



DICIEMBRE 2009

GEOTERMIA

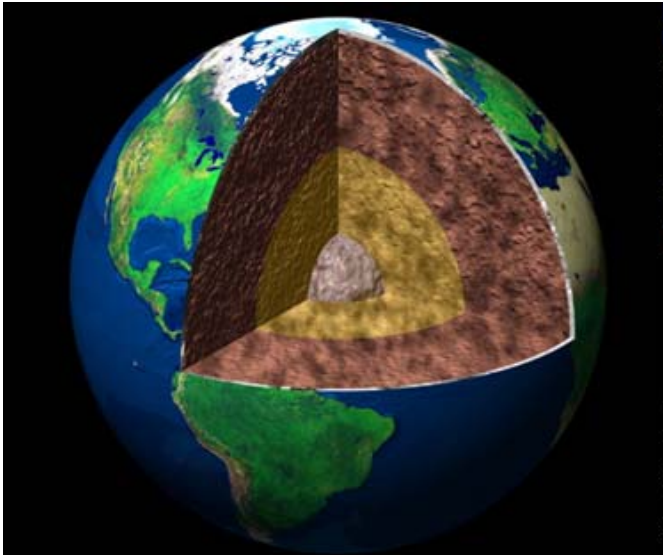


INDICE



- Principios de la Geotermia
- La bomba de calor
- Aplicaciones
- Sistemas Geotérmicos
- Bombas de calor geoTHERM
- Principio de funcionamiento
- Kit frío/calor y sistema cascada.
- Tipos de captadores
- Diseño de instalaciones
- Esquemas hidráulicos
- Conclusiones

¿Qué es la energía Geotérmica?

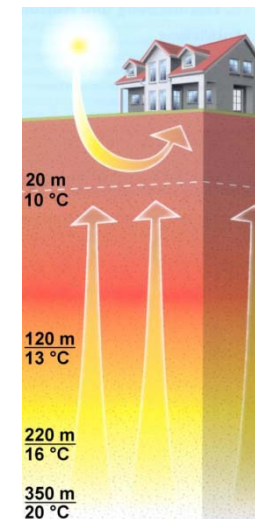
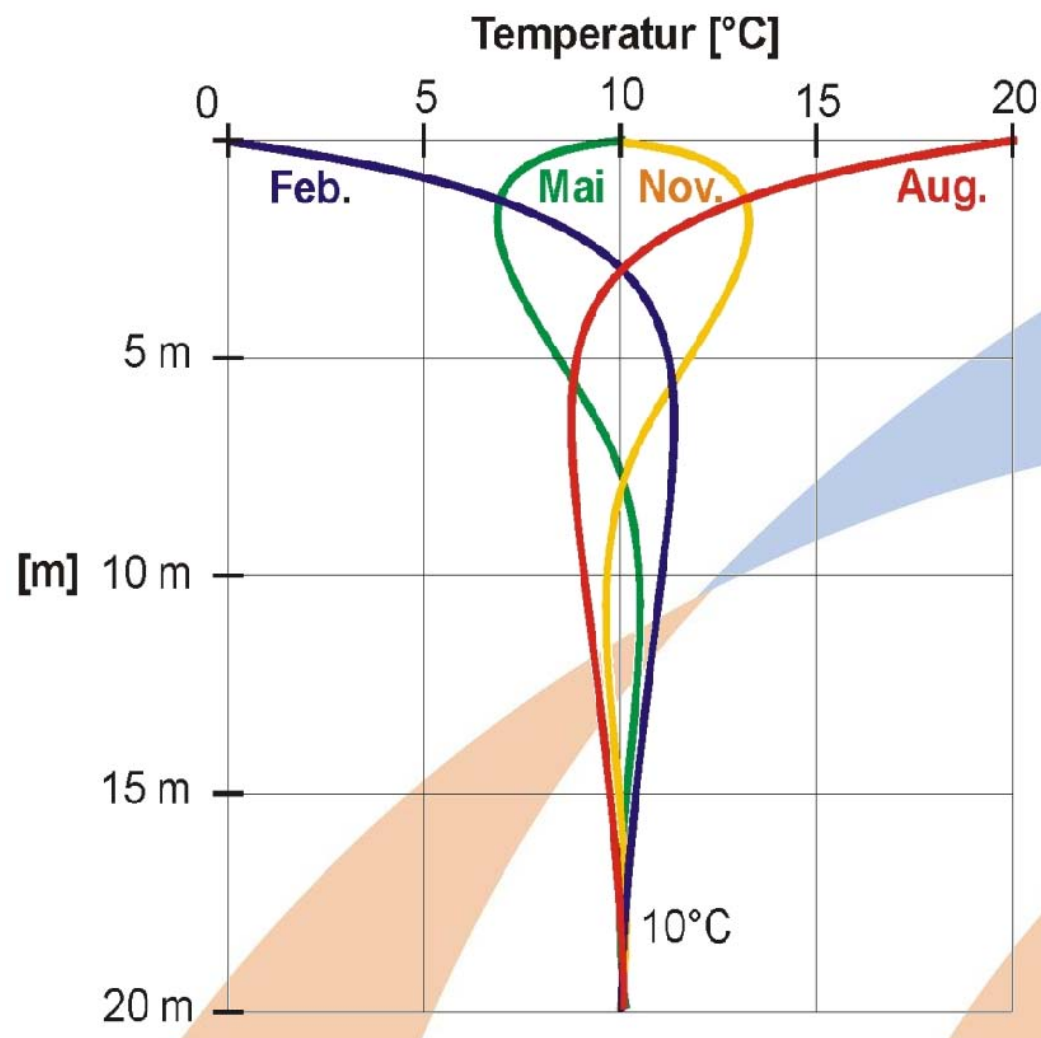


- Aprovechamiento del **calor** “geotérmico” de la capa superficial de la **Tierra**.
- El **calor** proviene del centro del **planeta** (temperatura 4.200°C aprox) y del **Sol**.



- **Fuente inagotable** de energía para climatizar la vivienda, durante el día o la noche, en invierno o verano, sin importar las **condiciones externas**.

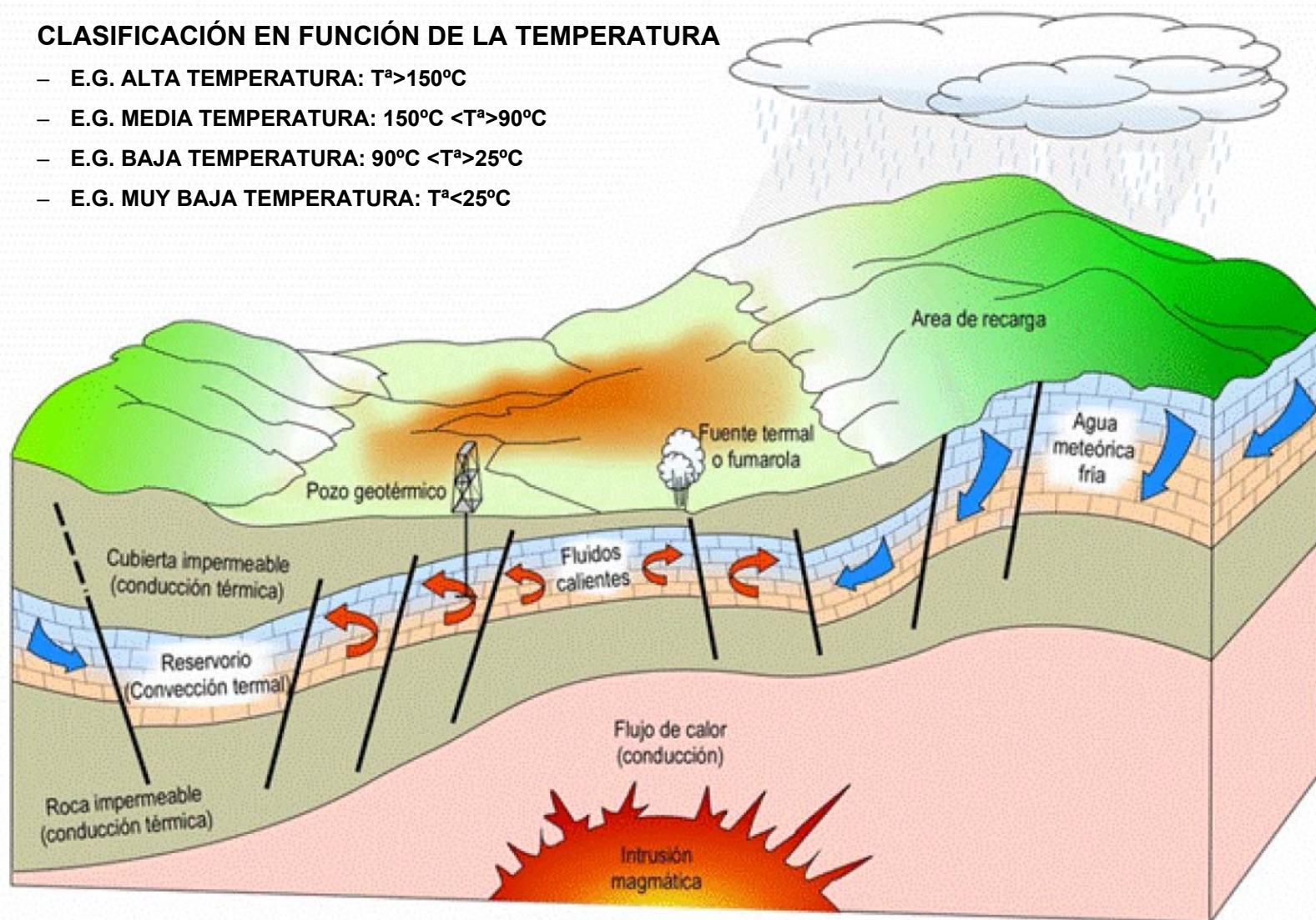
Variación de la temperatura del terreno lo largo del año



La tierra

CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

- E.G. ALTA TEMPERATURA: $T^a > 150^{\circ}\text{C}$
- E.G. MEDIA TEMPERATURA: $150^{\circ}\text{C} < T^a > 90^{\circ}\text{C}$
- E.G. BAJA TEMPERATURA: $90^{\circ}\text{C} < T^a > 25^{\circ}\text{C}$
- E.G. MUY BAJA TEMPERATURA: $T^a < 25^{\circ}\text{C}$



La cantidad de energía que la tierra emite al espacio, por día, es equivalente a cuatro veces las necesidades de energía de la humanidad



30.6.2007 C 146/11 Diario Oficial de la Unión Europea

Aprobado en su 68 Pleno celebrado los días 13 y 14 de febrero de 2007 (sesión del 13 de febrero)

Dictamen del Comité de las Regiones **«Política de la vivienda y política regional»**

*... a la hora de crear infraestructuras de vivienda, los planificadores deben considerar desde un principio opciones sostenibles desde el punto de vista medioambiental. Por ejemplo, **la instalación de sistemas de calefacción geotérmica para el agua no sólo resulta eficiente desde el punto de vista energético, sino que reducirá los costes de la calefacción** ...*

La geotermia es considerada en Europa como **fuentes de energía renovable**



BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA



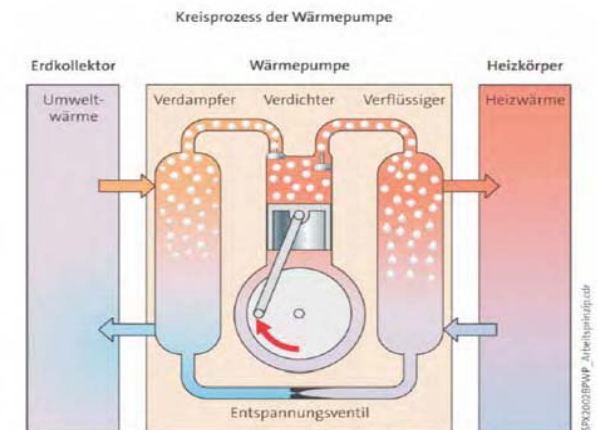
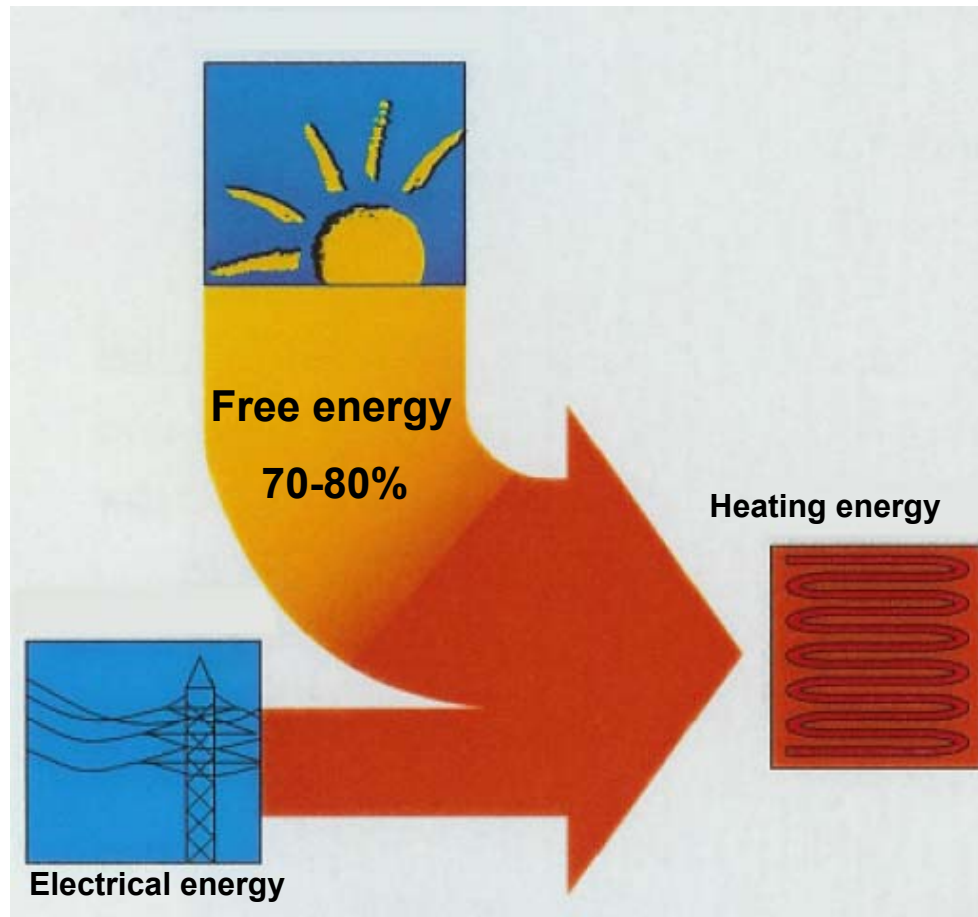
¿Qué es una bomba de calor?

Una BOMBA DE CALOR es una máquina que permite transferir calor de un foco frío a un foco caliente. Para lograr esa acción es necesario un aporte de trabajo dado que el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualan.

Para el funcionamiento de las bombas de calor se utilizan diversos fenómenos físicos, siendo los más comunes la compresión de un gas y el cambio de estado entre sus fases gas y líquido.



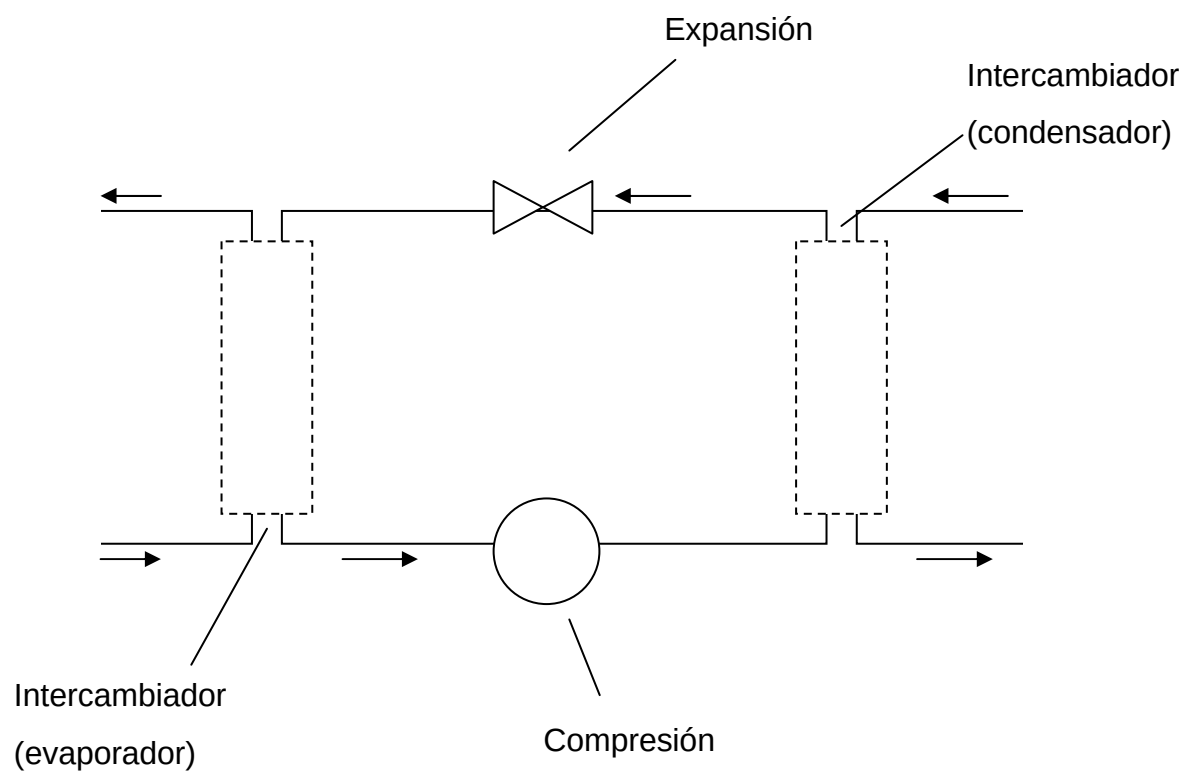
La Bomba de Calor





Funcionamiento de la bomba de calor

Funcionamiento de la bomba de calor



TIPOS: AIRE-AIRE, AIRE-AGUA, AGUA-AGUA.....



