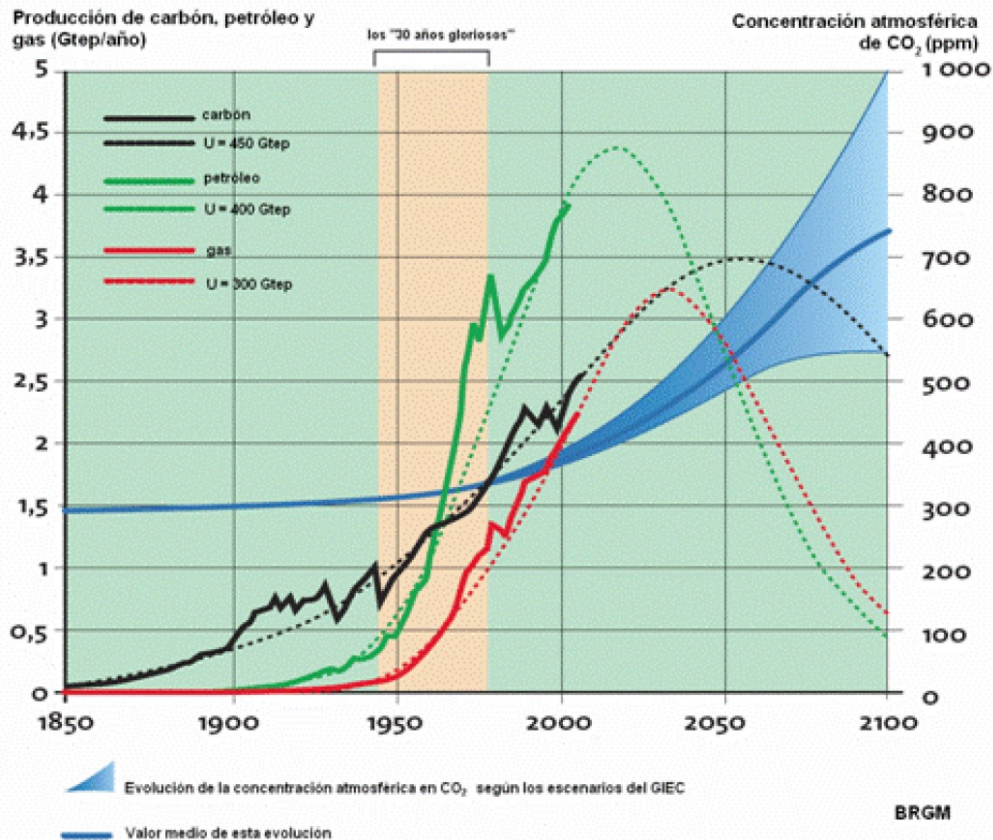


Alta Entalpía



# Por Qué Usar Geotermia

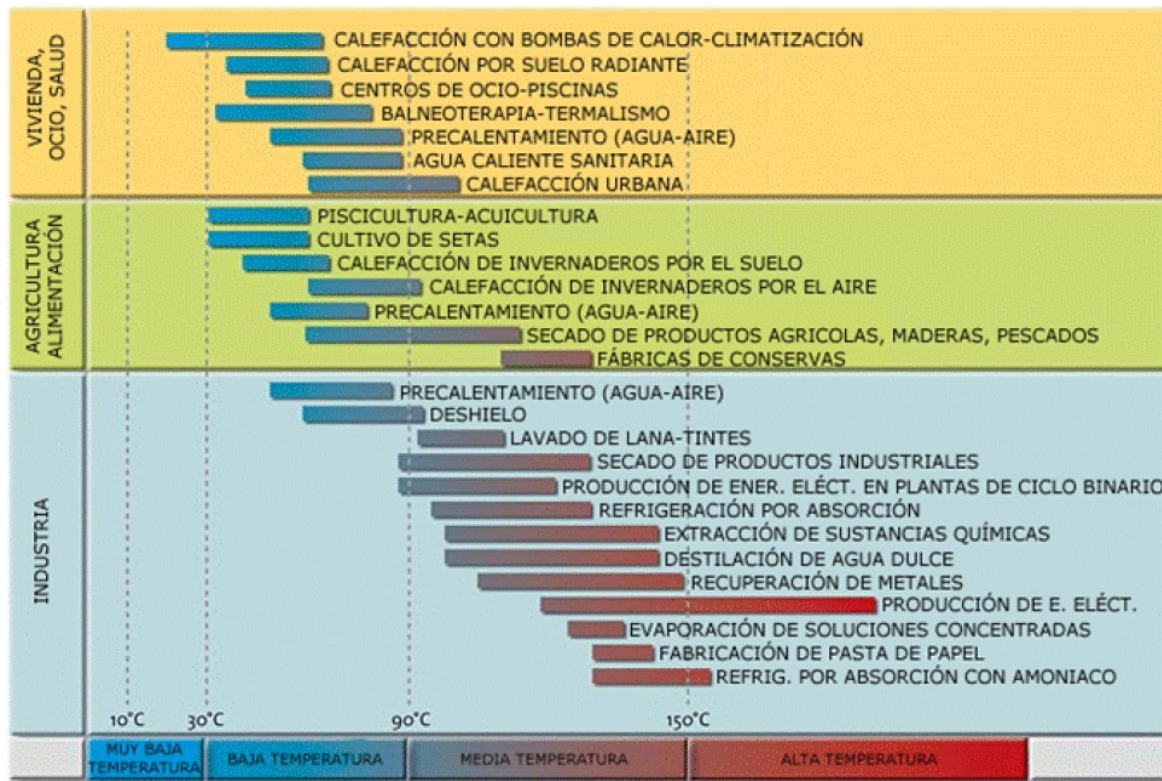
**Gtep: Giga Toneladas  
Equivalentes de Petróleo**

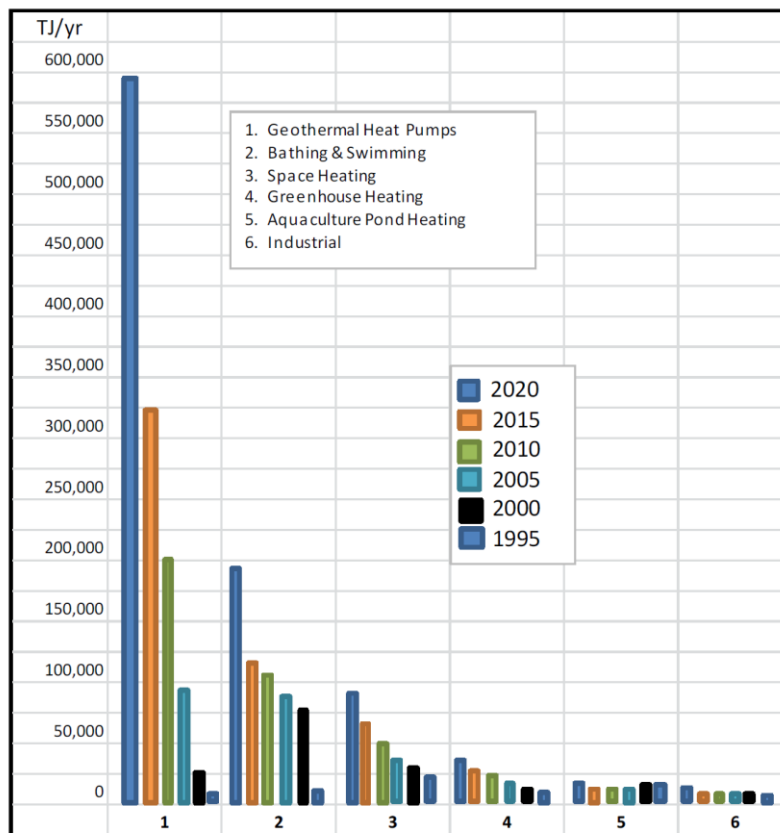






# Usos Directos de la Geotermia

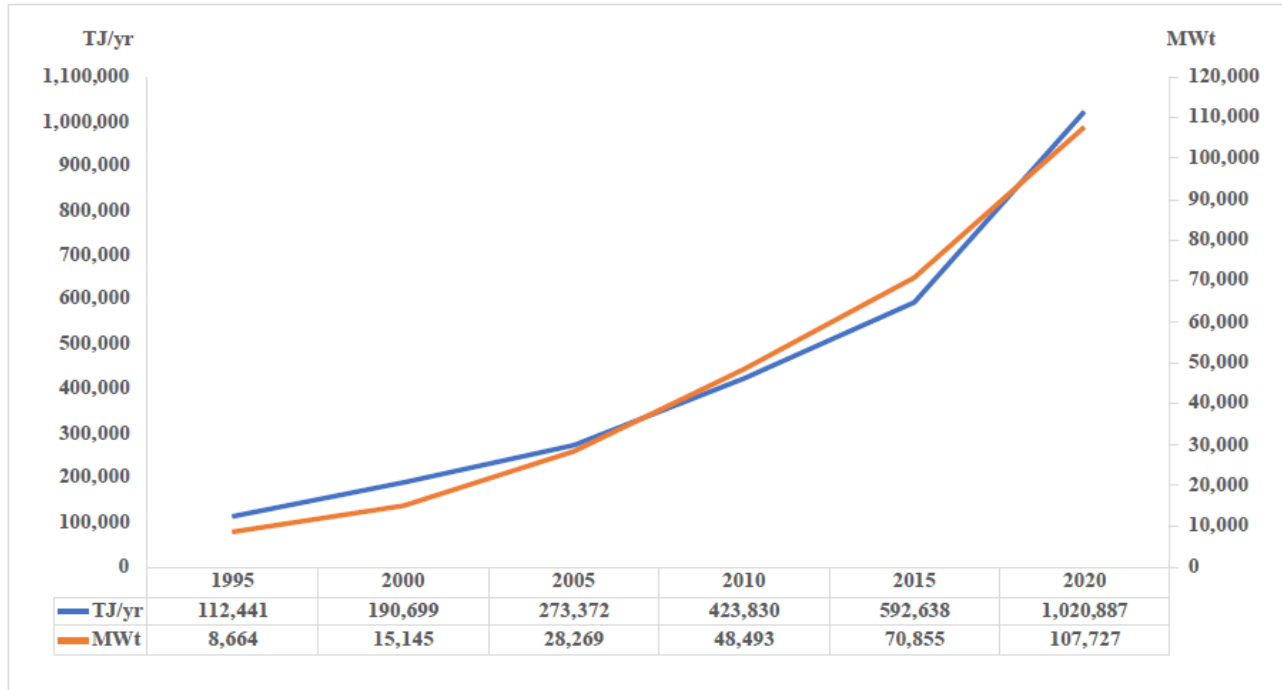




Evolución de los usos directos de la geotermia entre 1995 y 2020



## Capacidad Instalada Energía Geotérmica Entre 1995 y 2020



# Resumen del uso directo de la geotermia

Region/Continent (#countries/regions)	MWt	TJ/year	GWh/year	Capacity Factor
Africa (11)	198	3,730	1,036	0.597
Americas (17)	23,330	180,414	50,115	0.245
Central America and Caribbean (5)	9	195	54	0.687
North America (4)	22,700	171,510	47,642	0.24
South America (8)	621	8,709	2,419	0.445
Asia (18)	49,079	545,019	151,394	0.352
Commonwealth of Independent States (5)	2,121	15,907	4,419	0.238
Europe (34)	32,386	264,843	73,568	0.259
Central and Eastern Europe (17)	3,439	28,098	7,805	0.259
Western and Northern Europe (17)	28,947	236,745	65,762	0.259
Oceania (3)	613	10,974	3,048	0.568
<b>Total (88)</b>	<b>107,727</b>	<b>1,020,887</b>	<b>283,580</b>	<b>0.300</b>

## Resumen del uso de la Energía Geotérmica en Colombia

### 5.3.3.5. Columbia

The ancestral use of geothermal resources is based on the hot springs for bathing and swimming, installed in 39 localities. The first heat pump for cooling purposes was installed in an industrial park in Tocancipá 40 km north of Bogotá, the capital. The heat pump works full time and cools a 90 m<sup>3</sup> room down to -10° C. The temperature change in the circulating underground water, at 2500 L/h, is 6° C, rising from 15° C to 21° C. Three vertical wells support the heat pump; two 70 m and one 80 m deep. This was the first geothermal project to get incentives from Law 1715, formalized by a resolution from the Environmental Licenses National Agency (ANLA) in 2018. No data is available on geothermal heat pumps use, thus 1.0 MWt and 20.0 TJ/yr are estimated for the one location. Geothermal direct-use is limited to bathing and swimming, reported for 39 locations at 18.0 MWt and 300.0 TJ/yr, for a total use of 20.0 MWt and 340 TJ/yr (Alfaro and Rodríguez-Rodríguez, 2020).

(Citado en Lund y Toth, 2020)



# *Beneficios de la Energía Geotérmica de Baja Entalpía*

Aire acondicionado, calefacción y ACS en un solo sistema.

Reducción del 75% en el consumo de energía eléctrica del aire acondicionado.

Beneficios tributarios: Ley 1715 de 2014.

Mantenimiento mínimo y larga vida útil.

Independencia de las condiciones del ambiente externo

Recurso local



# *Más Beneficios...*

Reducción de  
emisiones de CO2.

Instalación por unidad  
o en cascada que  
permite climatizar  
cualquier área.

Seguras.

Nulo impacto visual.

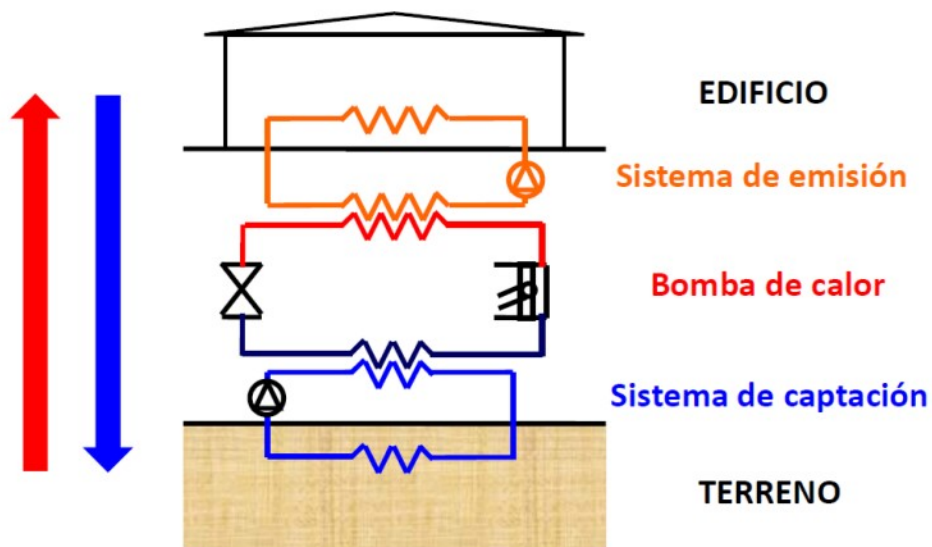
No se generan llamas  
ni humos.

Ausencia de ruidos  
exteriores.