DEFINICIÓN DE COP (COEFICIENTE OF PERFORMANCE)

El COP es una relación entre la producción de calor y el consumo de energía

$$COP = \frac{Calor}{Trabajo_desde_exterior}$$

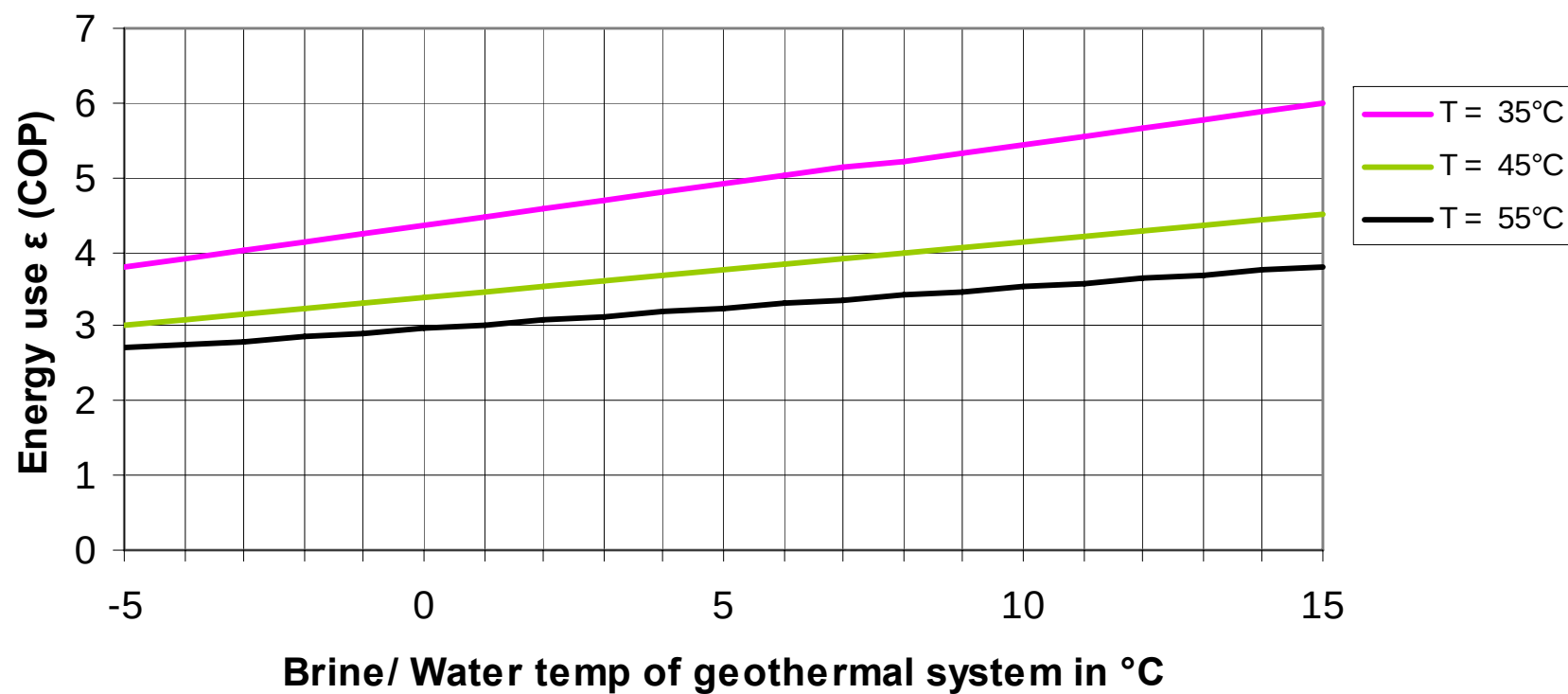
Ej: COP = 4

Por cada kW consumido de electricidad obtenemos 4 kW de calor para la vivienda.

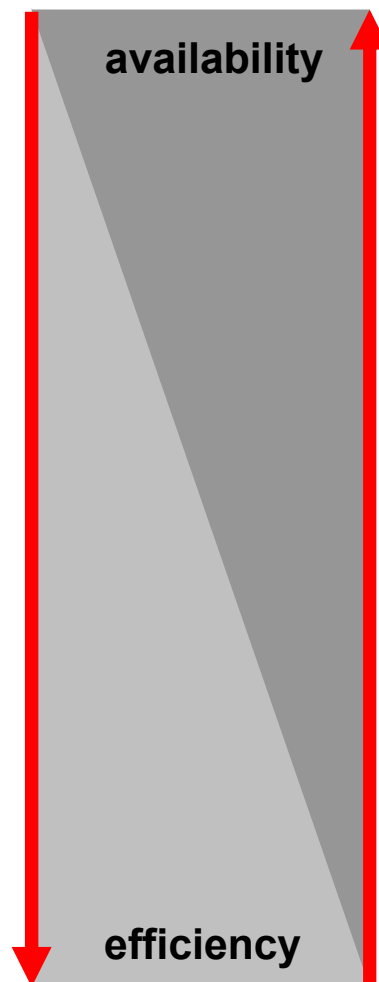
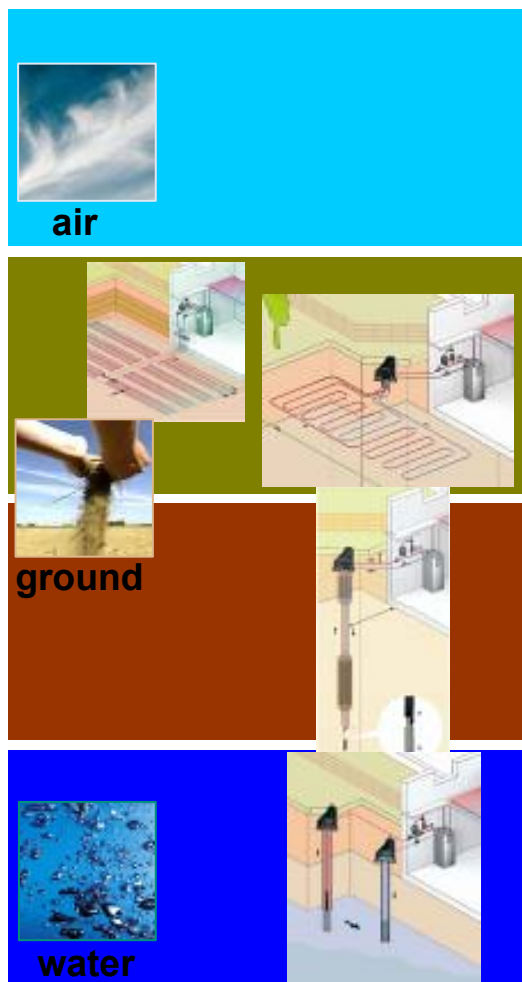
Con el COP medimos el rendimiento de la bomba de calor



VARIACIONES DEL COP



Bombas de calor



Disponibilidad:

- + Disponible en casi todas partes
- Baja eficiencia debido a la alta variación de temperatura y de bajo calor específico de la capacidad de transporte de calor

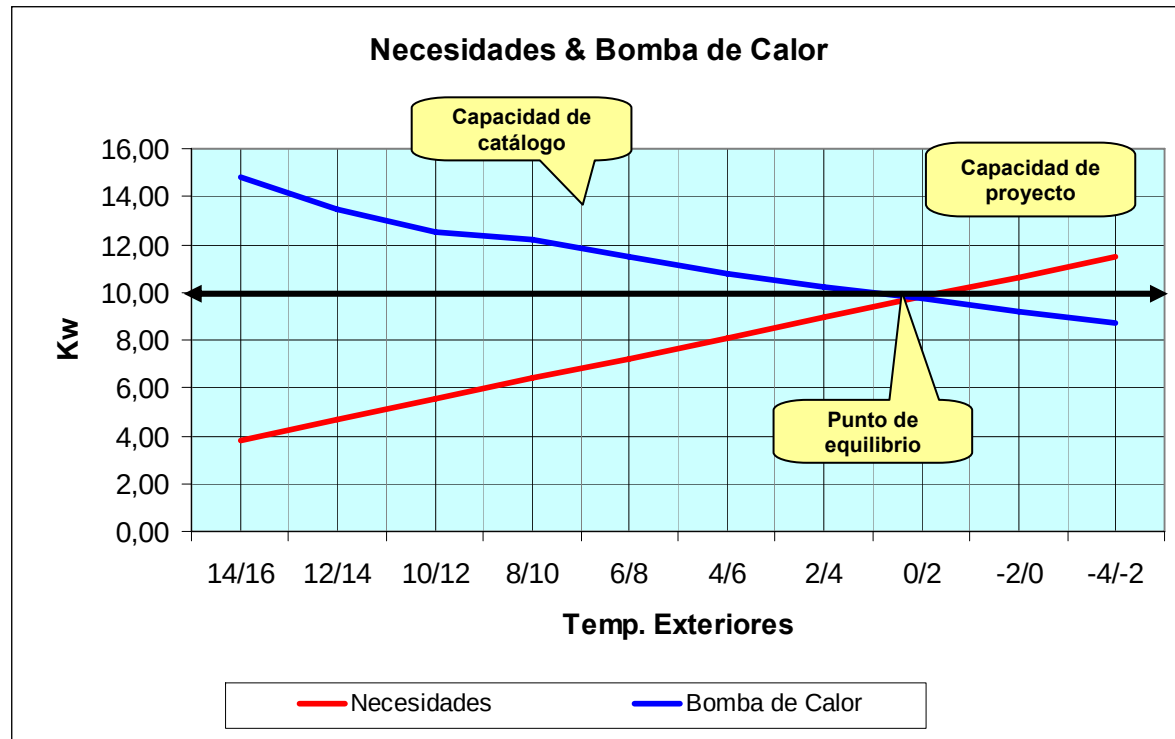
Eficiencia:

- Mayor inversión
- + Alta eficiencia debido a la casi constante la temperatura y la mayor capacidad de calor específico portador del calor

Selección de la bomba de calor

- La mayor problemática que tiene una bomba de calor por aire es su selección, si la unidad esta correctamente seleccionada su trabajo puede ser totalmente efectiva entre -10°C y $+45^{\circ}\text{C}$
- Siempre que se seleccione una bomba de calor deben tenerse en cuenta la temperatura de proyecto y seleccionar la misma basándose en dicha temperatura.
- Energéticamente es preferible NO seleccionar una bomba de calor para la carga máxima y obtener esta mediante un apoyo

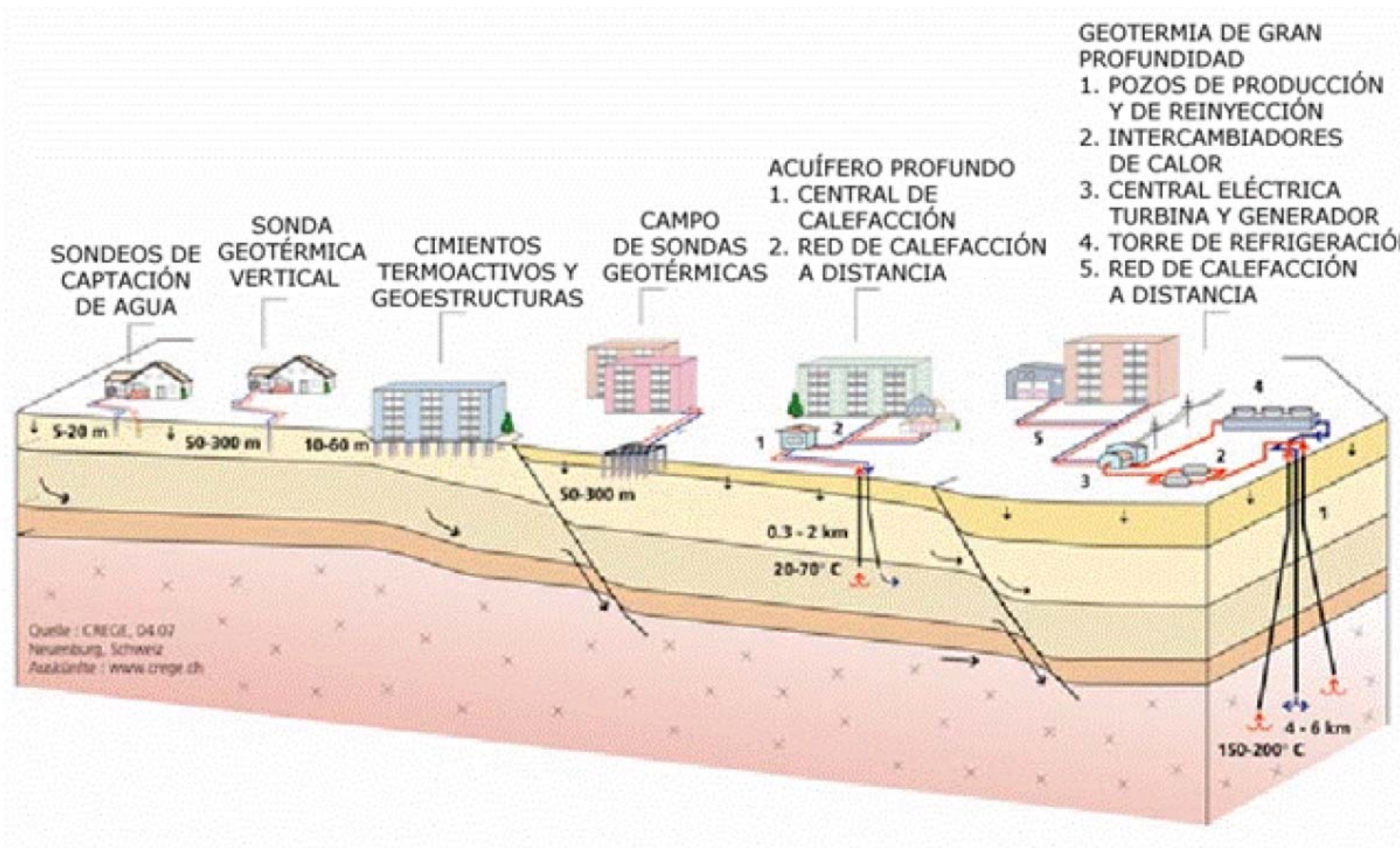
- Puede observarse el mejor comportamiento estacional de las bombas de calor geotérmicas frente a las aire-agua





APLICACIONES DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA





Geotermia de alta temperatura > 150° C

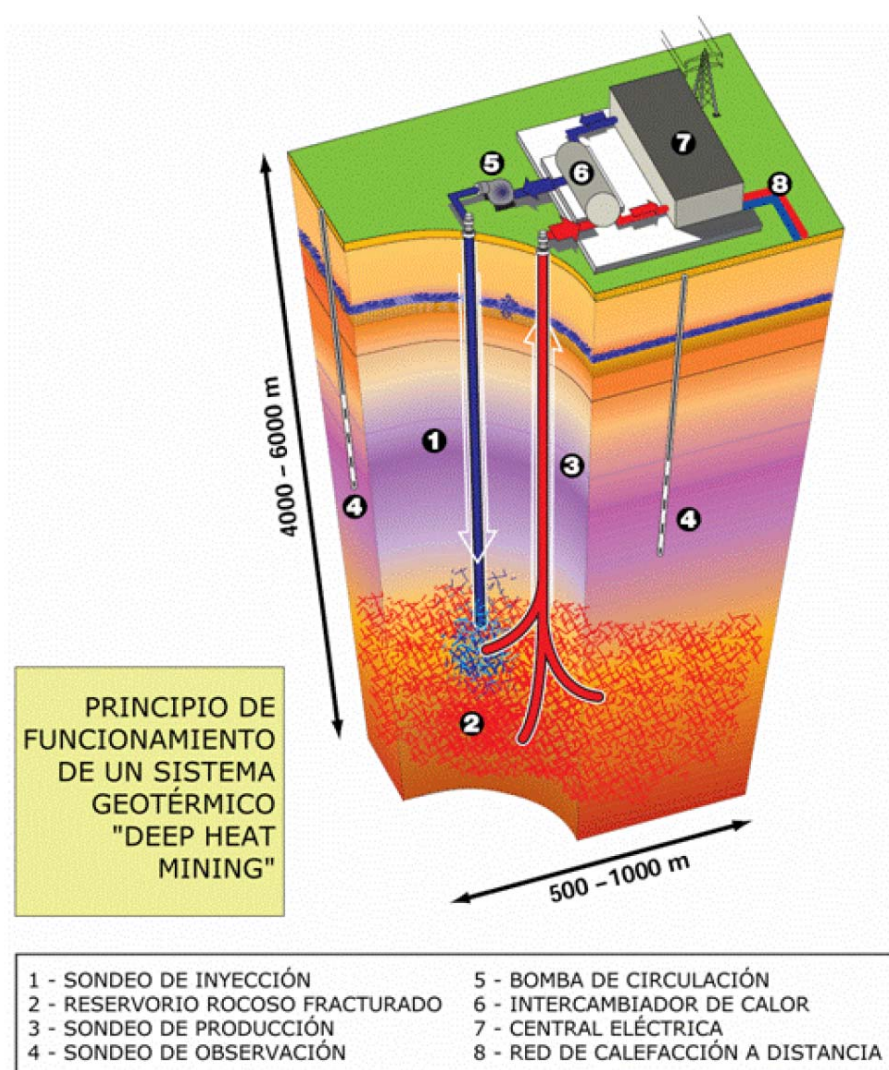
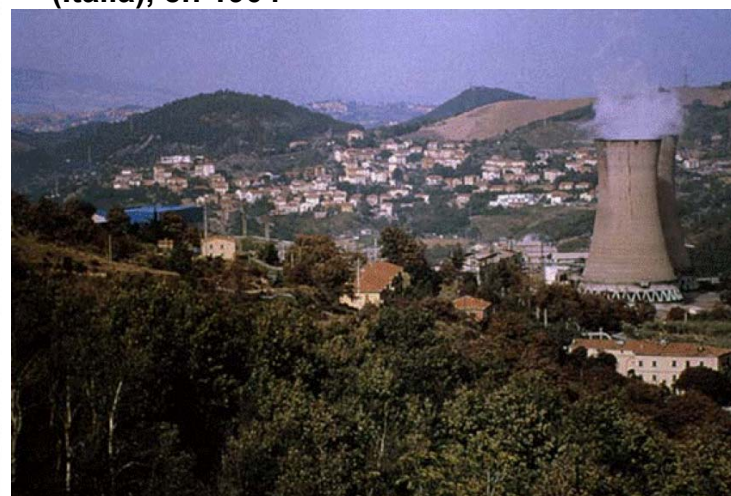


Figura 3.8. Representación esquemática de un Sistema Geotérmico Estimulado.
(Fuente: Infos-Géothermie n° 2. Suisse énergie. 2002).



Primera instalación de generación de energía eléctrica de origen geotérmico en Larderello (Italia), en 1904



Después de 100 años el Campo geotérmico de Larderello continúa productivo.