La **energía geotérmica de baja entalpía** permite aprovechar la diferencia de temperatura entre la superficie y el subsuelo para obtener:

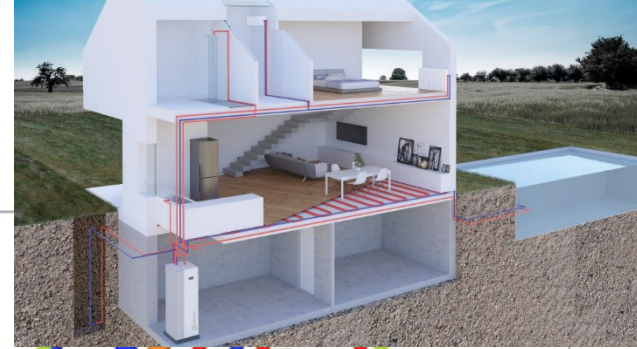
- Aire Acondicionado
- Agua Caliente Sanitaria
- Calefacción
- Refrigeración
- Congelación

### Instalaciones con BCG para climatización

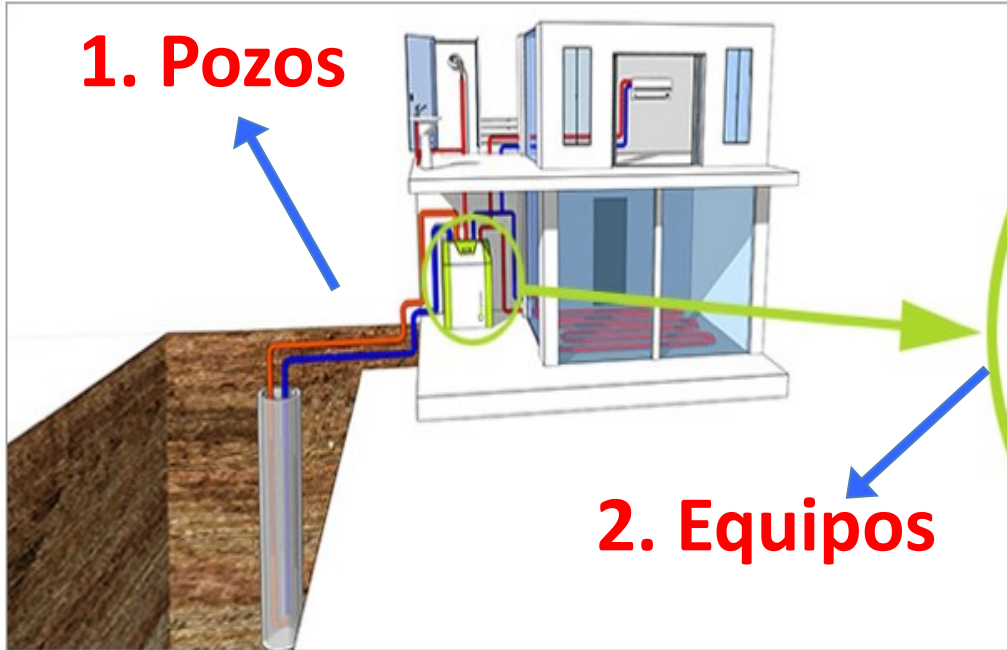




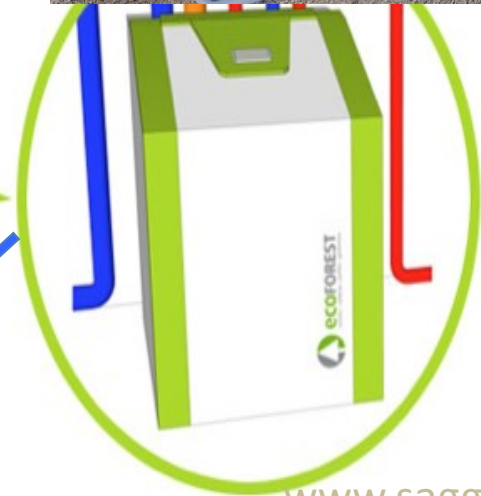
# Componentes del Sistema Geotérmico



**1. Pozos**



**2. Equipos**



# Componentes del Sistema Geotérmico



Horizontal Seco



Horizontal Acuático



Horizontal Vertical

## Tipos de Circuitos

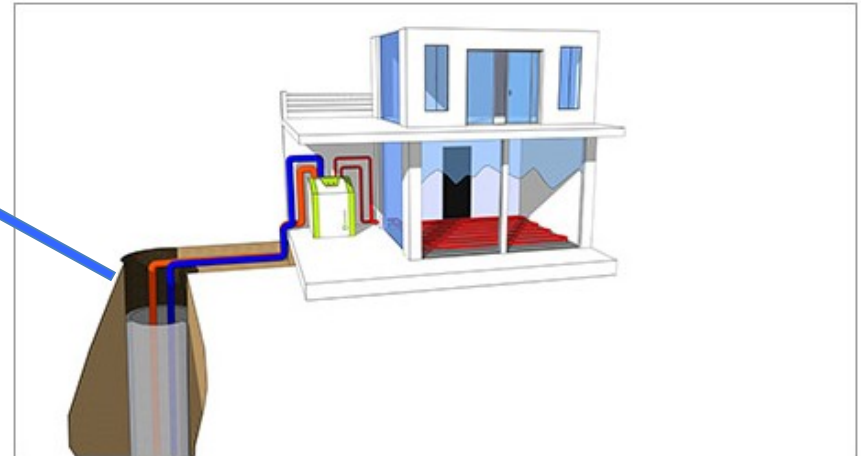
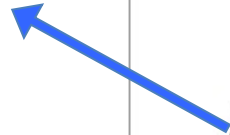


# *Sistema Geotérmico: 1. Pozos*

## *Captación Vertical*

Consiste en una o varias perforaciones verticales cuyas profundidades oscilan entre los 80 y los 150 metros en las que se introducen las sondas de captación.

**Sondas de captación**



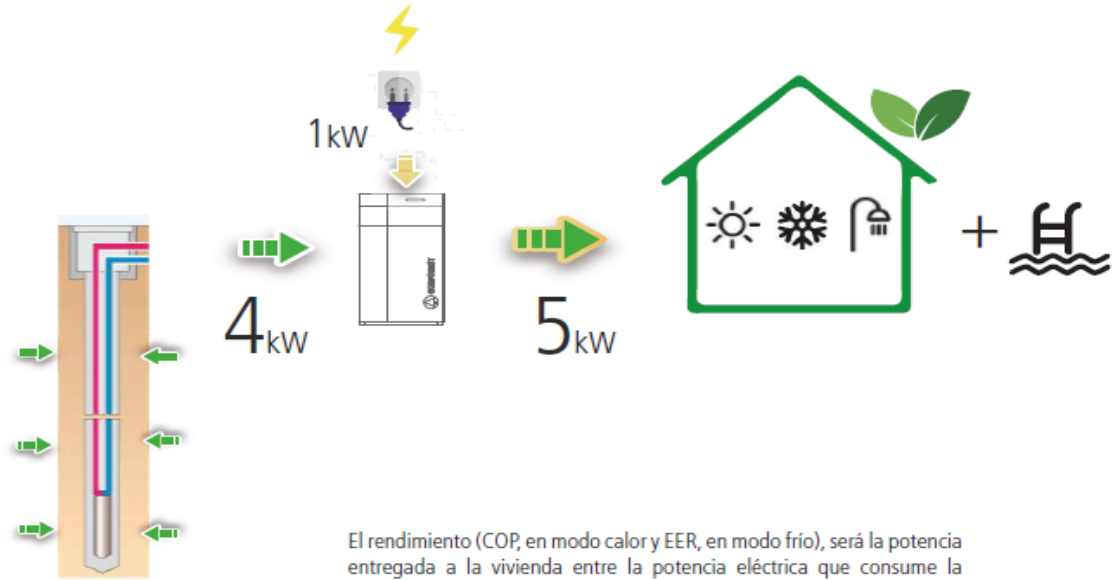
# Costos

Es una **energía limpia** que aprovecha la temperatura del subsuelo para climatizar de forma ecológica, permitiendo un ahorro del 75% al 100% en la factura energética del consumo del aire acondicionado y una reducción de las emisiones de CO2.



# Eficiencia Energética = Ahorros

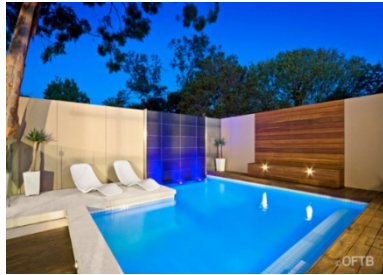
Ahorro entre el 75% y 100%  
en la factura energética  
del consumo del aire  
acondicionado y una reducción  
de las emisiones de CO<sub>2</sub>.



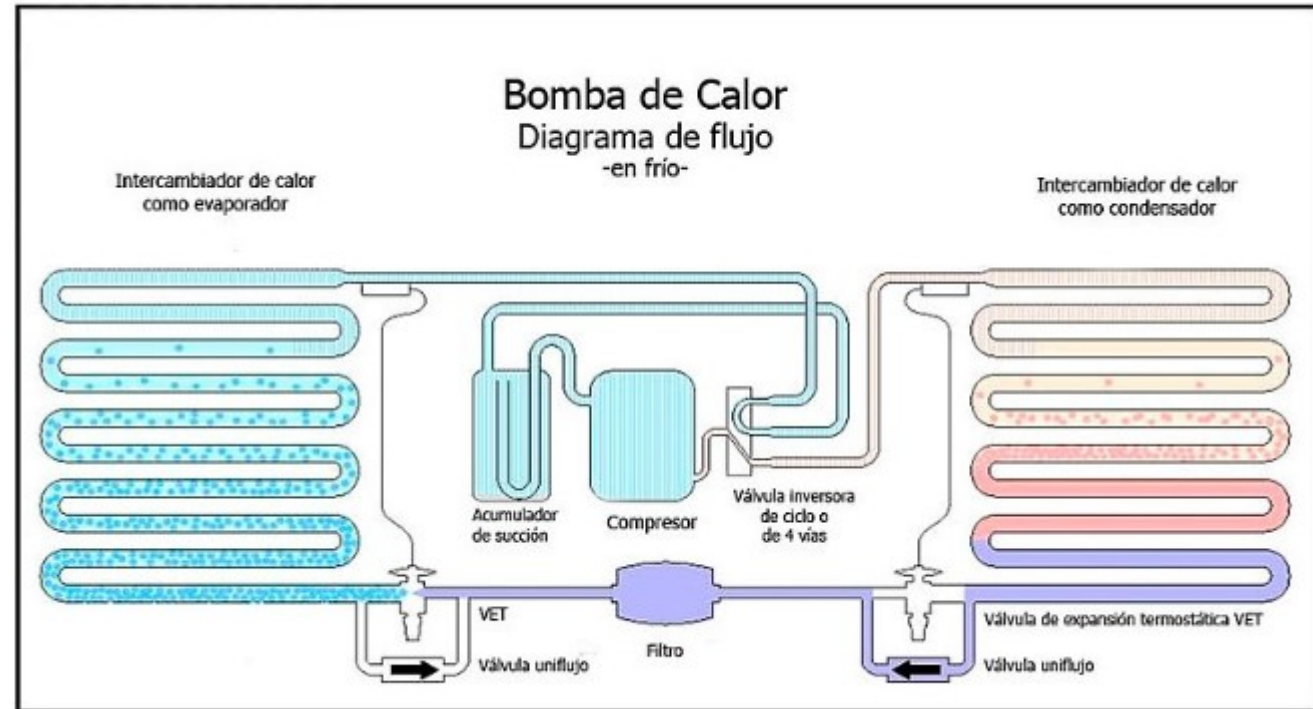
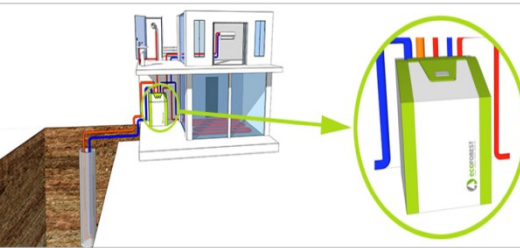
$$\text{COP}_{\text{ecoGEO}} = \frac{\text{POTENCIA ENTREGADA}}{\text{POTENCIA CONSUMIDA}} = \frac{5 \text{ kW}}{1 \text{ kW}} = 5$$



# Algunas Aplicaciones



# Componentes del Sistema Geotérmico Baja Entalpía



Especificaciones Promedio  
de una bomba de calor  
de potencia entre 5 y 22 kw

		B1 5-22	B2 5-22	B3 5-22	B4 5-22	
Aplicación	Calefacción	✓	✓	✓	✓	
	ACS con acumulador externo	✓	✓	✓	✓	
	Refrigeración activa integrada			✓	✓	
	Refrigeración pasiva integrada		✓		✓	
	Control de refrigeración pasiva externa	✓			✓	
Prestacio	Rango de modulación del compresor	%	25 a 100	25 a 100	25 a 100	25 a 100
	Potencia de calefacción, B0W35	kW	5,8 a 25	5,8 a 25	5,8 a 25	5,8 a 25
	COP, B0W35 max.	-	4,9	4,9	4,9	4,9
	Potencia de refrigeración activa, B35W7	kW			7 a 29	7 a 29
	EER, B35W7 máx.	-			5,5	5,5
	Potencia de refrigeración pasiva, B16W19 / B16W23	kW		4 / 9,3		4 / 9,3
	Temperatura de acumulación máxima sin apoyo	°C	58	58	58	58
	Temperatura de acumulación máxima con apoyo	°C	70	70	70	70
	Nivel de emisión sonora	db	35 a 46	35 a 46	35 a 46	35 a 46
	Etiqueta energética/nº con control clima medio			A+++ /	187%	
Límites de operación	Temperatura / consigna de impulsión a calefacción	°C	10-60 / 20-60	10-60 / 20-60	10-60 / 20-60	10-60 / 20-60
	Temperatura / consigna de impulsión a refrigeración	°C		4 a 35 / 7 a 25	4 a 35 / 7 a 25	4 a 35 / 7 a 25
	Temperatura de retorno de captación	°C	-25 a 35	-25 a 35	-25 a 35	-25 a 35
	Temperatura de impulsión de captación en Refrigeración	°C		10 a 60	10 a 60	10 a 60
	Presión del circuito de refrigeración	bar	2 a 45	2 a 45	2 a 45	2 a 45
	Presión del circuito de producción / precarga	bar	0,5 a 3 / 1,5	0,5 a 3 / 1,5	0,5 a 3 / 1,5	0,5 a 3 / 1,5
Fluidos de trabajo	Presión del circuito de captación / precarga	bar	0,5 a 3 / 0,7	0,5 a 3 / 0,7	0,5 a 3 / 0,7	0,5 a 3 / 0,7
	Carga de refrigerante R410A con HTR / sin HTR	kg	- / 1,70	- / 1,70	- / 2,00	- / 2,00
	Tipo de aceite del compresor/carga de aceite	kg	POE/1,18	POE/1,18	POE/1,18	POE/1,18
	Potencia externa máxima recomendada	A	C50A	C50A	C50A	C50A
Datos Eléctricos: 1/N/PE 230 V / 50 Hz	Consumo máximo, B0W35	kW/A	5,6 / 28,2	5,6 / 28,2	5,6 / 28,2	5,6 / 28,2
	Consumo máximo, B0W55	kW/A	7,8 / 39,2	7,8 / 39,2	7,8 / 39,2	7,8 / 39,2
	Intensidad de arranque mínima/máxima	A	6,1/15,7	6,1/15,7	6,1/15,7	6,1/15,7
	Corrección de coseno φ	-	0,96-1	0,96-1	0,96-1	0,96-1
	Potencia externa máxima recomendada	A	C20A	C20A	C20A	C20A
Datos Eléctricos: 3/N/PE 400 V / 50 Hz	Consumo máximo, B0W35	kW/A	5,6/8	5,6/8	5,6/8	5,6/8
	Consumo máximo, B0W55	kW/A	7,8/11,2	7,8/11,2	7,8/11,2	7,8/11,2
	Intensidad de arranque mínima/máxima	A	2/5,2	2/5,2	2/5,2	2/5,2
	Corrección de coseno φ	-	0,96-1	0,96-1	0,96-1	0,96-1
	Potencia externa máxima recomendada	A	C20A	C20A	C20A	C20A
Dimensiones	Altura x ancho x profundidad	mm	1060x600x710	1060x600x710	1060x600x710	1060x600x710
	Peso en vacío con desrecalentador	kg	185	193	185	193