Aplicaciones alta temperatura



Aplicaciones industriales y Deshielo



Fuente: White, B. New Zealand Association.2006

Kawerau (Nueva Zelanda)

Inicio:1958

2 Plantas: 5,9 MW

Uso: 5.316 TJ/año



Fuente: Bose,J.E. et al. Oklahoma State University

Oklahoma State University

Aplicaciones baja temperatura

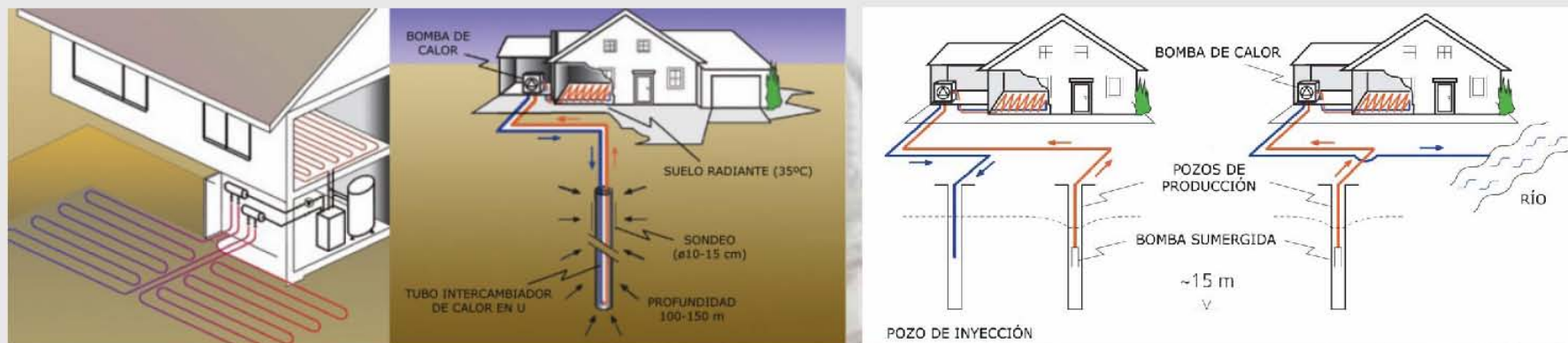


Spas, Calefacción y ACS



Fuente: Geothermal Education Office

MUY BAJA TEMPERATURA

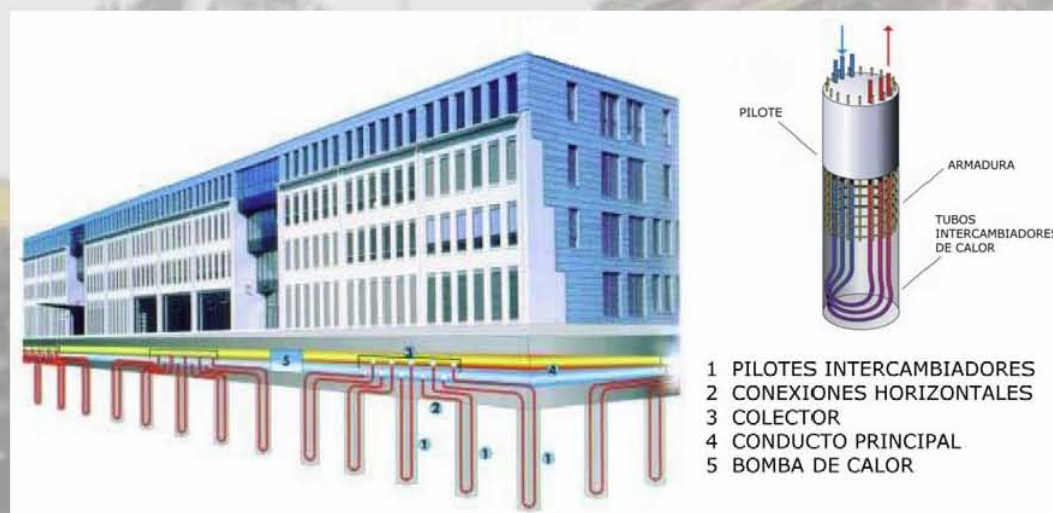


Fuente: Infos-Géothermie, Suisse énergie

Captadores horizontales

Sondas geotérmicas

Sondeos de captación de agua



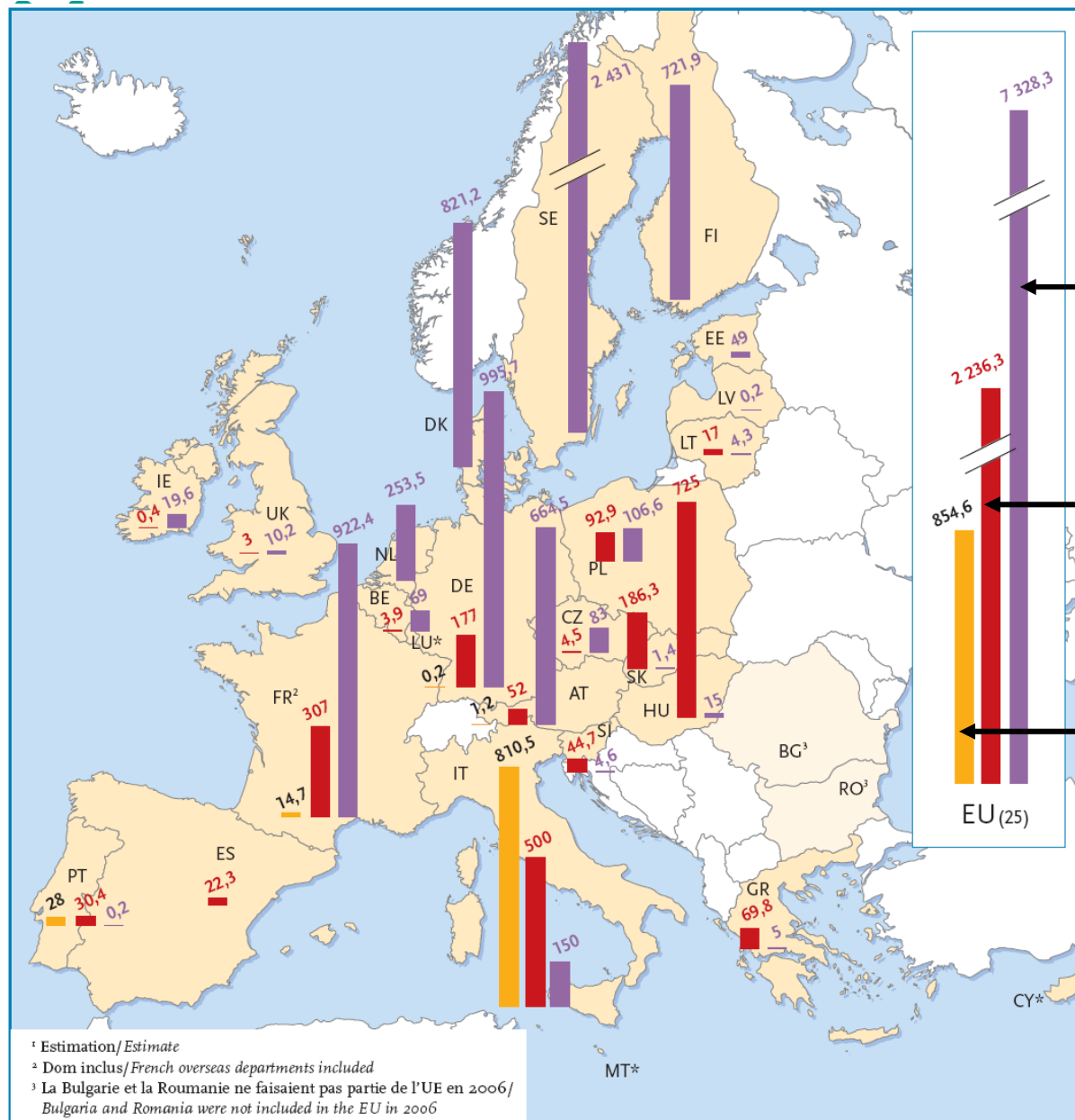
Fuente: Geothermal energy and heat storage, Pahud, D.

Cimientos geotérmicos



Fuente: Géothermie-Perspectives de l'ADEME et du BRGM

Pozos canadienses



¹ Estimation/Estimate

² Dom inclus/French overseas departments included

³ La Bulgarie et la Roumanie ne faisaient pas partie de l'UE en 2006/
Bulgaria and Romania were not included in the EU in 2006

EUR-OBSERV'ER 2007



Bombas de Calor Geotérmicas en MWt

Uso directo para calefacción en MWt

Centrales eléctricas Geotérmicas en MWt

■ ■ ■ Austria



- Las bombas de calor instaladas actualmente en Austria ahorran por año 241.163 Tm de gasoil.
- Esto equivale a unos 5.742 camiones de suministro de gasoil.
- A esto hay que sumar la reducción de emisiones de CO₂ de 681.000Tm/año.
- Ahorro por familia: 2000 litros gasoil al año
- Reducción emisiones de CO₂ por familia: 5200 kg/año



Comparativa de emisiones sobre energía primaria

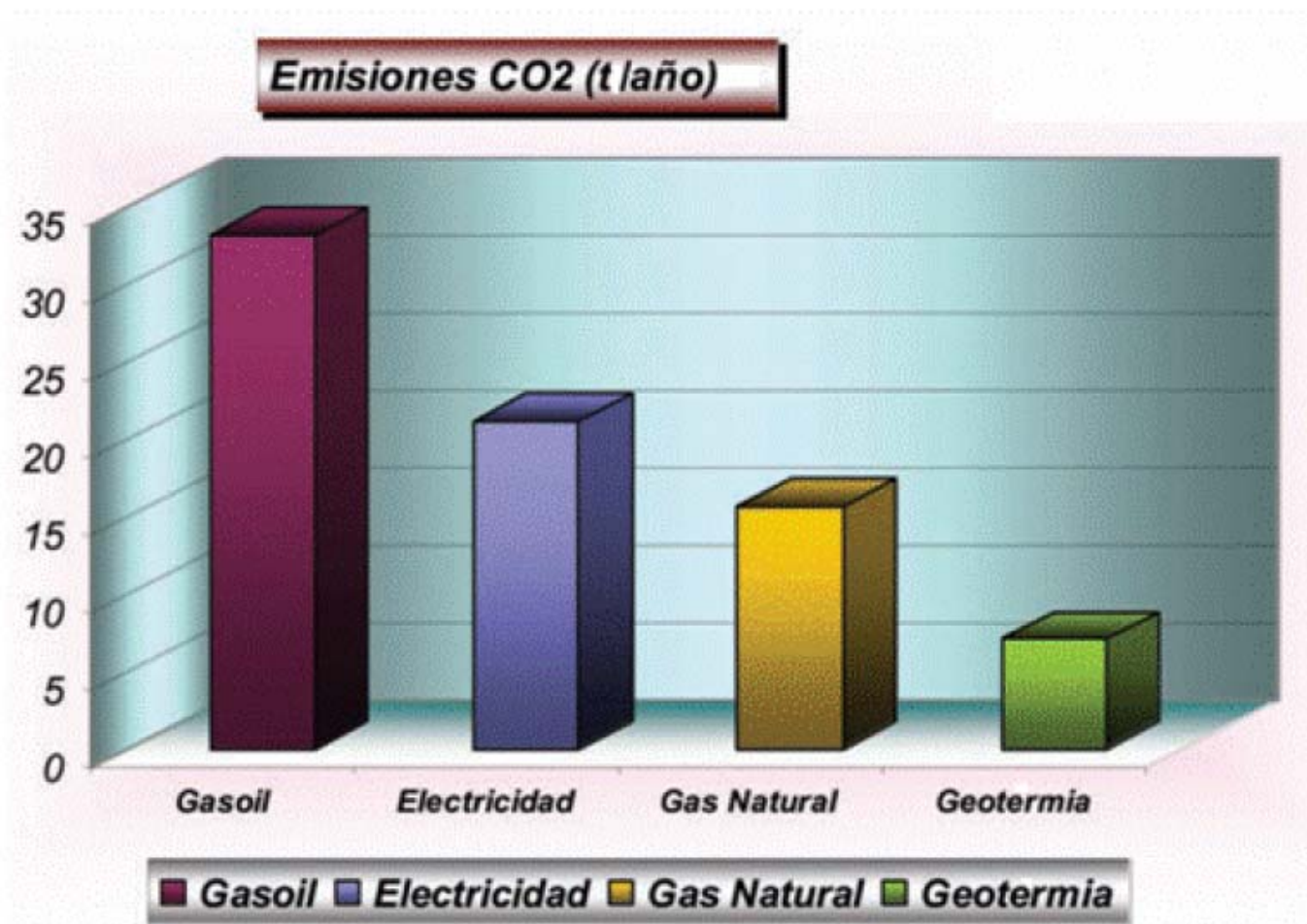


Figura 2.5. Emisiones de CO₂ con diferentes fuentes de energía en una vivienda-tipo de 150 m².

(Fuente: Calor Natural. Ruiz J. 2007).

■ ■ ■ Ventajas de la bomba de calor geotérmica.

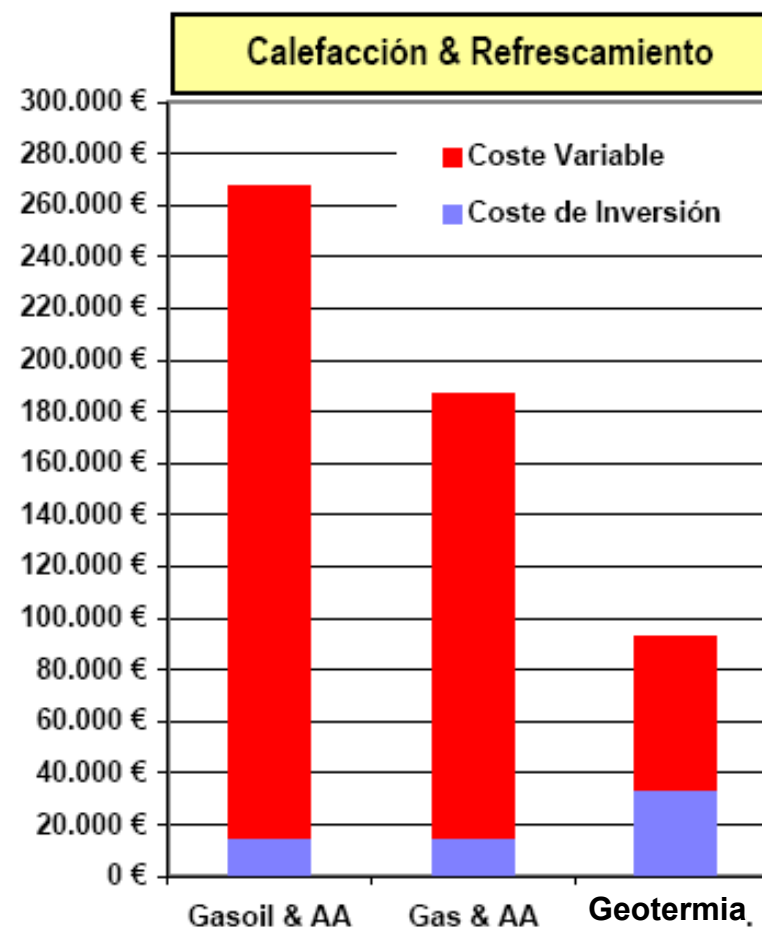
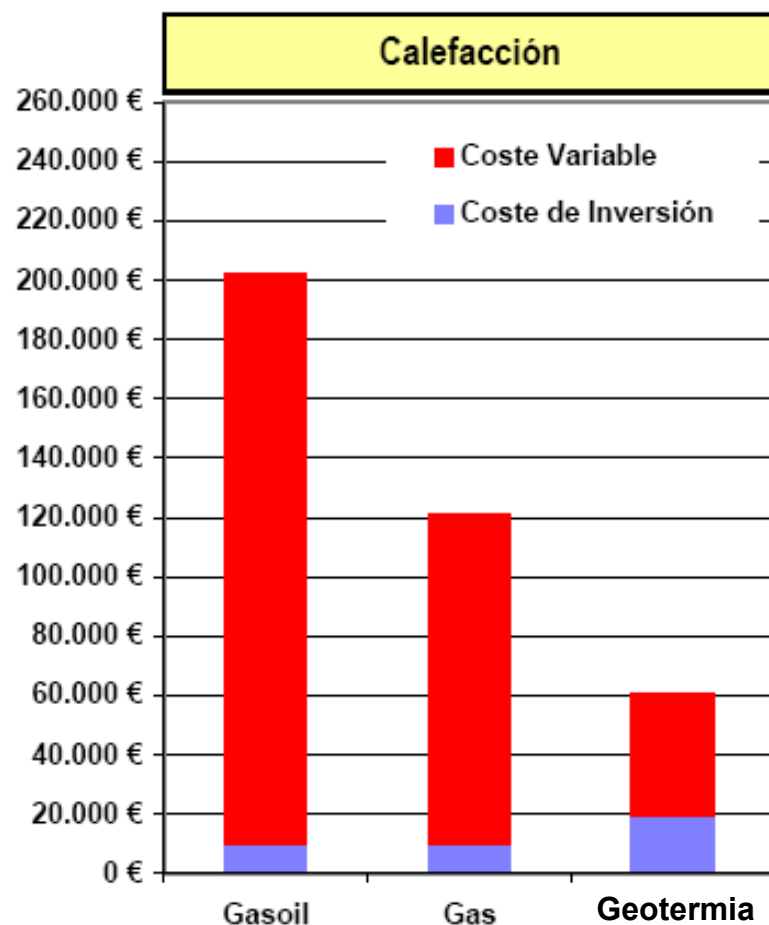
- Ahorro energético (hasta 75% en calor y máximo de 85% en frio).
- Ahorro consumo energía eléctrica (pagamos menos por el mismo confort)
- Sin necesidad de acopio de combustibles sólidos, líquidos, pellets, madera....
- Sencillo funcionamiento y sin peligro (sin depósito de gasoil o gas, sin necesidad de protección contra fuego,...)
- Sin humos, sin polvo, sin hollín, etc....
- Alto confort térmico debido a la generación a bajas temperaturas
- Mantenimiento
- Aprovechamiento de una energía renovable y sostenible.