A destacar:  
Rendimientos de frío  
y calor  
Bajo nivel de ruido  
Tamaño  
Domotización  
Bajo mantenimiento  
Vida útil promedio de 30 años

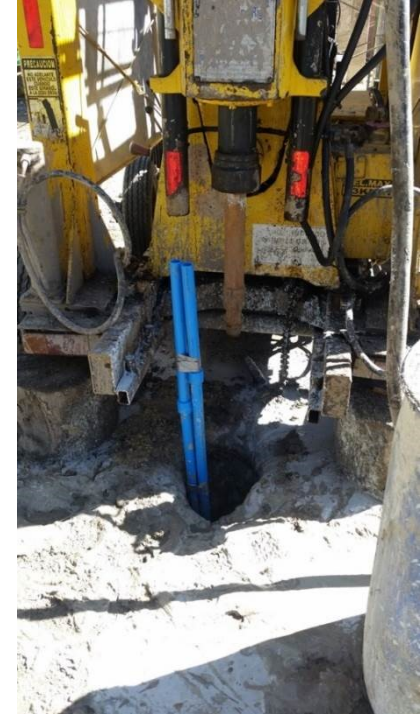
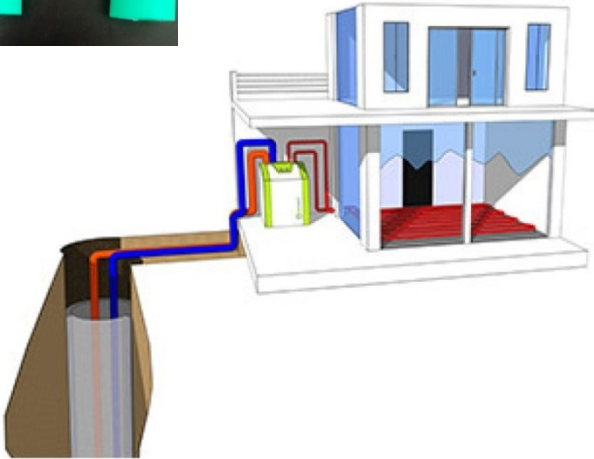




# Sistemas de Captación

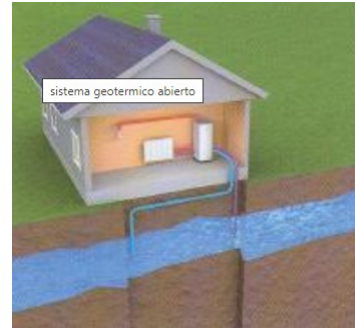
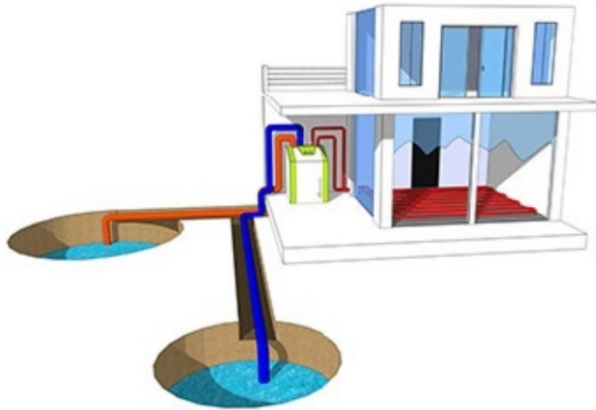


Sistema Vertical: Involucra pozos verticales a subverticales



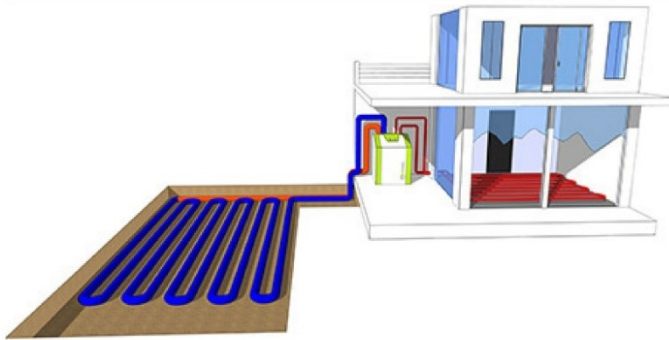
# Sistemas de Captación

## Sistemas Abiertos



## Sistemas de Captación

### Sistema Horizontal



# Bomba de Calor Geotérmica



Aeroterminia - ecoAIR PRO

**Bomba de calor aerotérmica con refrigerante natural (R290). La innovación es lo natural**

- Potencias: 1-7 kW / 3-12 kW
- Calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria
- Unidad Monobloc, instalación 100% hidráulica
- Producción de agua caliente sanitaria (hasta 75°C sin resistencia eléctrica), calefacción y refrigeración
- Control total de forma rápida y sencilla a través de internet, ecoSMART easynet
- Hibridación con instalaciones fotovoltaicas mediante los ecoSMART e-manager y e-system



Aeroterminia - ecoAIR EVI Monobloc

**Bomba de calor aerotérmica con tecnología EVI. Altas potencias y elevados rendimientos incluso cuando las temperaturas exteriores son extremas**

- Potencias: 3-12 kW / 4-20 kW
- Calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria
- Unidad Monobloc, instalación 100% hidráulica
- Producción de agua caliente sanitaria (hasta 65°C sin amplificador eléctrico), calefacción y refrigeración
- Control total de forma rápida y sencilla a través de internet, ecoSMART easynet
- Hibridación con instalaciones fotovoltaicas mediante los ecoSMART e-manager y e-system

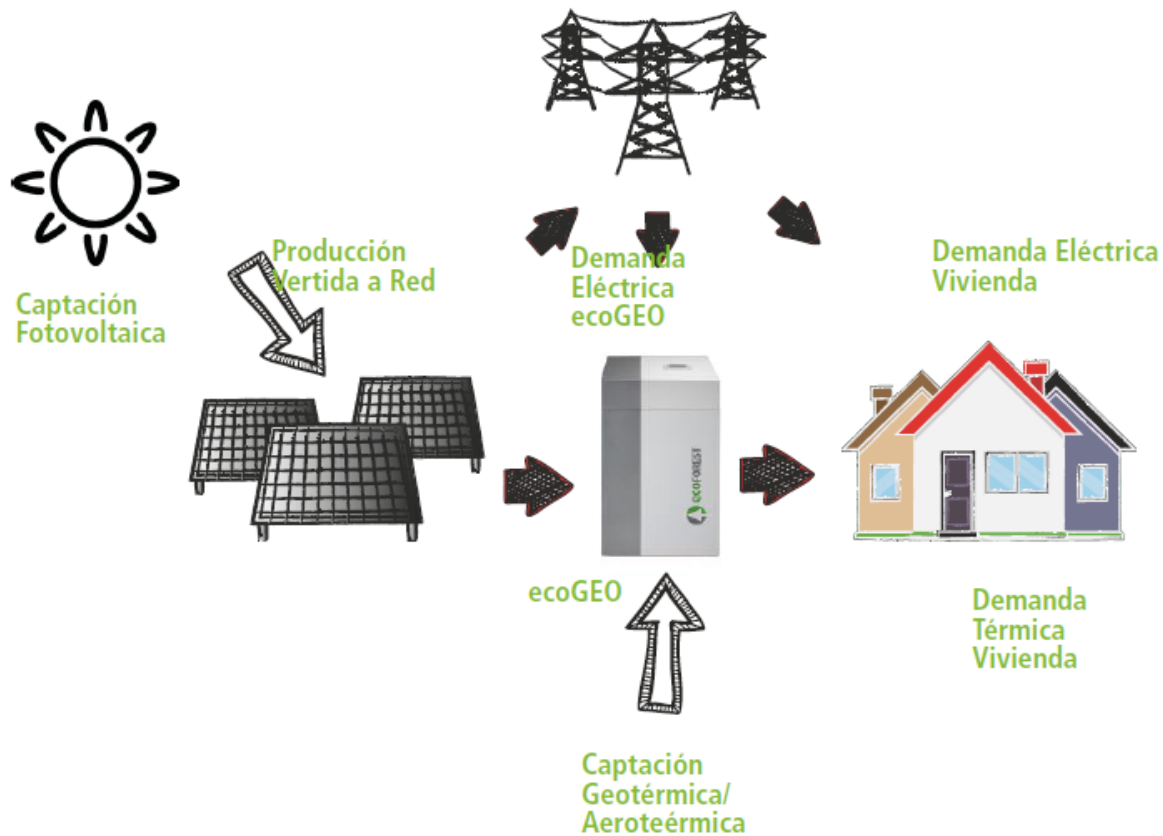


# Bomba de Calor Geotérmica

- Marca: Ecoforest
- Referencia: ecoGEO B3 5 – 22 kW
- EER: 5, COP: 4,9
- Dim. (mm): 1.060\*600\*710
- Peso: 185 Kg
- Emisión Sonora: 35 a 46 dB



# Captación de Energía Híbrida



## Uso Directo. Proyecto Piloto Cuarto Frío

El proyecto piloto consiste en la instalación de un cuarto frío de 90 m<sup>3</sup> en el Parque Industrial Gran Sabana ubicado en Tocancipá, Cundinamarca.

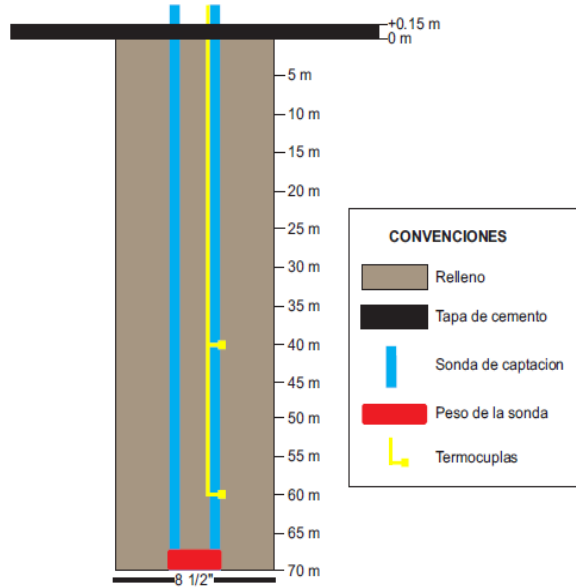
### Información Técnica

- Potencia de refrigeración: 12 kW.
- Volumen refrigerado: 90 m<sup>3</sup>.
- Pozos perforados:
  - 2 pozos de 70 m de profundidad.
  - 1 pozo de 80 m de profundidad.