Estudio comparativo anual

	Geotermia	Gas Natural+Panel Solar
Requerimiento de energía primaria para vivienda	45.475 kWh/año	45.475 kWh/año
Consumo ACS	4.000 kWh/año	4.000 kWh/año
Ahorro conseguido	35.790 kWh/año	2.400 kWh/año ⁽¹⁾
Consumo Real Final ⁽²⁾	13.685 kWh/año ⁽³⁾	47.075 kWh/año
Emisiones de CO ₂	4.694 kg CO _{2eq} ⁽⁴⁾	9.490 kg CO ₂ ⁽⁵⁾

- (1) Según el CTE para la zona objeto del estudio, la energía solar aporta el 60% del ACS. El resto ha de suministrarse con la fuente de energía primaria que posea la vivienda.
- (2) No se han tenido en cuenta sistemas auxiliares de circulación.
- (3) Corresponde al consumo eléctrico de la bomba de calor y resistencia de apoyo.
- (4) Factor de emisión: 0,343 kg CO_{2eq}/kWh correspondiente al año 2007. Fuente: WWF Adena.
- (5) Factor de emisión: 56 tCO₂/TJ. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

1. COSTE REAL EN SU CICLO DE VIDA COMPLETO





SISTEMAS GEOTÉRMICOS





Sistemas basados en REFRIGERANTE

VENTAJAS

Ausencia de ruidos

A.C.S

Sin máquina en el exterior

DESVENTAJAS

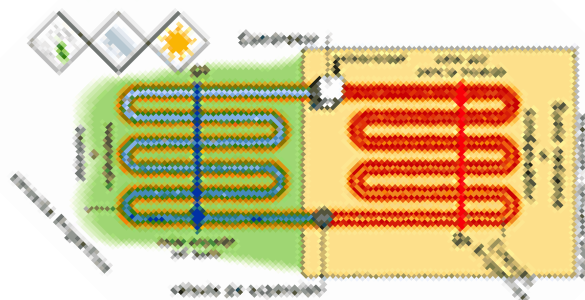
Difíciles de instalar

Rendimiento muy condicionado

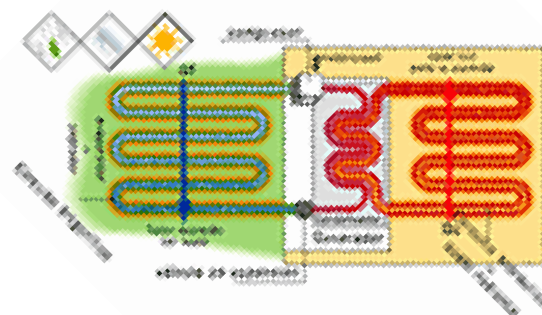
Alto volumen de refrigerante

Alto riesgo de averías

Imposible de determinar el COP/EER



Directo



Semi Directo

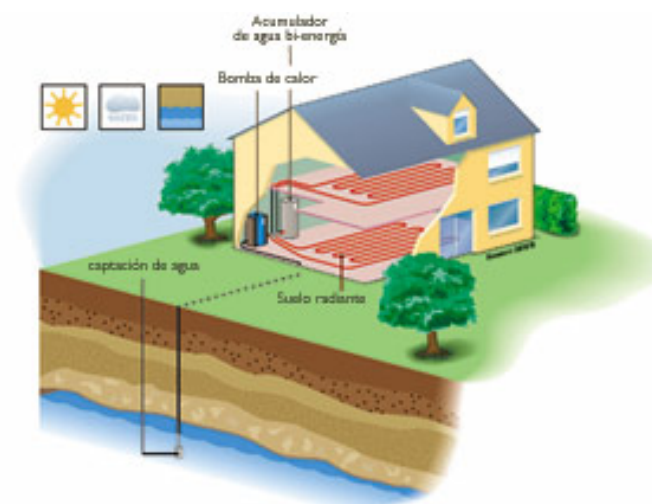
Sistemas basados en AGUA

VENTAJAS

- Fácil instalación y rápida
- Instalación económica
- Muy alto rendimiento (COP/EER)
- Ausencia de ruidos
- A.C.S
- Sin máquina en el exterior

DESVENTAJAS

- Problemas en España
- Alto riesgo de:
 - Suciedad
 - Incustraciones
- Riesgo de agotamiento del acuífero



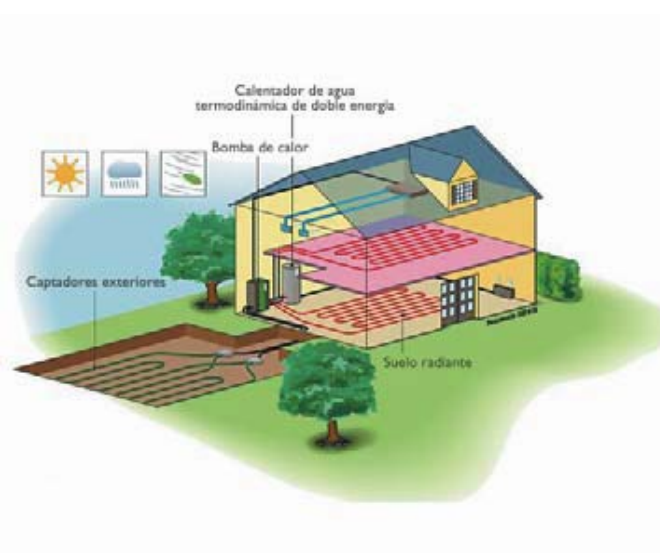
Sistemas basados en TIERRA

VENTAJAS

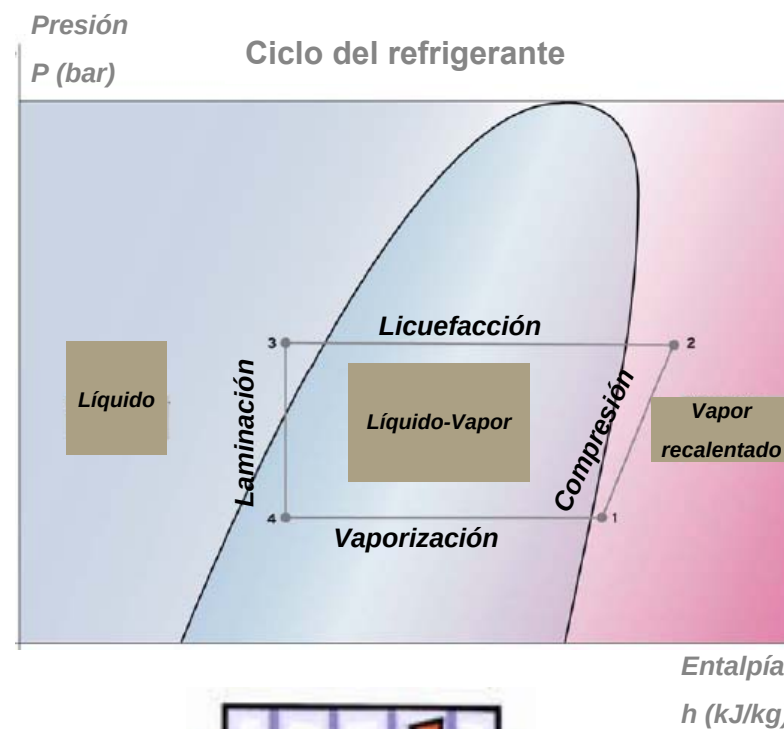
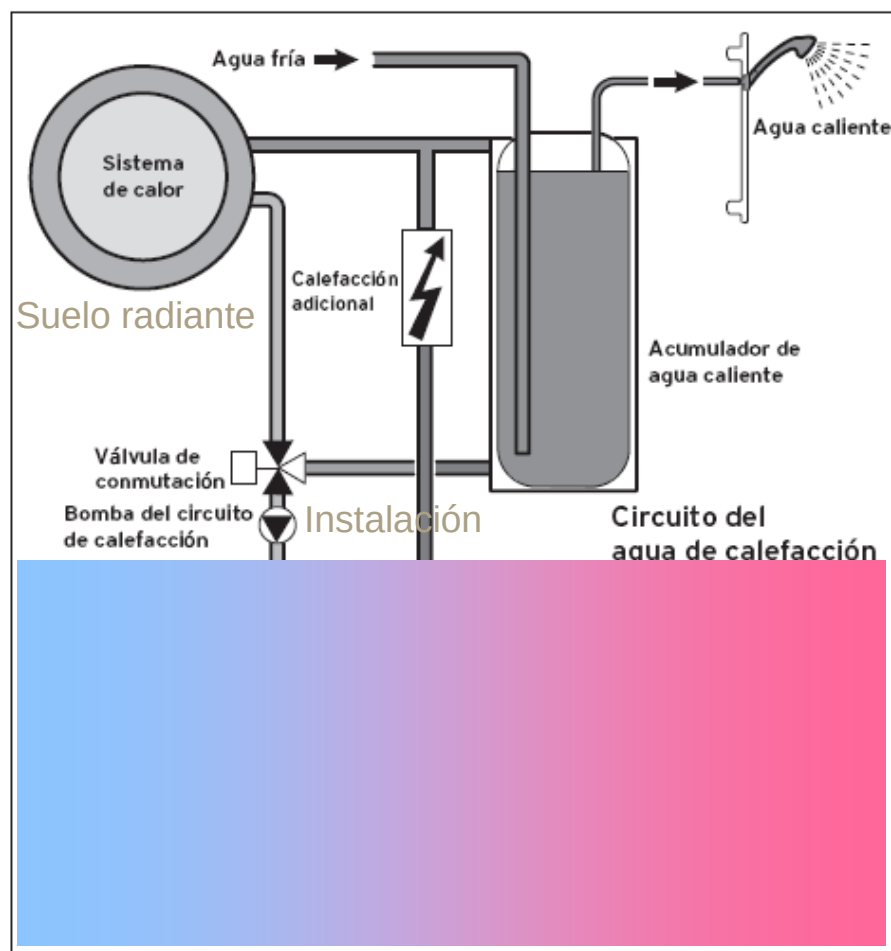
Rendimientos MUY estables
Alto rendimiento (COP/EER)
Ausencia de ruidos
A.C.S
Sin máquina en el exterior

DESVENTAJAS

Instalación compleja
Costo de la instalación



Principio de funcionamiento de la bomba de calor geotérmica



Principio de funcionamiento de la bomba de calor geotérmica



En invierno el intercambiador absorbe el calor del suelo proporcionando calefacción en el interior.

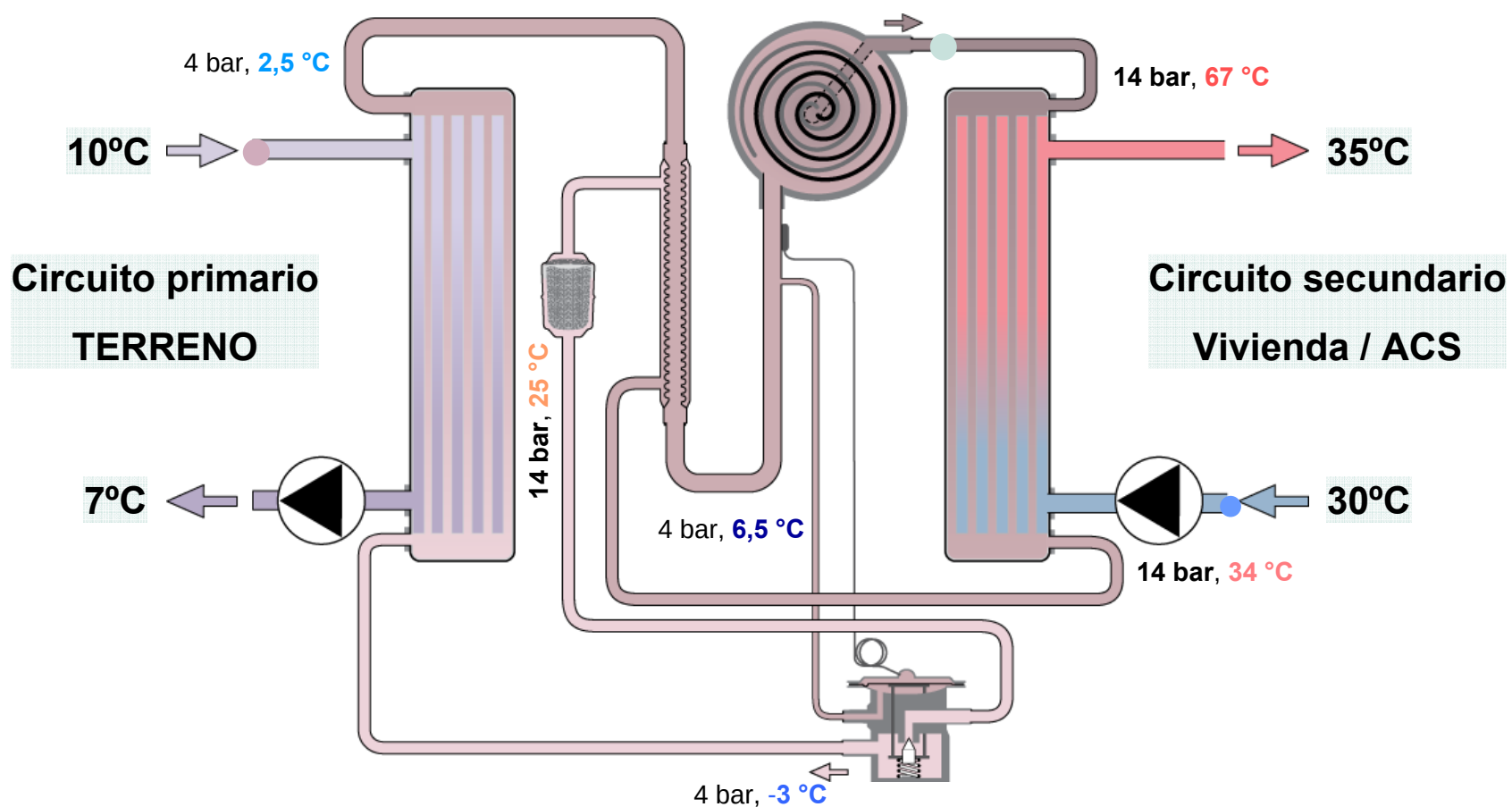


En verano el intercambiador cede calor al suelo proporcionando refrigeración.

La bomba de calor geotérmica **absorbe calor** del terreno en periodo de calefacción a través de un conjunto de tuberías enterrado en el exterior para cederlo en la instalación interior. En periodo de refrigeración **cede el calor** extraído en la instalación interior al terreno.

Los sistemas geotérmicos reversibles mejoran la recuperación del terreno al calentar en verano el terreno enfriado durante el periodo de calefacción.

Funcionamiento geoTHERM



Bomba de calor geotérmicas Vaillant



Modelos bombas Geotérmicas Vaillant

geoTHERM exclusiv



Bomba de calor para calefacción con refrescamiento pasivo y depósito de ACS integrado (6,8,10 kW)

geoTHERM



Bomba de calor para calefacción con válvula de inversión para ACS (6,8,10,14,17 kW)

geoTHERM pro



Bomba de calor para calefacción de gran potencia (22,30,38,46 kW)

Bombas de Calor para calefacción geoTHERM VWS

Características del producto

- Producción de calefacción y A.C.S.
- **Bomba de Calor con compresor Scroll**, moderna y resistente
- Unidad de control del consumo de energía con sonda exterior y una pantalla amplia para la indicación de los gráficos
- **Resistencia eléctrica auxiliar** disponible con 2/4/6 kW según modelos
- Recirculador de primario
- Recirculador de secundario (salvo en geoTHERM pro)
- Válvula de 3-vías para la producción de ACS (salvo en geoTHERM pro)
- Intercambiadores de placas de alta calidad en acero inoxidable
- Limitador de corriente de arranque (salvo VWS 141/2 y VWS 171/2)

Con geoTHERM **exclusive**:

- Deposito serpentín de 175 l ACS fabricado en acero inoxidable
- Passive Cooling.



geoTHERM VWS

geoTHERM exclusiv

		VWS 63/2	VWS 83/2	VWS 103/2
Nº pedido		0010005504	0010005505	0010005506
Precio en tarifa	EUR*	9.100,00	9.500,00	9.900,00
Datos técnicos				
Potencia térmica (B0W35 Δ T5K según la EN 14511)	kW	5,9	8,0	10,4
Consumo de potencia	kW	1,4	1,9	2,4
Índice de rendimiento (COP)		4,3	4,3	4,4
Potencia pasiva de refrigeración	kW	3,8	5	6,2
Tensión nominal del circuito de mando		230 V/50 Hz, 1/N/PE~		
Tensión nominal del compresor		230 V/50 Hz, 1/N/PE~		
Tensión nominal de la calefacción adicional		230 V/50 Hz, 1/N/PE~		
Potencia eléctrica de la calefacción adicional	kW	8/4	8/4	8/4
Corriente de arranque sin limitador	A	58	76	97
Corriente de arranque con limitador incluido	A	< 45	< 45	< 45
Caudal nominal del circuito de calefacción	l/h	1.061	1.375	1.803
Alt. de presión res. del circuito de calefacción, Δ T=5K	mbar	386	324	399
Caudal nominal del circuito de la fuente de calor	l/h	1.453	1.936	2.530
Alt. de presión res. del circuito de la fuente de calor, Δ T=3K	mbar	335	277	216
Temp. del circuito de calefacción (mín./máx.)	°C	25/62	25/62	25/62
Temp. del circuito de la fuente de calor (mín./máx.)	°C	-10/20	-10/20	-10/20
Conexión de salida/retroceso de la calefacción		G 11/4/Ø28 mm	G 11/4/Ø28 mm	G 11/4/Ø28 mm
Conexión de salida/retroceso de la fuente de calor		G 11/4/Ø28 mm	G 11/4/Ø28 mm	G 11/4/Ø28 mm
Conexión entre agua fría y caliente		R 3/4	R 3/4	R 3/4
Contenido de agua potable del depósito de agua caliente	l	175	175	175
Presión de servicio máx.	mbar	10	10	10
Temp. máx. con bomba de calor	°C	55	55	55
Temp. máx. con bomba de calor + calefacción adicional	°C	75	75	75
Nivel de potencia sonora	dB (A)	48	49	50
Dimensiones de la bomba de calor				
Alto	mm	1.800	1.800	1.800
Ancho	mm	600	600	600
Profundidad	mm	835	835	835
Profundidad sin columna (medida de introducción)	mm	650	650	650
Peso (sin embalaje)	kg	206	214	217

(*) IVA no incluido. Precio recomendado no vinculante.