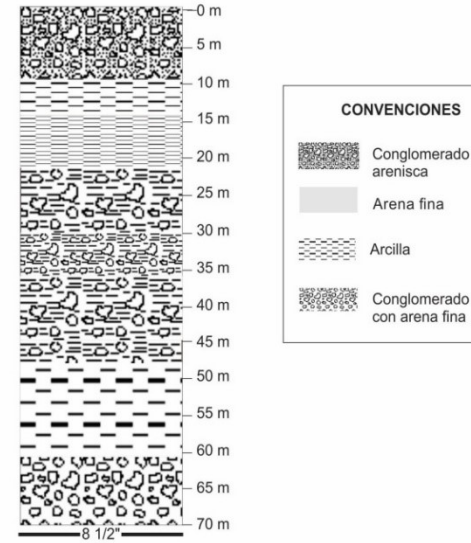


# Diagramas Pozos Geotérmicos Proyecto Piloto

## DIAGRAMA POZO 2

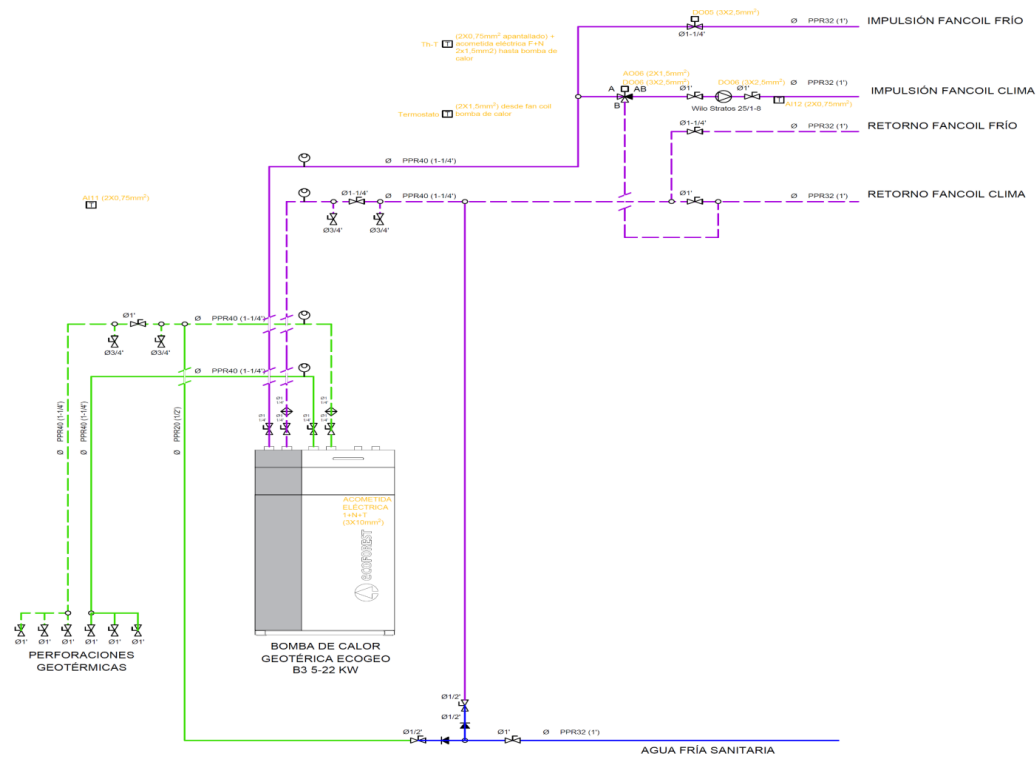


## COLUMNA POZO 2





# Diagrama de Instalación

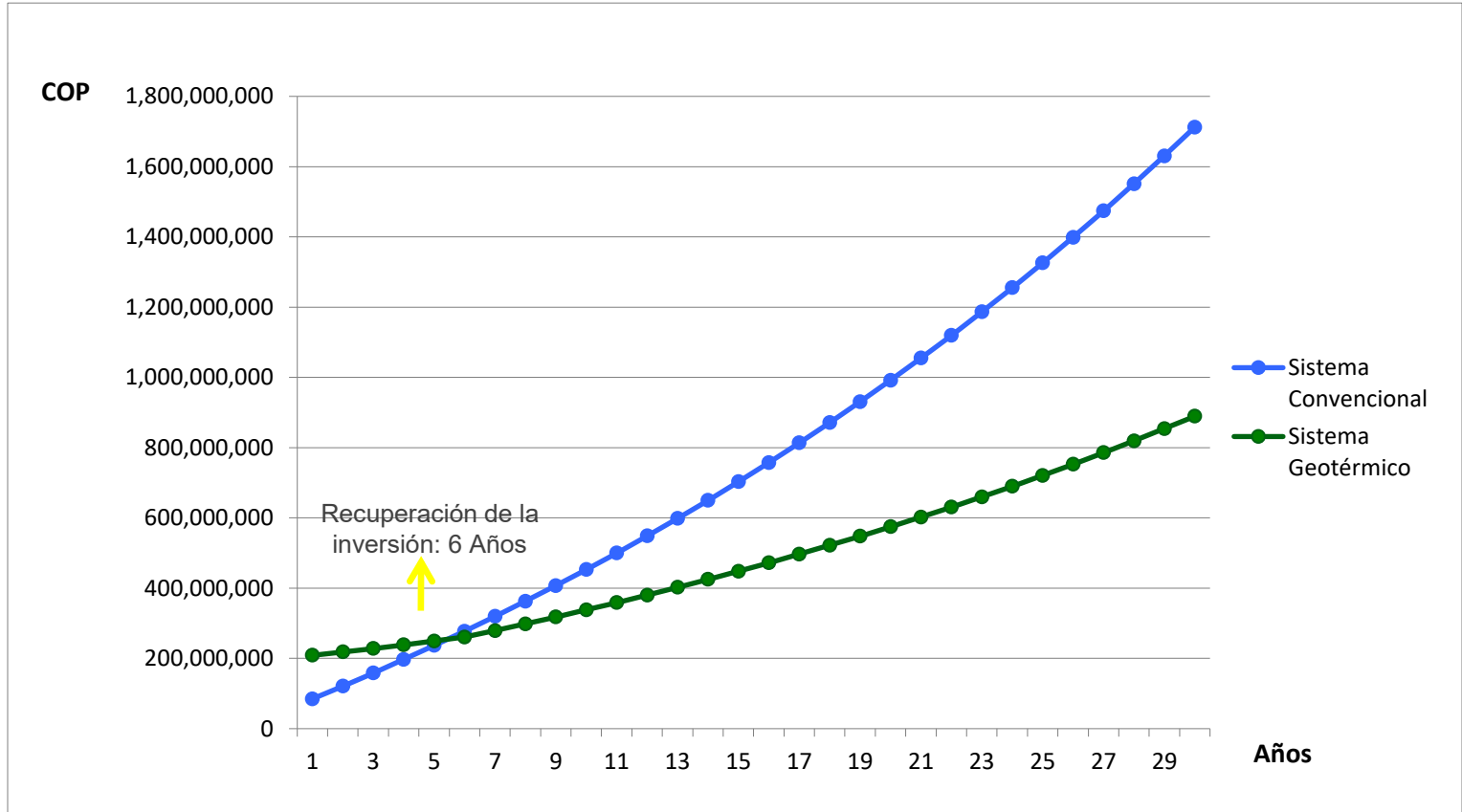


# Proyecto Piloto Cuarto Frío



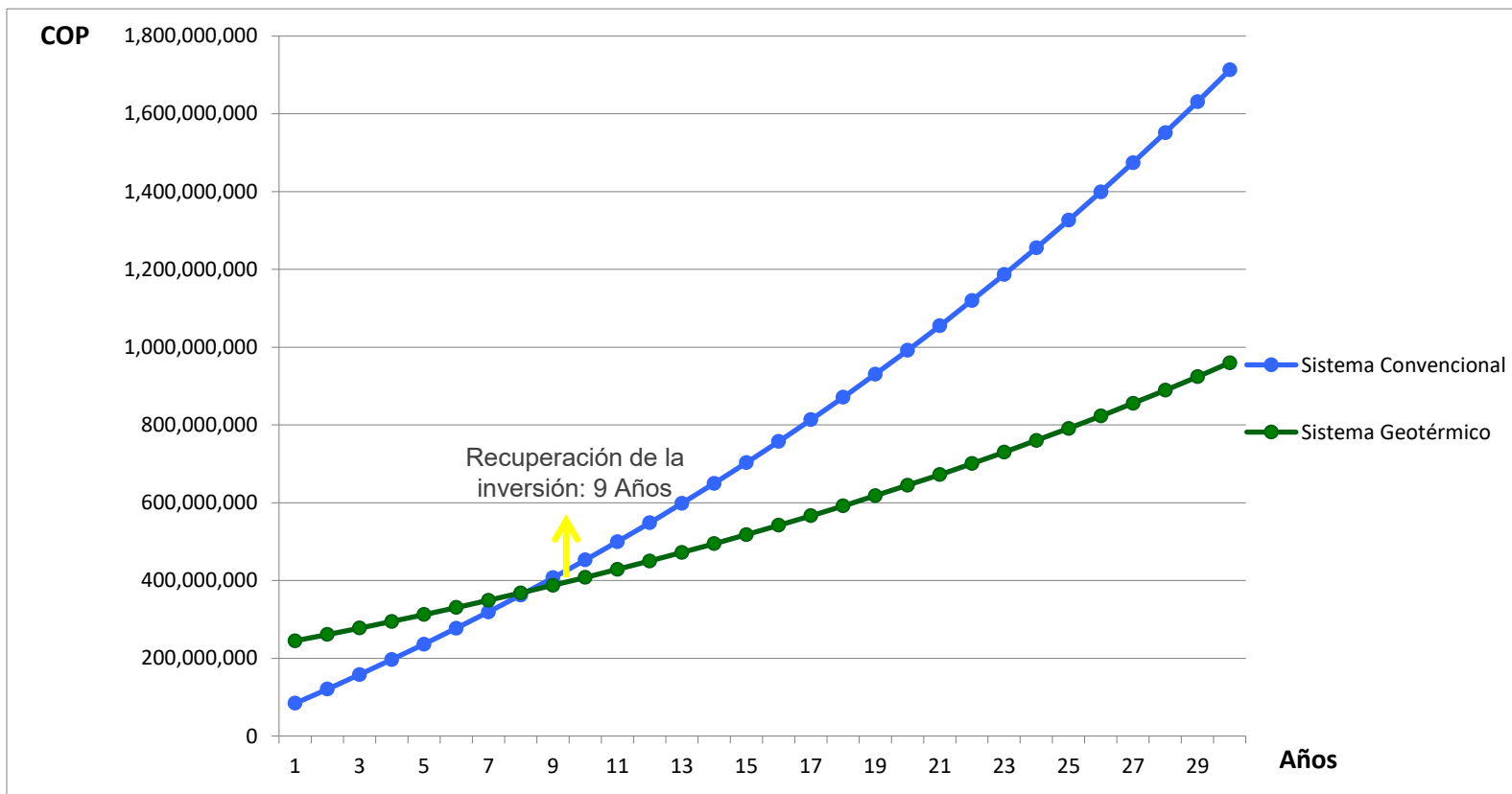
# Recuperación de la Inversión Con Beneficio Tributario

\* Basado en un costo de kWh de \$490 y un aumento anual del 3%



# Recuperación de la Inversión Sin Beneficio Tributario

\* Basado en un costo de kWh de \$490 y un aumento anual del 3%



# Recuperación de la Inversión Colombia

## Ejemplo con Beneributario Ley 1715 de 2014

Costo Inversión Inicial	\$230.000.000
Costo con Beneficio Tributario	\$115.000.000
Ahorro (Retorno dado por el incentivo tributario)	\$115.000.000
Deducción anual por 5 años de la declaración de renta (Ahora a 15 años)	\$23.000.000
Retorno de la inversión	6 Años



# Recuperación de la inversión otros países

## IKEA

### Integrated Energy System

#### Application

IKEA Shopping Centre

#### Return on Investment (ROI)

< 4 years

#### System Details

Vertical Ground Heat Exchanger under two levels of parking and retail space

#### Project Overview

Direct Energy's senior design engineer Ed Lohrenz was engaged as the lead designer for the fully integrated geothermal system in a new 400,000 square foot IKEA retail store. A vertical GHX was constructed under the two levels of parking and retail space. Ed developed a detailed hourly energy model of the facility that became an integral part of the design process during the early phases of the architectural, mechanical and electrical systems design development, and was key to reducing the building cooling loads and electrical demand.

## City of Kalgoorlie-Boulder

### Goldfields Oasis Leisure Centre

#### Application

Olympic Swimming Pool & associated leisure pools

#### Return on Investment (ROI)

4-5 years

#### System Details

~ 300 kW of Geothermal Heat Pumps with combined vertical & horizontal loop system. 44 x 9.6m bores + horizontal slinky system

#### Project Overview

Direct Energy designed and installed the Geothermal Heat Pump system for the CKB Leisure Centre. Led by Ed Lohrenz, who has prior aquatic centre experience on the Pan Am Aquatic Centre Toronto, this retro-fit project is world first and was installed over approximately 3000 sqm of land.

The hybrid geothermal system is designed to provide 100kW of HVAC for gym, offices and fitness centre combined with pool water heating for an Olympic pool and large leisure pool facility.



# Beneficio Tributario: Ley 1715 de 2014

LEY 1715 DE 2014

(Mayo 13)

Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

EL CONGRESO DE COLOMBIA

DECRETA:

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

**Artículo 1°. Objeto.** La presente ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

**Artículo 2°. Finalidad de la ley.** La finalidad de la presente ley es establecer el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, lo mismo que para el fomento de la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para producción de energía, la eficiencia energética y la respuesta de la demanda, en el marco de la política energética nacional. Igualmente, tiene por objeto establecer líneas de acción para el cumplimiento de compromisos asumidos por Colombia en materia de energías renovables, gestión eficiente de la energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, tales como aquellos adquiridos a través de la aprobación del estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena) mediante la Ley 1665 de

Deducción del 50% de la inversión en la declaración de renta en un plazo máximo de 15 años.

Los equipos, elementos, maquinaria y servicios están excluidos de IVA.

Los equipos, elementos, maquinaria e insumos son exentos del pago de aranceles.

La depreciación acelerada podrá ser aplicada a equipos, maquinaria y obras civiles utilizadas.



***Este es el primer  
proyecto de geotermia  
certificado por la UPME  
para acceder a los  
beneficios tributarios de  
la Ley 1715 de 2014***



  
UPME  
Unidad de Planeación Minero Energética  
Bogotá D.C.

Página 1 de 3



Radicado No.: 2017154000701

Fecha: 16-02-2017

Señores  
**PETROSEIS LTDA**  
Calle 97 Bis # 19 - 20. Oficina 601  
Tel. (1) 257 8025  
[enrique\\_garcia@petroseis.com.co](mailto:enrique_garcia@petroseis.com.co)  
Ciudad

Doctora  
**DANIELA FERNANDA BARAJAS RAMÍREZ**  
Representante Legal  
SAGG S.A.S  
Carrera 67 A # 95 - 63. AP 1106  
Tel. (1) 226 8902  
[daniela\\_barajas@saggsas.com](mailto:daniela_barajas@saggsas.com)  
Ciudad.

**ASUNTO:** Respuesta a solicitud de certificación para incentivos de proyectos de FNCE con radicado UPME No. 20161110064522.

Respetados Señores:

En atención a su solicitud radicada con el número del asunto, para el proyecto: "*Proyecto piloto para la generación de temperatura de -10 °C en un cuarto frío, a partir de la energía geotérmica fría*", me permito informar que de acuerdo con la información allegada y en concordancia con la Resolución UPME 045 del 3 de febrero de 2016', el proyecto fue presentado ante el comité de evaluación, cumpliendo con los requisitos establecidos en la citada norma, y procede su concepto favorable.





# *Sistema Geotérmico: 2. Equipos*

a) Bomba de calor geotérmica



b) Unidades de Pared o Fancoils





**ecoFOREST**

estufas | calderas | pellets | geotermia



**Somos distribuidores exclusivos de Ecoforest para  
Colombia.**



[www.saggsas.com](http://www.saggsas.com)

# Casos exitosos

## PROYECTO ALCORCON

42 Viviendas con instalación centralizada



## PROYECTO E-DOMUS

63 viviendas unifamiliares Boadilla del Monte



# Casos exitosos - Ecoforest

HOTEL VORAMAR



PROYECTO ROCKS HOTEL

Climatización para un complejo hotelero



## Ejemplos

Datos de la instalación:

 **Ubicación:** Didim, Turquía

 **Año:** 2019

 **Categoría:** Bomba de calor - Geotérmica

 **Modelo:** 4 x ecoGEO HP3 25 - 100kW

 **Potencia:** 400 kW

 **Servicios:** Calefacción, Refrigeración y ACS



Turquía: Aquasis Didim

Aquasis es un Resort de Lujo con Spa, situado al lado del mar con más de 660 habitaciones, restaurante, piscina gigante e incluso un parque acuático. Este hotel cuenta con multitud de actividades, deporte e incluso actuaciones en directo.

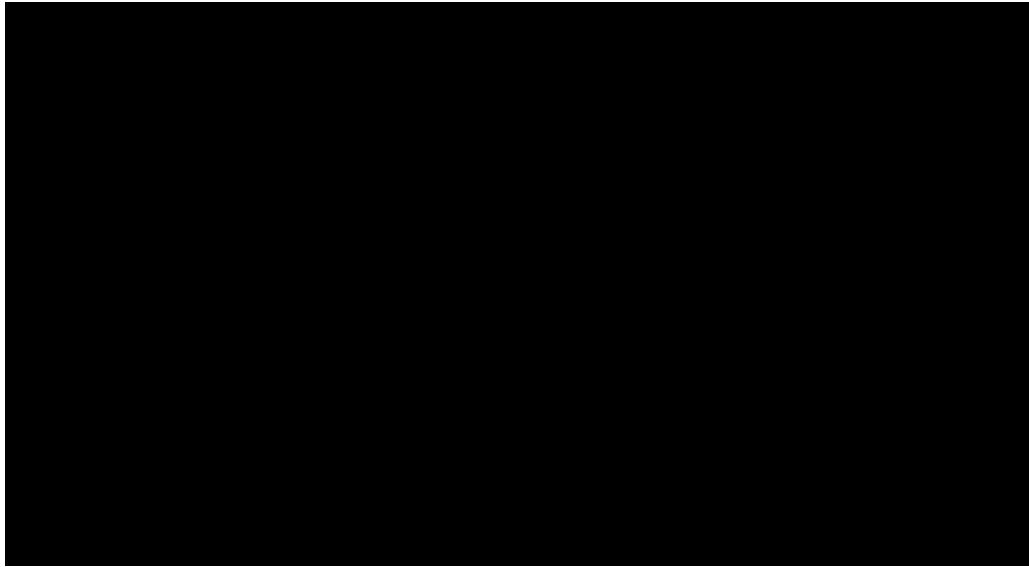
Este Hotel de Lujo situado en Turquía se ha pasado a las energías renovables para climatizar sus instalaciones. Con la instalación de **4 bombas de calor ecoGEO HP 25-100** que producen hasta una potencia de 400kW consigue calentar, enfriar y calentar el agua caliente sanitaria de todo el resort, esto se consigue gracias a el supervisor Ecoforest conseguimos que hasta 6 bombas de calor trabajen de forma simultánea llegando a producir hasta 600 kW pudiendo así satisfacer las necesidades de frío y de calor de instalaciones con consumos altos.

Además de conseguir un ahorro importante con respecto a el antiguo método de calefacción, conseguimos **reducir en gran medida las emisiones de CO<sub>2</sub>** a la atmosfera cuidando así de nuestro planeta.

# Conclusiones

- La geotermia fría es una realidad en términos de eficiencia (ahorros del 60 hasta el 100% en consumos de energía) y en las posibilidades de acceso a las energías renovables.
- Los costos de inversión iniciales se van amortizando con base en los ahorros en el pago de electricidad.
- La geotermia de baja entalpía genera impacto positivo en el medio ambiente al no generar huella de carbono.
- Es posible generar calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, con la misma bomba de calor y de manera ininterrumpida.





# *Gracias!*

Alberto Ortiz Fernández  
[alberto.ortiz@saggsas.com](mailto:alberto.ortiz@saggsas.com)  
+57 317 636 3781