Indicación: Las dimensiones y datos característicos se corresponden con la nueva norma EN 14511. Dado que dicha nueva norma contiene modificaciones esenciales, los valores no pueden equipararse directamente con su predecesora, la EN 255.



geoTHERM

Descripción		VWS 61/2	VWS 81/2	VWS 101/2	VWS 141/2	VWS 171/2
Nº pedido		0010005501	0010005502	0010005503	0010002781	0010002782
Precio en tarifa	EUR*	7.100,00	7.500,00	7.900,00	8.500,00	9.100,00
Datos técnicos						
Potencia térmica (B0W35 □T5K según la EN 14511)	kW	5,9	8,0	10,4	13,8	17,3
Consumo de potencia	kW	1,4	1,9	2,4	3,2	4,1
Índice de rendimiento		4,3	4,3	4,4	4,3	4,3
Tensión nominal del circuito de mando		230 V/50 Hz, 1/N/PE~			230 V/50 Hz, 1/N/PE~	
Tensión nominal del compresor		230 V/50 Hz, 1/N/PE~			400 V/50 Hz, 3/N/PE~	
Tensión nominal de la calefacción adicional		230 V/50 Hz, 1/N/PE~			400 V/50 Hz, 3/N/PE~	
Potencia eléctrica de la calefacción adicional	kW	2,4	2,4	2,4	6	6
Corriente de arranque sin limitador	A	58	76	97	64	74
Corriente de arranque con limitador incluido	A	< 45	< 45	< 45	< 25	< 25
Caudal nominal del circuito de calefacción	l/h	1.061	1.375	1.803	2.371	2.973
Alt. de presión res. del circuito de calefacción, □T=5K	mbar	386	324	399	345	313
Caudal nominal del circuito de la fuente de calor	l/h	1.453	1.536	2.530	3.334	3.939
Alt. de presión res. del circuito de la fuente de calor, □T=3K	mbar	385	277	216	252	277
Temp. del circuito de la fuente de calor (mín./máx.)	°C	25/62	25/62	25/62	25/62	25/62
Temp. del circuito de la fuente de calor (mín./máx.)	°C	-10/20	-10/20	-10/20	-10/20	-10/20
Conexión de salida/retroceso de la calefacción				G 11/4/Ø28 mm		
Conexión de salida/retroceso de la fuente de calor				G 11/4/Ø28 mm		
Nivel de potencia sonora dB (A)		49	51	53	52	53
Dimensiones de la bomba de calor:						
Alto	mm	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Ancho	mm	600	600	600	600	600
Profundidad	mm	835	835	835	835	835
Profundidad sin columna (medida de introducción)	mm	650	650	650	650	650
Peso (sin embalaje)	kg	141	148	152	172	179

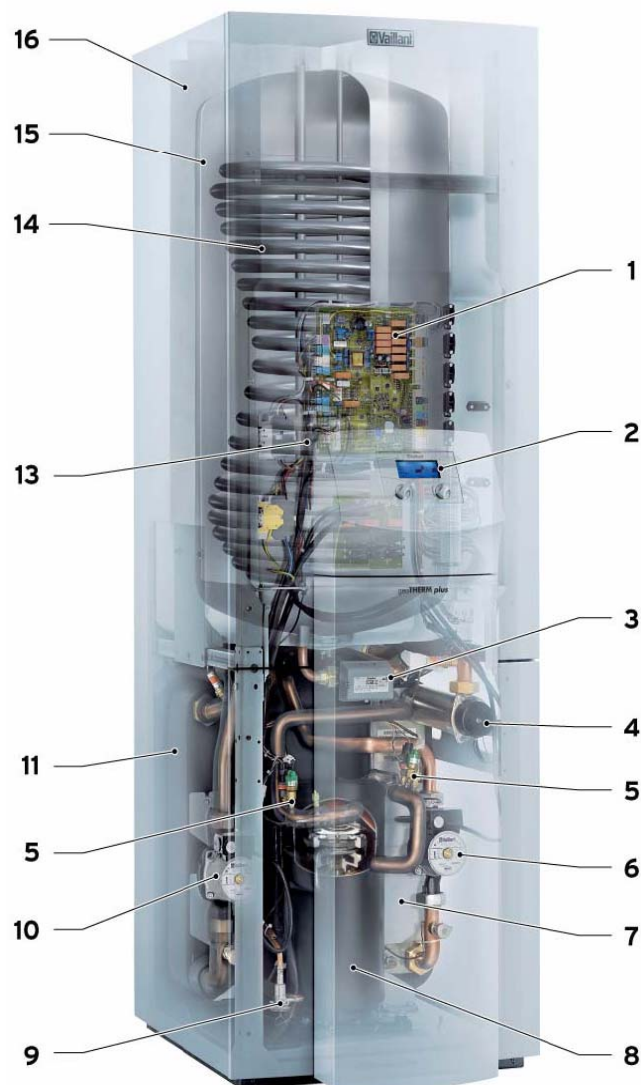
(*) IVA no incluido. Precio recomendado no vinculante.



geoTHERM pro

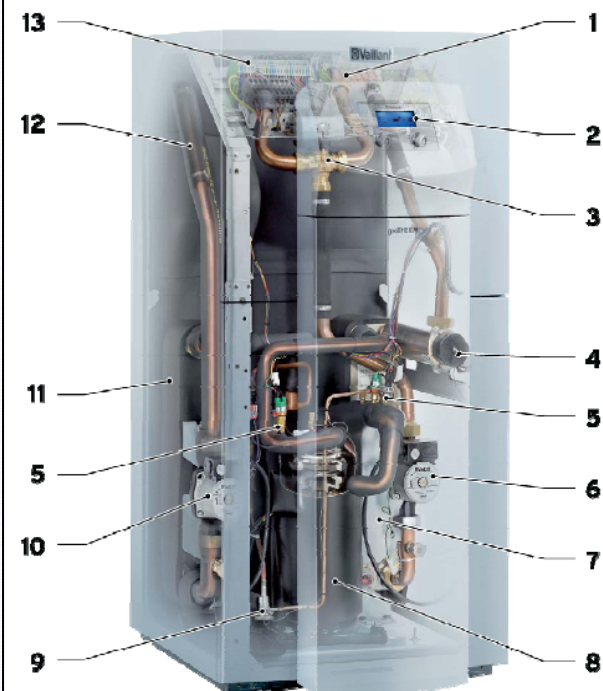
		VWS 220/2	VWS 300/2	VWS 380/2	VWS 460/2
Nº pedido		0010002797	0010002798	0010002799	0010002800
Precio en tarifa	EUR*	12.700,00	13.100,00	14.700,00	16.000,00
Datos técnicos					
Potencia térmica (BOW35 □T5K según la EN 14511)	kW	21,6	29,9	38,3	45,9
Consumo de potencia	kW	5,1	6,8	8,8	10,6
Índice de rendimiento		4,3	4,4	4,4	4,4
Tensión nominal del circuito de mando			230 V/50 Hz, 1/N/PE~		400 V/50 Hz, 3/N/PE~
Tensión nominal del compresor				400 V/50 Hz, 3/N/PE~	
Tensión nominal de la calefacción adicional				400 V/50 Hz, 3/N/PE~	
Tipo de fusible C (inerte)	A	3x20	3x25	3x32	3x40
Corriente de arranque con limitador incluido	A	< 44	< 65	< 85	< 110
Caudal nominal del circuito de calefacción	l/h	3.726	5.160	6.600	7.680
Pérdida de presión interna del circuito de calef., □T=5K	mbar	72	87	132	173
Caudal nominal del circuito de la fuente de calor	l/h	4.858	6.660	8.640	9.840
Alt. de presión res. del circuito de la fuente de calor, □T=3K	mbar	324	275	431	379
Temp. del circuito de calefacción (mín./máx.)	°C	25/62	25/62	25/62	25/62
Temp. del circuito de la fuente de calor (mín./máx.)	°C	-10/20	-10/20	-10/20	-10/20
Conexión de salida/retroceso de la calefacción		G 11/2	G 11/2	G 11/2	G 11/2
Conexión de salida/retroceso de la fuente de calor		G 11/2	G 11/2	G 11/2	G 11/2
Nivel de potencia sonora	dB (A)	N.D	N.D	N.D	65
Dimensiones de la bomba de calor:					
Alto	mm	1.200	1.200	1.200	1.200
Ancho	mm	760	760	760	760
Profundidad	mm	1.100	1.100	1.100	1.100
Profundidad sin columna (medida de introducción)	mm	915	915	915	915
Peso (sin embalaje)	kg	326	340	364	387

(*) IVA no incluido. Precio recomendado no vinculante.



Leyenda:

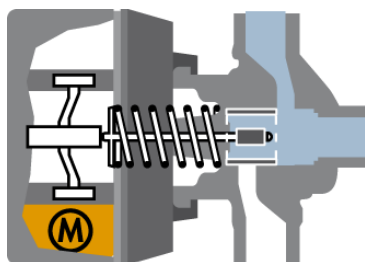
- 1** Circuito impreso con conexiones ProE
- 2** Unidad de equilibrado energético con sonda exterior
- 3** Válvula diversora de A.C.S.
- 4** Resistencia de apoyo eléctrico
- 5** Presostatos
- 6** Bomba de circulación lado bomba de calor
- 7** Condensador intercambiador de placas
- 8** Compresor scroll
- 9** Válvula de expansión
- 10** Bomba circulación lado geotérmico
- 11** Evaporador intercambiador de placas
- 12** Conexiones flexibles, en el modelo sin tanque
- 13** Conexiones eléctricas
- 14** Serpentín de acero inoxidable
- 15** Cilindro de alta capacidad de acero inoxidable
- 16** Aislamiento del tanque en polietileno



geoTHERM exclusive – Passive Cooling

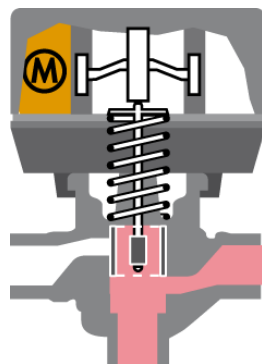
Válvula
Frío - Calor

1



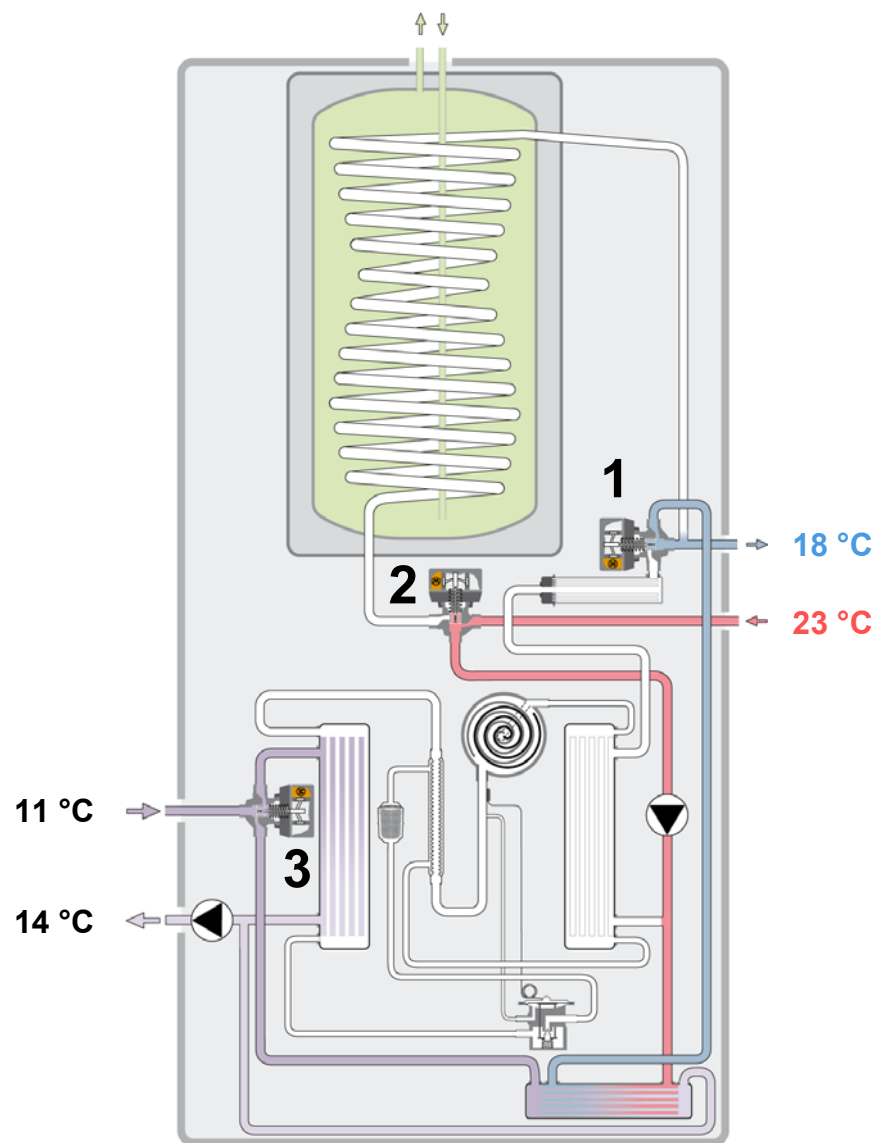
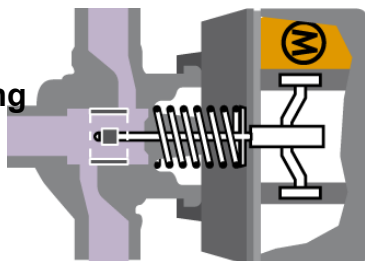
Válvula
Calefaccion / ACS

2



Válvula
Calefaccion / Passive Cooling

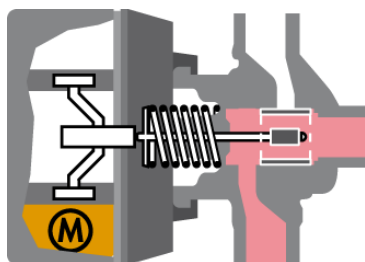
3



geoTHERM exclusive - Calefacción

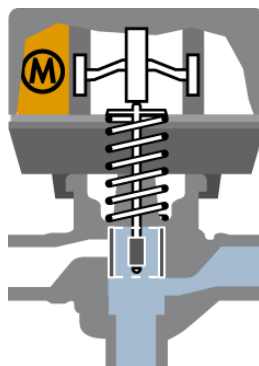
Válvula
Frío - Calor

1



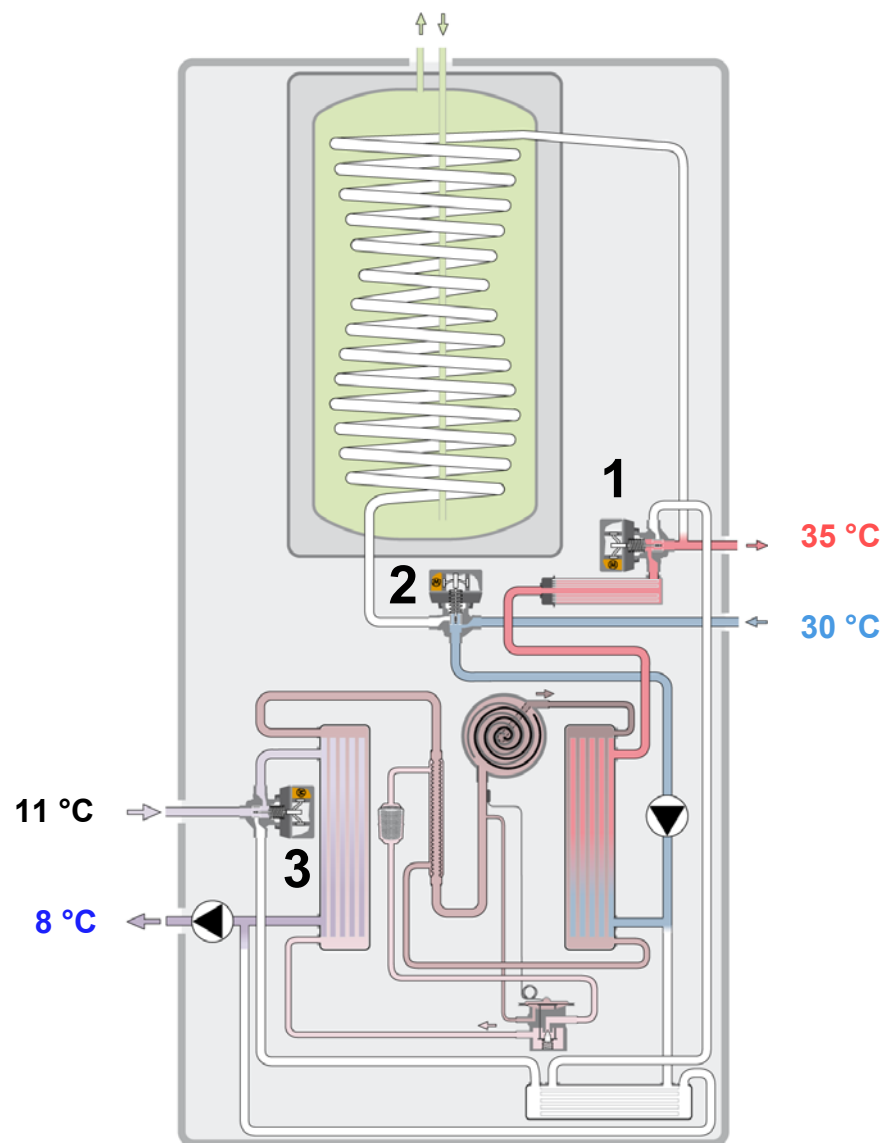
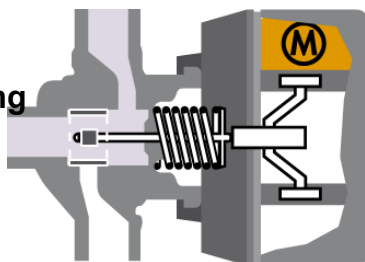
Válvula
Calefaccion / ACS

2



Válvula
Calefaccion / Passive Cooling

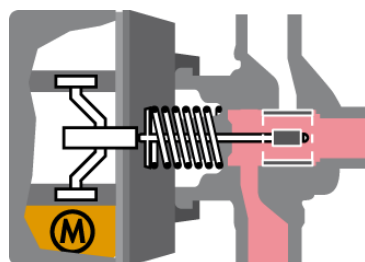
3



geoTHERM exclusive – ACS

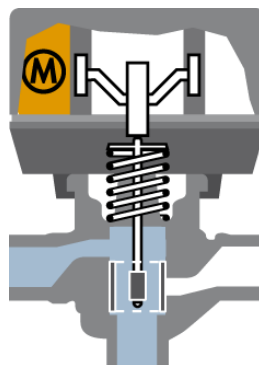
Válvula
Frío - Calor

1



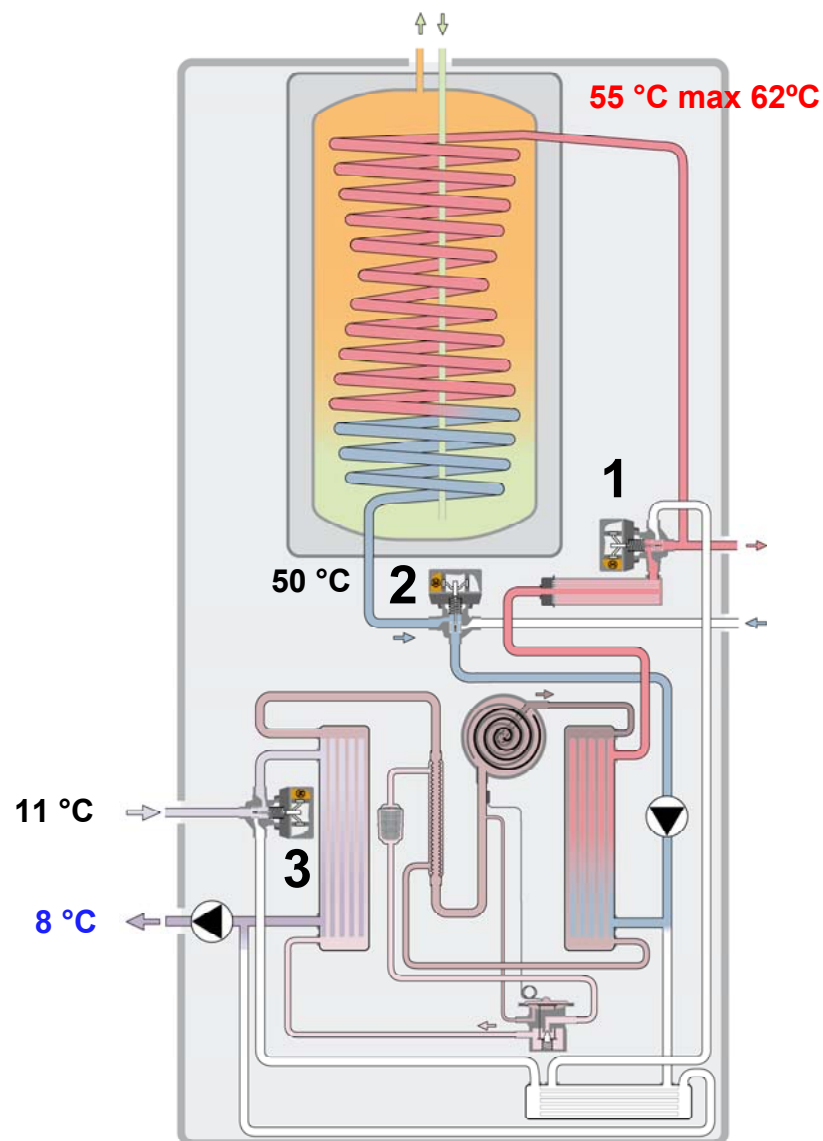
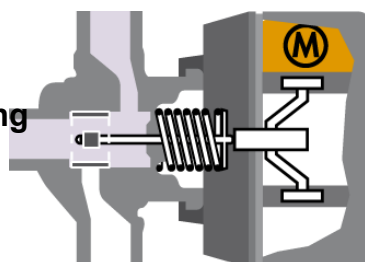
Válvula
Calefaccion / ACS

2



Válvula
Calefaccion / Passive Cooling

3



Panel de control

–Fácil de operar mediante “girar y pulsar” así como las indicaciones de texto iluminadas y explicadas

–Indicación y solicitud de:

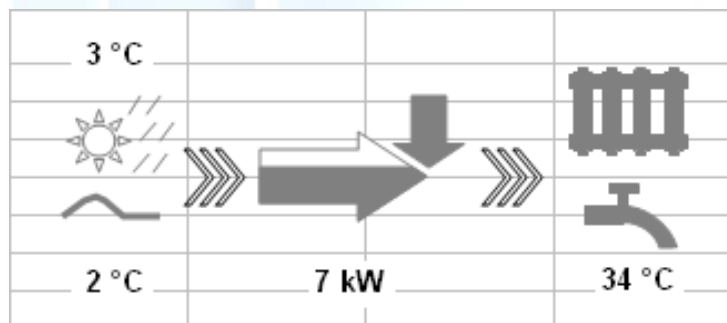
–Presión y temperatura en el circuito de refrigeración y en el circuito de calefacción.

–Pantalla con el estado de la secuencia de fases del compresor y monitorización de la correcta secuencia de fases del suministrador principal.

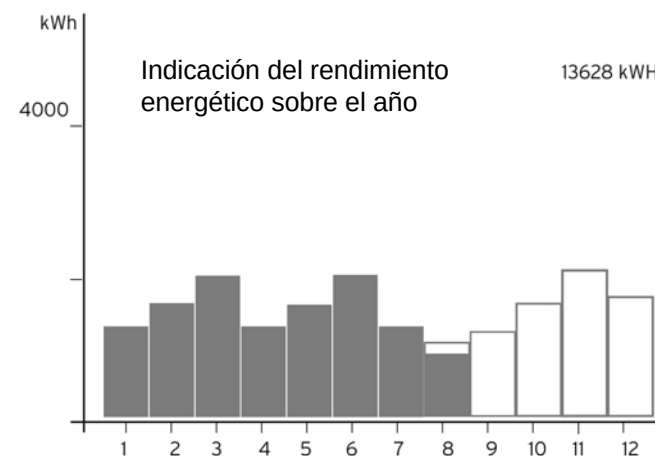
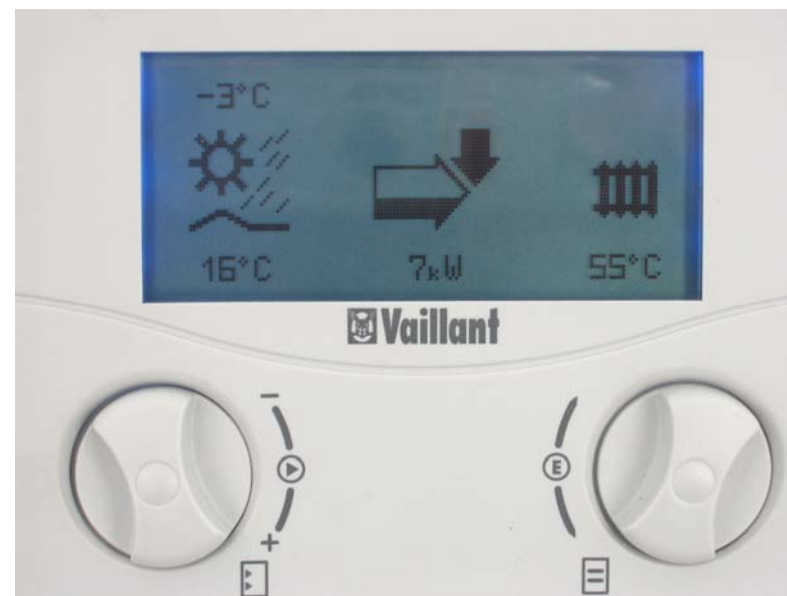
–Indicación de averías y defectos en el pasado gracias al histórico de averías.

–Estado actual de los componentes y funciones que están operando:

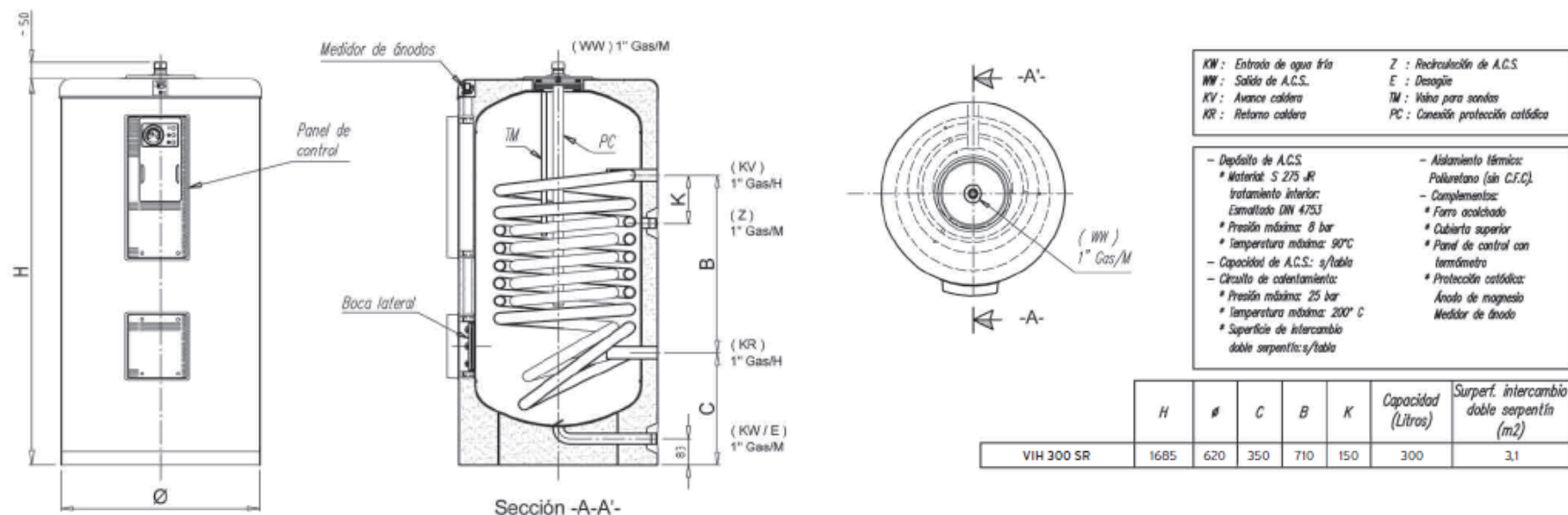
(resistencia eléctrica auxiliar, periodos de apagado, válvula de desescarche, bomba de calefacción, etc.)



Indicación de la energía medioambiental



Interacumulador para ACS



Bomba de calor	Acumulador	Potencia calorífica de B0/W35 [kW]	Potencia calorífica de W10/W35 [kW]	Capacidad de calentamiento de agua 10 °C a 40 °C [litros/10 min]	Tiempo de calentamiento de acumulador de agua caliente 10 °C a 40 °C [min]	Volumen de agua de mezcla a 40 °C con temp. acumulador a 50 °C, agua fría 10 °C [litros]
VWS 63/2	175 I, integrado	5,9	-	28	62	233
VWS 83/2	175 I, integrado	8,0	-	38	46	233
VWS 103/2	175 I, integrado	10,4	-	50	35	233
VWS 61/2	VIH 300 SR	5,9	-	28	101	380
VWS 81/2	VIH 300 SR	8,0	-	38	75	380
VWS 101/2	VIH 300 SR	10,4	-	50	57	380
VWS 141/2	VIH 300 SR	13,8	-	66	43	380

KIT FRÍO-CALOR

Intercambiar los flujos de primario y secundario con las ventajas que esto reporta en fiabilidad y prestaciones de la BCG (REVERSIBILIDAD HIDRÁULICA)

La función del kit es permitir disponer, mediante un selector de los modos de funcionamiento, de los siguientes:

- calefacción,
- refrigeración activa,
- refrigeración pasiva,
- y A.C.S. en todos ellos.

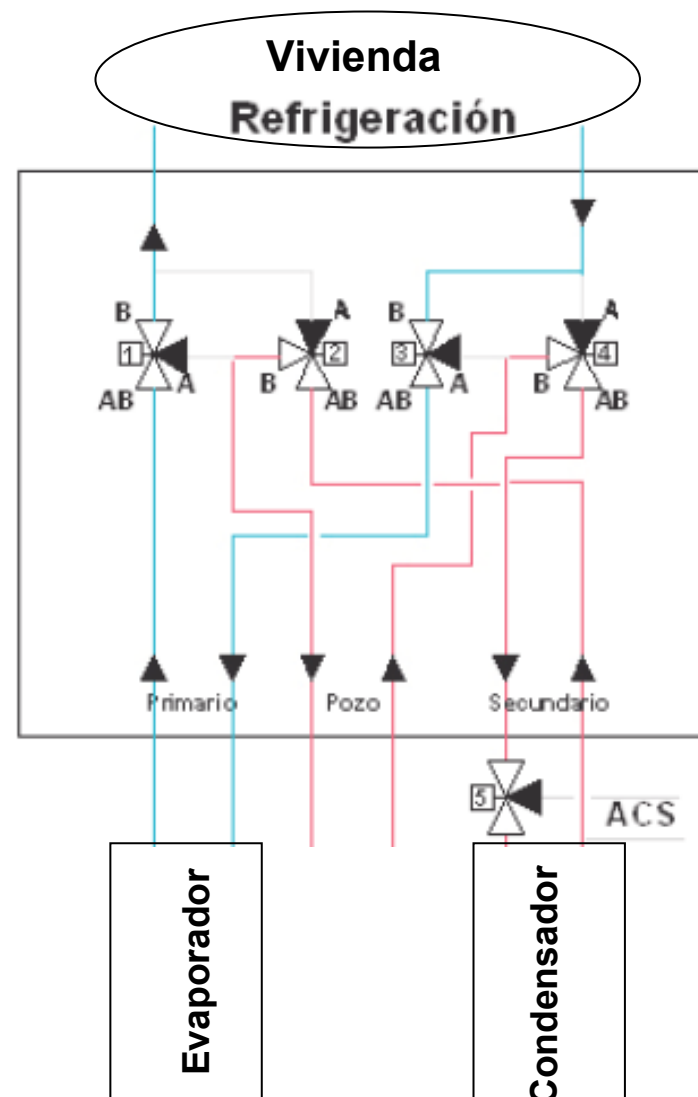
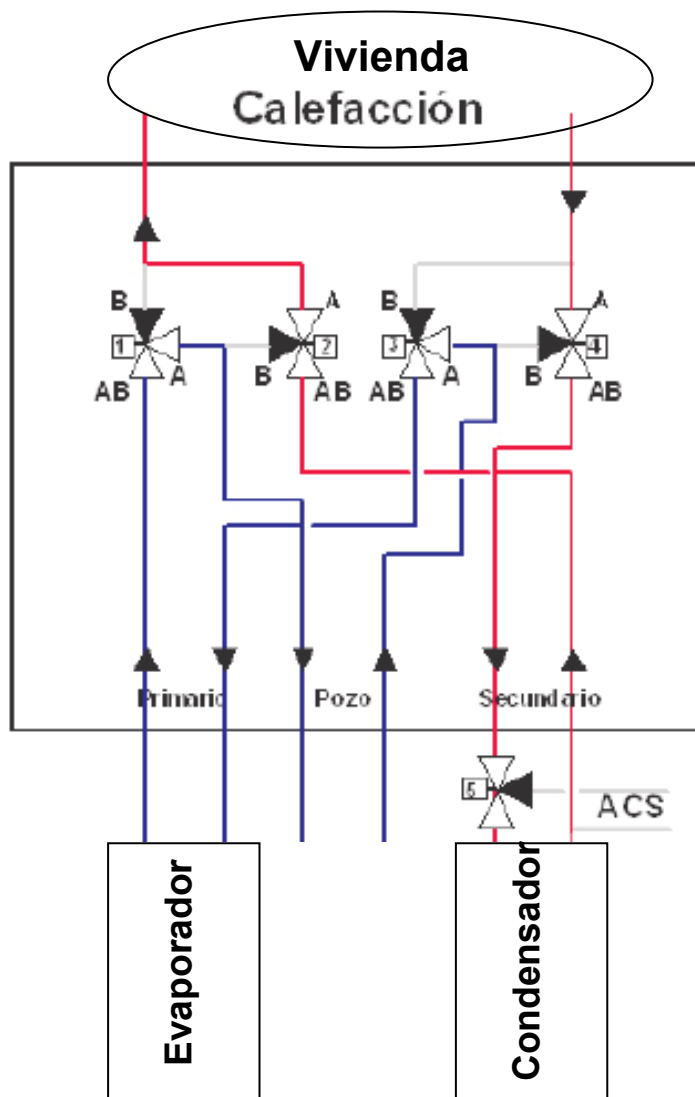
El kit está compuesto por 4 Válvula de 3 vías divisoras. Según la disposición de las mismas el funcionamiento es el siguiente:

- Válvulas 1, 2, 3 y 4 en reposo —> Funcionamiento en calor.
- Válvulas 1, 2, 3 y 4 activadas —> Funcionamiento en frío activo.
- Válvulas 1 y 2 en reposo y 3 y 4 activadas —> Funcionamiento en frío pasivo.

Solución:

- Bombas de calor geotérmicas 06 y 08 KIT TIPO 1 + CUADRO DE CONTROL
- Bombas de calor geotérmicas 10, 14 y 17 KIT TIPO 2 + CUADRO DE CONTROL
- Bombas de calor geotérmicas PRO y futuras cascadas CUADRO DE CONTROL + RECOMENDACIÓN DE V3V.

KIT FRÍO-CALOR



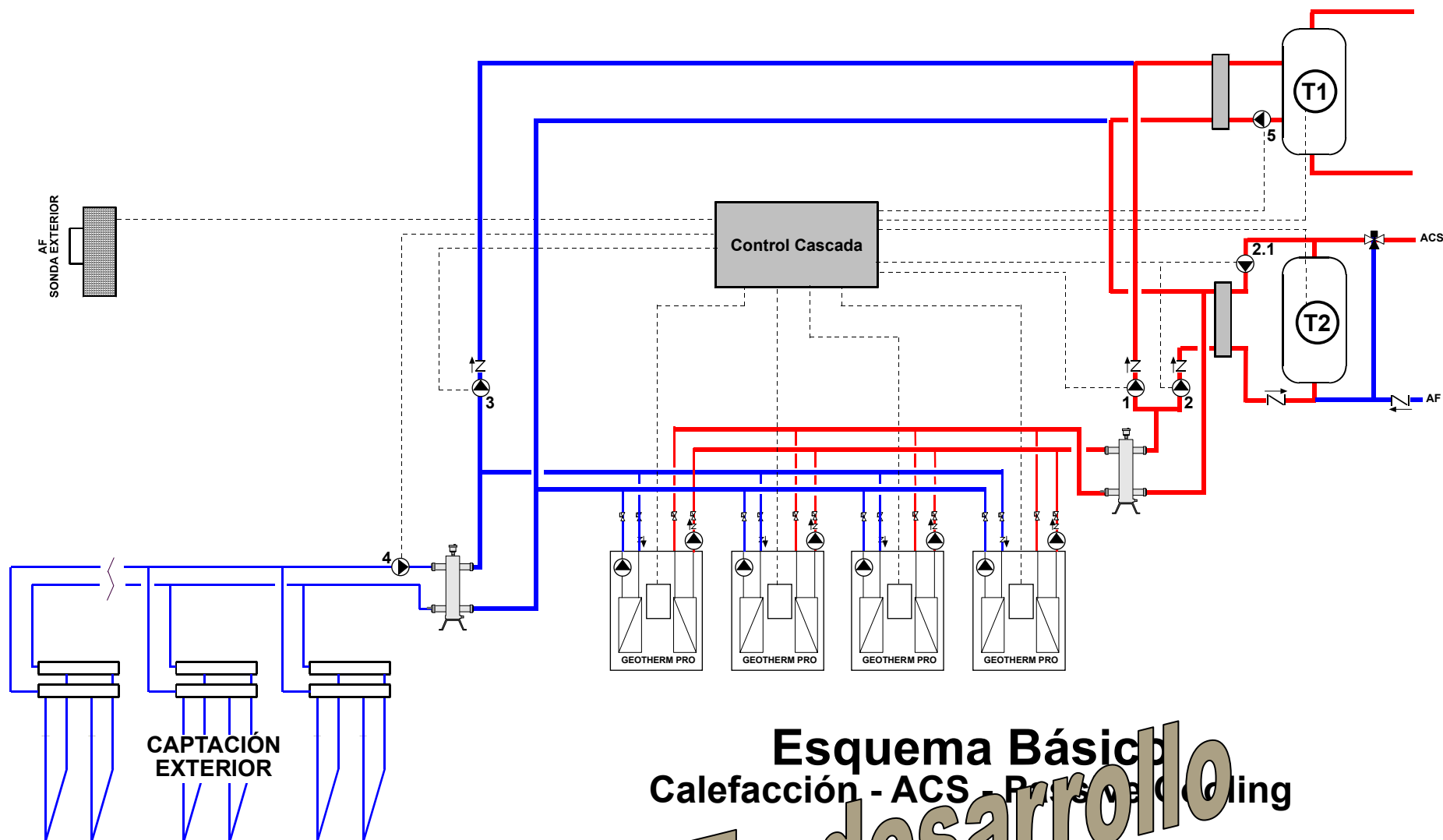
Sistemas en cascada con geoTHERM pro

- Posibilidad de instalar hasta 4 BCG pro en cascada.
- El trabajo se centra en los siguientes tipos:
 - Esquema básico: Calefacción / ACS + Passive Cooling
 - Esquema avanzado: Calefacción / ACS + Passive Cooling + Refrigeración
 - Esquema 4 tubos: Refrigeración + Calefacción / ACS





Sistema básico



Esquema Básico
Calefacción - ACS - P & V Cooling
En desarrollo

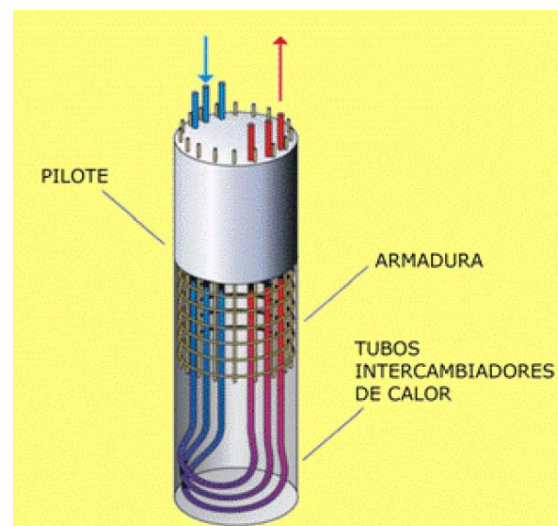


TIPOS DE CAPTADORES



DIFERENTES SISTEMAS DE CAPTACIÓN.

- Captación Vertical
- Captación Horizontal
- Pilotes energéticos
- Otros



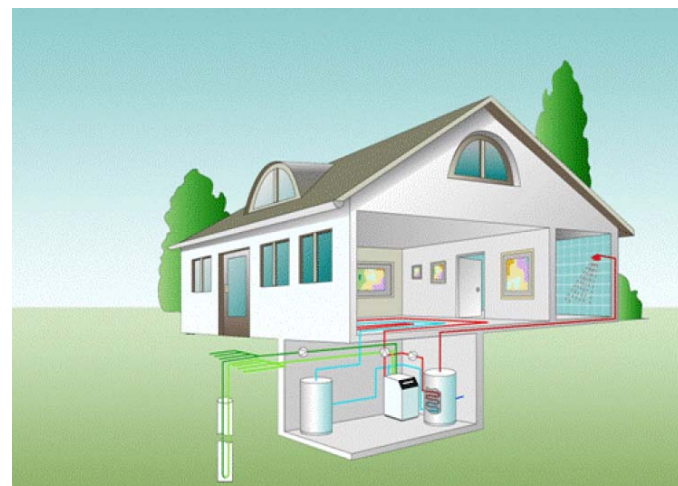
ELECCIÓN DEL SISTEMA CORRECTO

La elección de un sistema depende de:

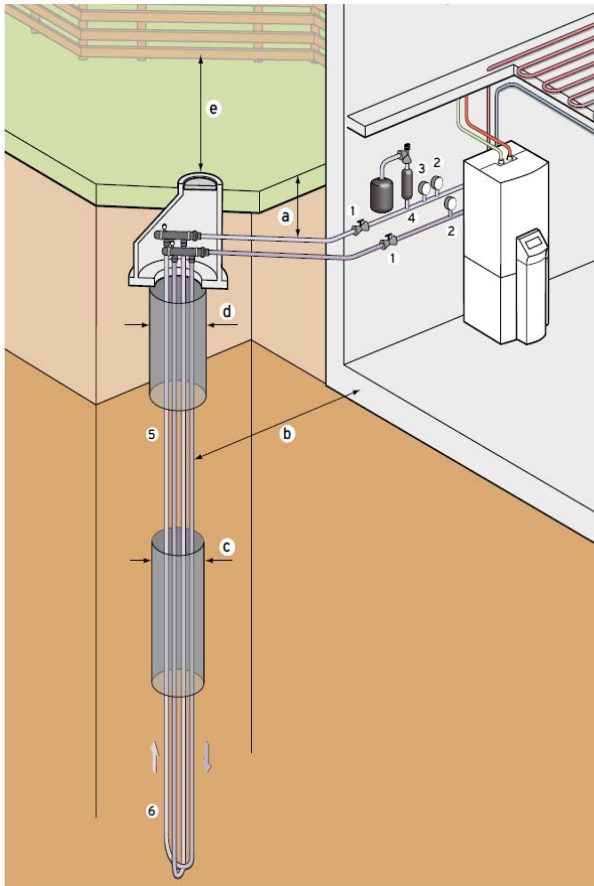
- Condiciones geológicas.
- Normativas y regulaciones.
- Espacio.
- Condiciones de la edificación.

Los criterios técnicos fundamentales son:

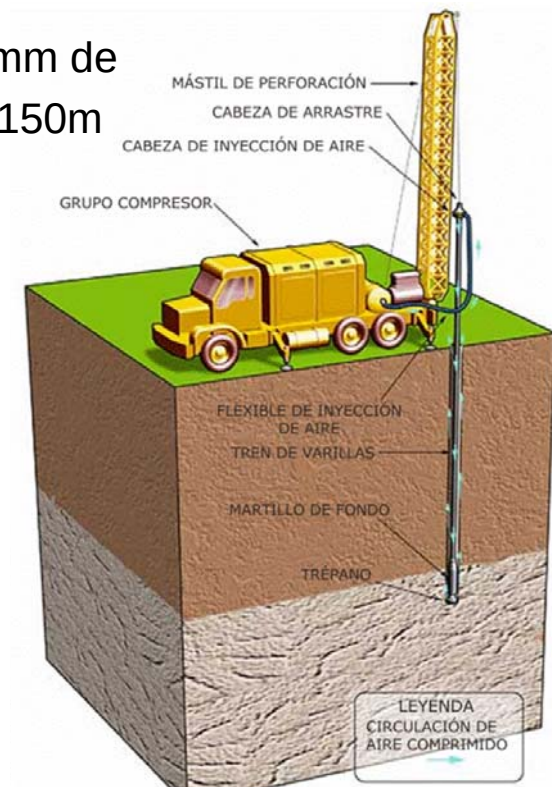
- Demanda/rendimiento de la climatización.
- Consumos de agua caliente sanitaria.
- Cortes eléctricos de las compañías.
- Horas de funcionamiento a plena carga.
- Instalación / montaje de acuerdo con VDI 4640 ()



CAPTACIÓN VERTICAL



- Menor requerimiento de superficie exterior
- Perforación entre 100 y 220 mm de diámetro, profundidad de 50-150m
- Sondas de 2 o 4 tubos



■ ■ ■ SONDAS VERTICALES



SONDAS

Tipos de Colectores



“U” simple



“U” doble



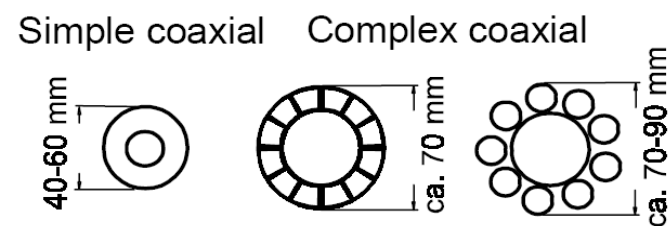
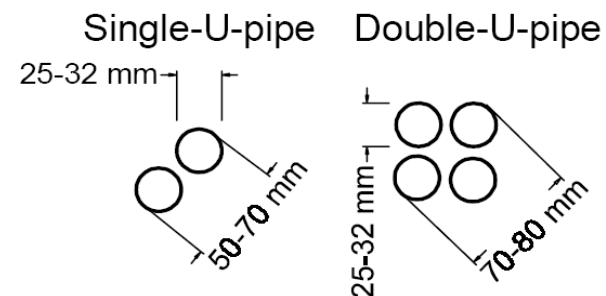
SLANGMAN

Introducción de
los colectores
en el sondeo



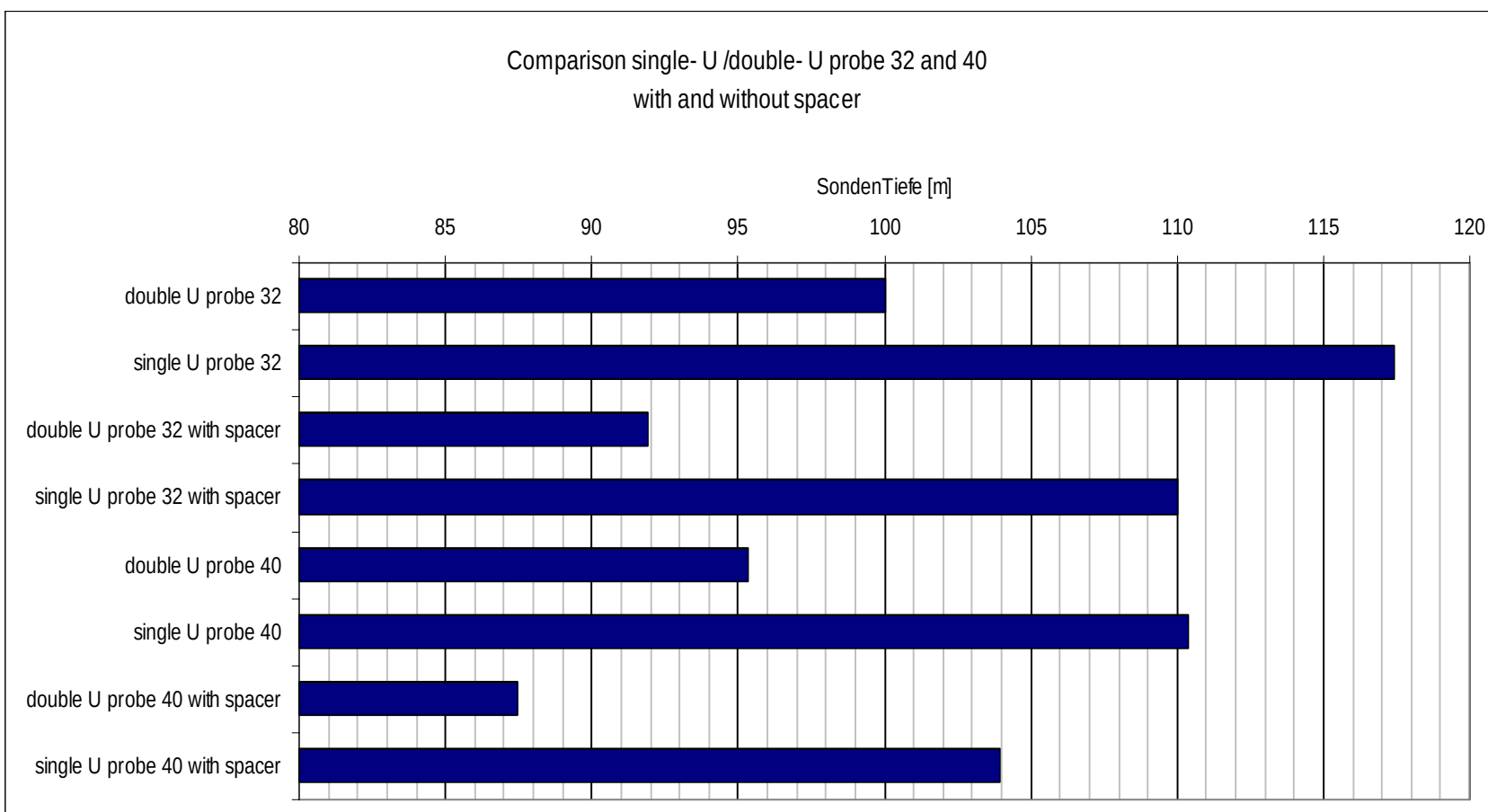
Cañería de tipo U simple

Cañería de tipo U doble





SONDAS SIMPLES O DOBLES



■ ■ ■ MATERIAL DE LAS SONDAS



Durabilidad (factor de seguridad SF=1,25) Tubo SDR 11(25x2,3 y 32x2,9)			
PE-Xa		PE 100	
20 °C	100 años / 15 bar	20 °C	100 años / 15,7 bar
30 °C	100 años / 13,3 bar	30 °C	50 años / 13,5 bar
40 °C	100 años / 11,8 bar	40 °C	50 años / 11,6 bar
50 °C	100 años / 10,5 bar	50 °C	15 años / 10,4 bar
60 °C	50 años / 9,5 bar	60 °C	5 años / 7,7 bar
70 °C	50 años / 8,5 bar	70 °C	2 años / 6,2 bar
80 °C	25 años / 7,6 bar	80 °C	-
90 °C	15 años / 6,9 bar	90 °C	-

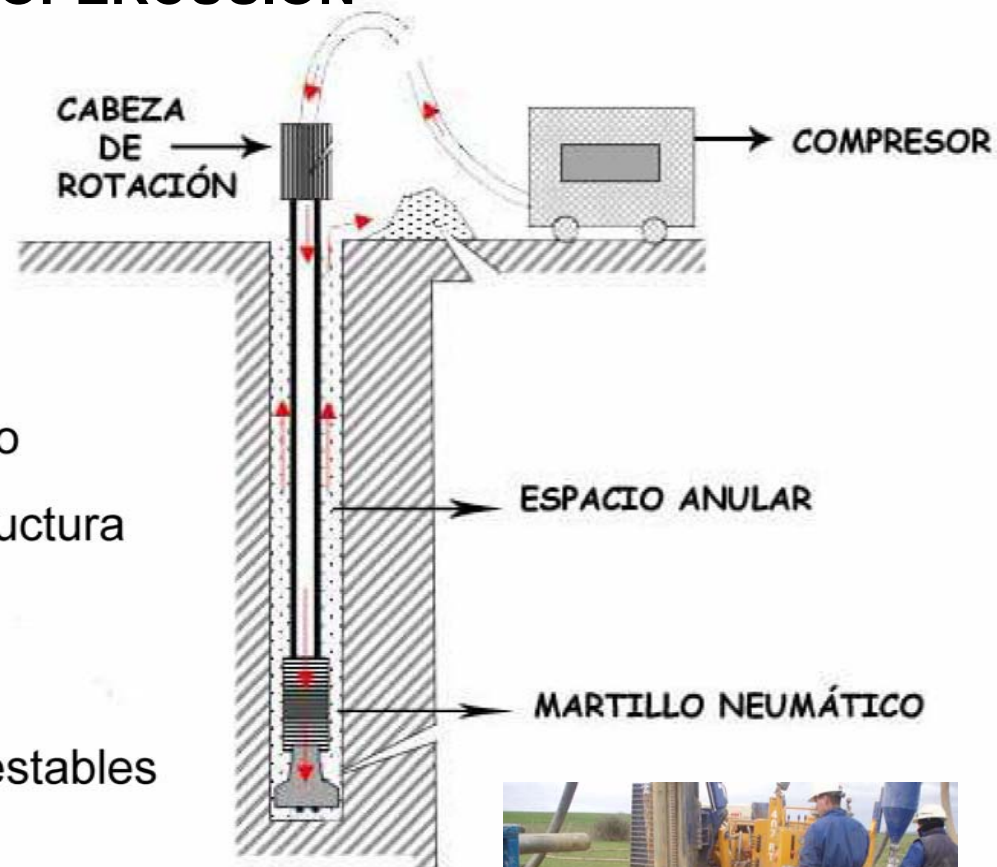
SONDEO MEDIANTE ROTOPERCUSIÓN

Ventajas

- Económico
- Alto rendimiento
- Limpieza
- Movilización rápida del equipo
- No necesita obra de infraestructura

Desventajas

- No apto para formaciones inestables



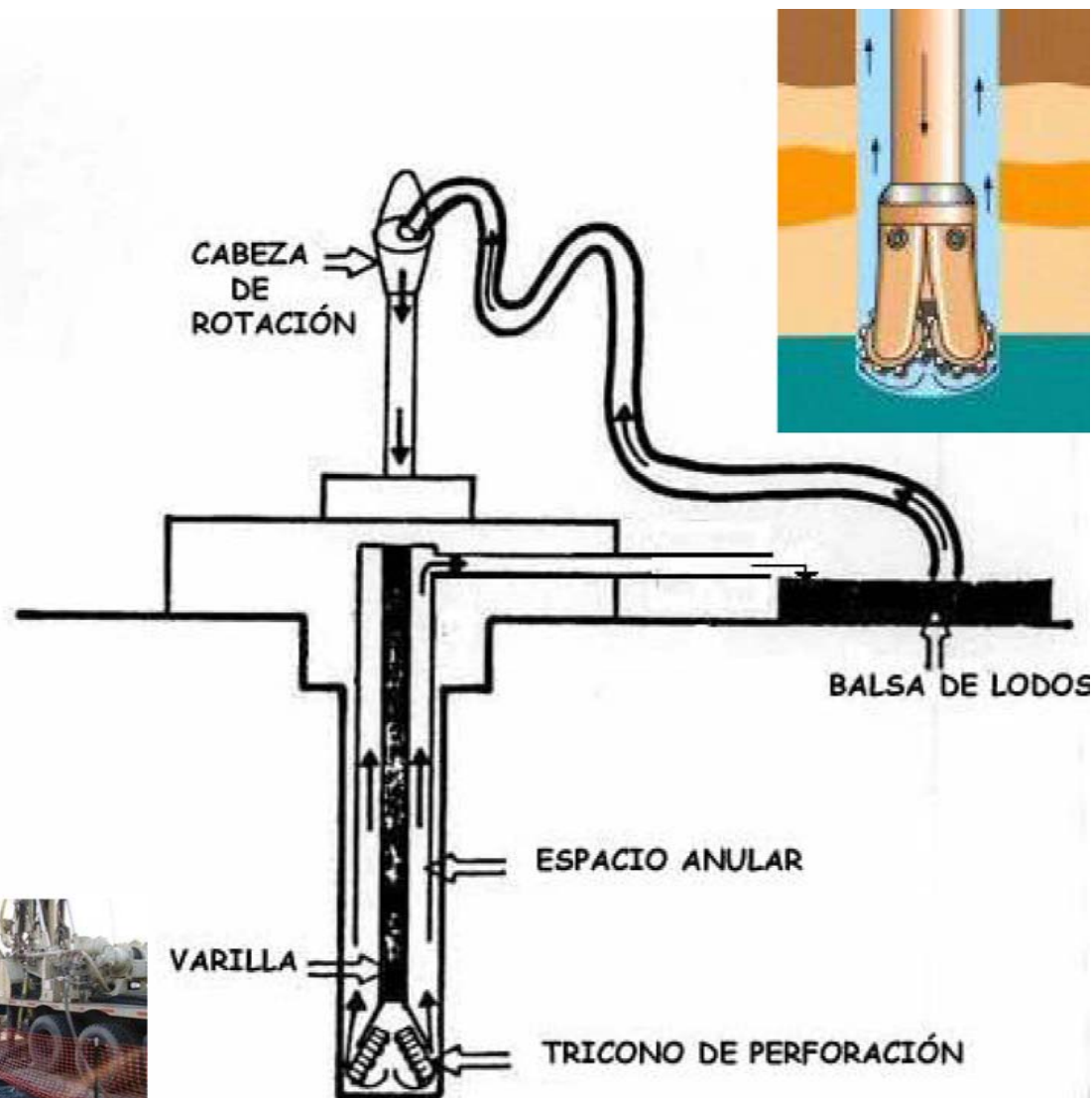
SONDEO A CIRCULACIÓN DIRECTA

Ventajas

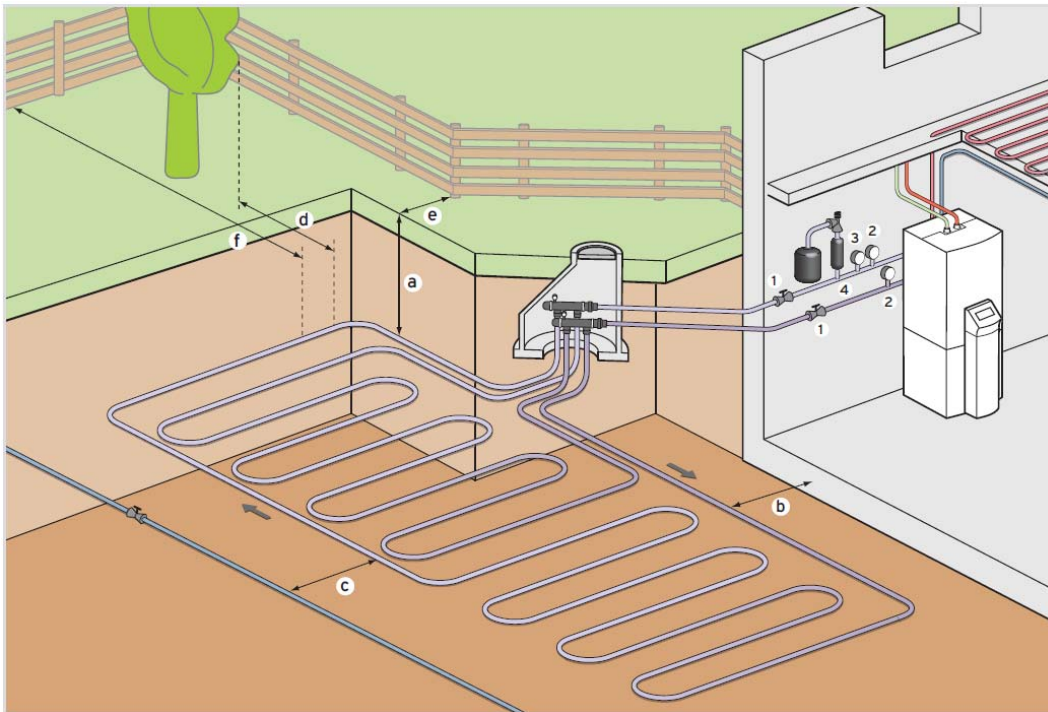
- Apto para formaciones no consolidadas

Desventajas

- Alto Coste
- Bajo rendimiento
- Mayor superficie de trabajo
- Suciedad
- Gestión de lodos



CAPTACIÓN HORIZONTAL

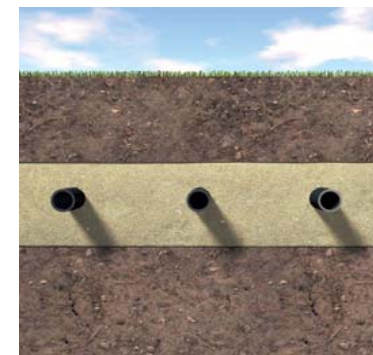
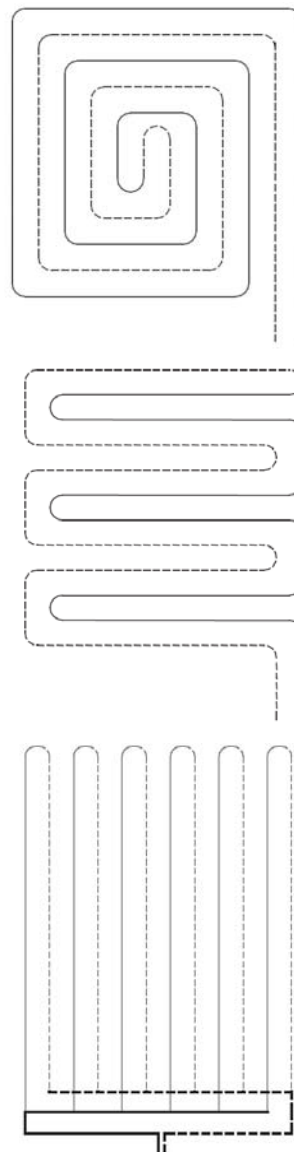
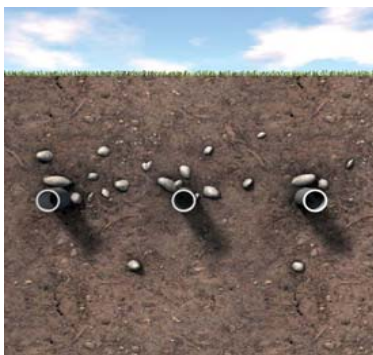


- Mayor requerimiento de superficie exterior
- El intercambio de calor depende de la composición del suelo y es mayor cuanto mayor es la humedad en el suelo.
- Profundidad de 1.2 a 1,5 m.





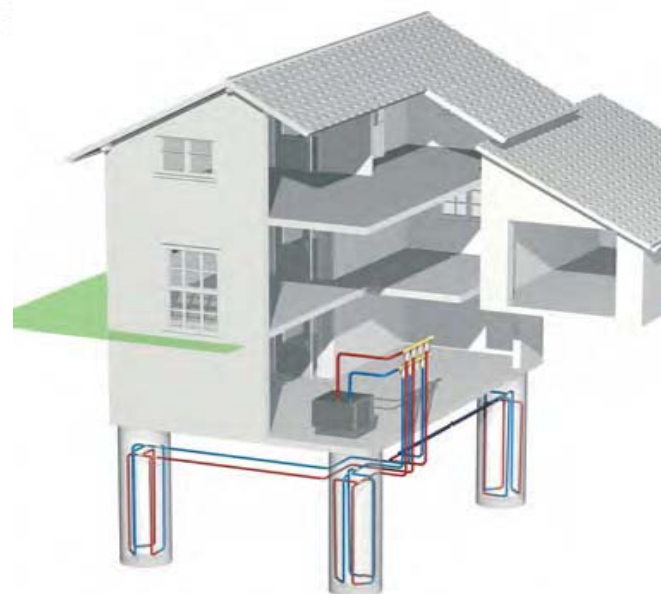
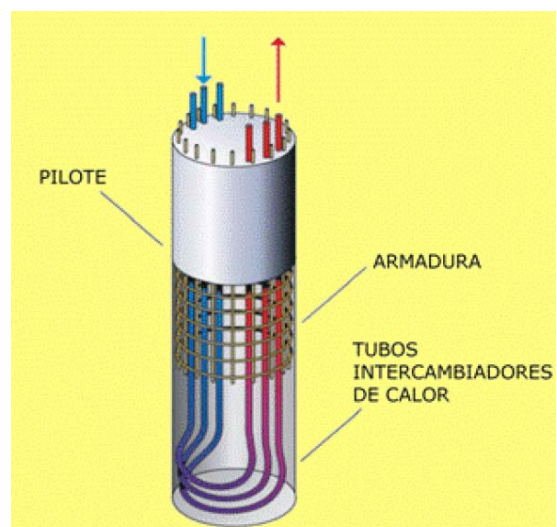
SONDAS HORIZONTALES



Pilotes, cimentaciones



- 1 PILOTES INTERCAMBIADORES
- 2 CONEXIONES HORIZONTALES
- 3 COLECTOR
- 4 CONDUCTO PRINCIPAL
- 5 BOMBA DE CALOR



A background image showing a technical drawing or blueprint with a grid pattern. A black pen and a yellow highlighter are resting on the drawing. The text "Diseño de instalaciones" is overlaid in the center.

Diseño de instalaciones



DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

El punto de partida para la elección del sistema es siempre la **potencia del evaporador**, es decir, el calor a captar del subsuelo o , en el caso de una aplicación de refrescamiento, el calor a aportar al mismo

La decisión entre **captadores horizontales y verticales** viene determinada por las condiciones geológicas del emplazamiento, el espacio disponible y las características de la edificación.

$$L_{Sondas}[m] = \frac{P_{evaporador}[W]}{P_{específica_de_extracción}[W / m]}$$

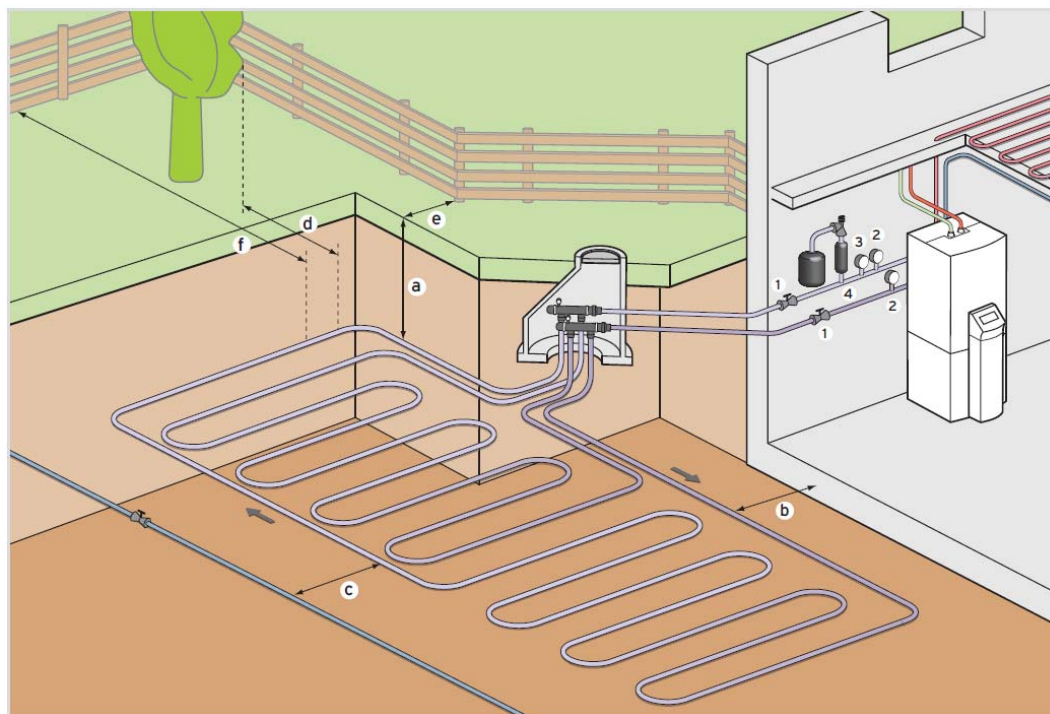
$$S_{colector_geotérmico}[m^2] = \frac{P_{evaporador}[W]}{P_{específica_de_extracción}[W / m^2]}$$

VDI 4640

Normativa Alemana de buenas prácticas para la instalación

ATA-536; 21/11/2007

■ ■ ■ Captación horizontal



Leyenda

- 1 Válvula de cierre
- 2 Indicador de temperatura
- 3 Indicador de presión
- 4 Depósito de compensación de solución salina con válvula de seguridad

Profundidad de tendido y distancias mínimas

- a Profundidad de tendido 1,0 m - 1,4 m
- b Distancia a los cimientos del edificio 1,5 m
- c Distancia a los conductos de agua potable, de desagüe y de agua de lluvia 1,5 m
- d Distancia al perímetro de la copa del árbol 0,5 m
- e Distancia a la subestructura de la valla o similar 1,0 m
- f Distancia a las lindes del terreno 3,0 m

Características del suelo	Distancia de tendido [m]	Tamaño del tubo
Tierra seca	0,5	DA 25
Tierra normal	0,7	DA 32
Tierra húmeda	0,8	DA 40

Características del suelo	Factor de tendido	Capacidad de absorción
Valor medio: suelo cohesivo con humedad residual	50 m ² /kW	20 W/m ²
Suelo seco no cohesivo	75 m ² /kW	13,5 W/m ²
Suelo cohesivo, húmedo	25 m ² /kW	40 W/m ²
Arena saturada con agua, grava	20 m ² /kW	40-50 W/m ²

Los datos se basan en los siguientes requisitos:

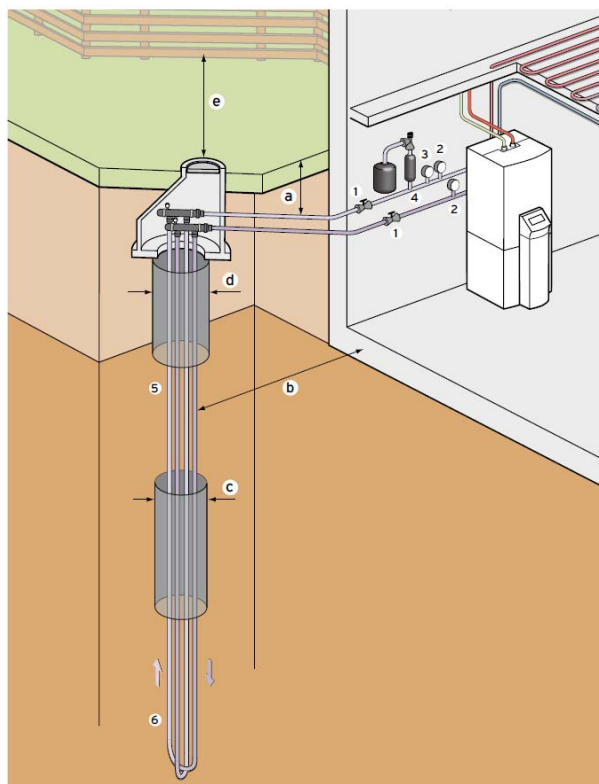
- 1.800 horas de servicio anuales
- Coeficiente de eficiencia de la instalación de bomba de calor de 4
- No debe construirse ningún edificio sobre el colector geotérmico
- Las superficies encima del colector geotérmico no deben estar selladas
- Profundidad de tendido entre 1,2 y 1,5 m

Tabla horizontal B0W35 (Rendimiento 25 W/m² terreno normal)

Modelo de Bomba de Calor	Capacidad de calefacción (kW) *	Potencia de dimensionado: capacidad en el evaporador (kW)	Superficie requerida (m ²)	Longitud total de tubería (m)	Nº Circuitos	Longitud por circuito (m)	Tubería circuitos	Separación (m)	Rendimiento (W/m ²)
VWS 61/2	5,9	4,9	195	279	3	93	DN 32	0,7	25
VWS 81/2	8,0	6,5	260	372	4	93	DN 32	0,7	25
VWS 101/2	10,4	8,5	340	485	5	97	DN 32	0,7	25
VWS 141/2	13,8	11,2	451	644	7	92	DN 32	0,7	25
VWS 171/2	17,3	14,0	561	801	9	89	DN 32	0,7	25
VWS 220/2	21,6	17,5	701	1001	11	91	DN 32	0,7	25
VWS 300/2	29,9	24,5	980	1400	14	100	DN 32	0,7	25
VWS 380/2	38,3	31,3	1247	1782	18	99	DN 32	0,7	25
VWS 460/2	45,9	37,4	1494	2134	22	97	DN 32	0,7	25
VWS 63/2	5,9	4,9	195	279	3	93	DN 32	0,7	25
VWS 83/2	8,0	6,5	260	372	4	93	DN 32	0,7	25
VWS 103/2	10,4	8,5	340	485	5	97	DN 32	0,7	25

Terreno	Separación	Tubería
seco	0,5 m	DA 25
normal	0,7 m	DA 32
húmedo	0,8 m	DA 40

Captación vertical



Leyenda:

- 1 Válvula de cierre
- 2 Indicador de temperatura
- 3 Indicador de presión
- 4 Depósito de compensación de solución salina con válvula de seguridad
- 5 Sonda de doble tubo en U (2 circuitos por perforación), profundidad de perforación en función de la estructura del suelo según dimensionamiento
- 6 Cabezal de inversión con líneas de colector soldado en fábrica, longitud aprox. 150 cm, diámetro aprox. 10 cm

Profundidad de tendido, distancias mínimas y dimensiones:

- a Ida/retorno con inclinación desde la bomba de calor hasta la sonda geotérmica en lecho de arena a una profundidad de aprox. 1,0 m, sistema de purga del colector en la bomba de calor
- b La distancia mínima a los cimientos del edificio debe ser de 2,0 m
- c Diámetro de perforación aprox. 115 - 220 mm (llenado del espacio hueco con arena de cuarzo, sellante Dämmert u hormigón)
- d Tubo de revestimiento con material suelto, longitud aprox. 6 - 20 m, diámetro aprox. 170 mm
- e Al menos 3,0 m de distancia a las lindes del terreno

Características del suelo	Rendimiento del subsuelo Potencia calorífica [m/kW]	Capacidad de absorción específica [W/M]
Sedimento seco	34	30
Sedimento normal saturado con agua	12,5	80
Valor medio, sedimento normal	20	50
Grava, arena seca	< 30	< 25
Grava, arena con contenido en agua	aprox. 10	65-80
Arcilla, limo, húmedos	aprox. 18	35-50
Piedra caliza	aprox. 12	55-70
Piedra arenisca	aprox. 10,5	65-80
Granito	aprox. 10	65-85
Basalto	aprox. 16	40-65
Gneis	aprox. 10	70-85

Los datos se basan en los siguientes requisitos:

- 1.800 horas de servicio anuales
- Distancia entre dos sondas geotérmicas de al menos 5 m
- Colector construido como sonda de doble tubo en U
- Profundidad máx. de la sonda geotérmica 100 m
- Los valores pueden variar a causa de la fisuración, erosión, etc.
- Los valores se basan en un coeficiente de rendimiento de 4



Tabla vertical B5W35 (Rendimiento 50 W/m terreno medio)

Modelo de Bomba de Calor	Capacidad de calefacción (kW) *	Potencia de dimensionado: capacidad en el evaporador (kW)	Profundidad de perforación necesaria (m)	Nº de perforaciones	Profundidad de pozo (m)	Tubería circuitos	Rendimiento (W/m)
VWS 61/2	6,7	5,6	112	1	112	DN 32	50
VWS 81/2	9,0	7,5	150	2	75	DN 32	50
VWS 101/2	12,1	10,1	202	2	101	DN 32	50
VWS 141/2	16,1	13,4	267	3	89	DN 32	50
VWS 171/2	20,1	16,7	333	4	83	DN 32	50
VWS 220/2	24,8	20,6	415	5	83	DN 32	50
VWS 300/2	34,1	28,5	570	6	95	DN 32	50
VWS 380/2	44,1	36,7	736	8	92	DN 32	50
VWS 460/2	50,5	41,8	837	9	93	DN 32	50
VWS 63/2	6,7	5,6	112	1	112	DN 32	50
VWS 83/2	9,0	7,5	150	2	75	DN 32	50
VWS 103/2	12,1	10,1	202	2	101	DN 32	50

Sonda: Doble U

Ejemplo:

Localidad: Segovia.

Demanda: 175 m2 de suelo radiante y 4 personas consumo de ACS.

Tipo Captación: Vertical

BOMBA DE CALOR	
Tipo Bomba de Calor	geoTHERM exclusiv
Bomba de Calor seleccionada	VWS 103/2
Potencia calorífica en kW (Consumo: 2,5 kW COP: 4,8) (B5W35)	12,10
Número de máquinas	1
Potencia de calefacción total Instalada (kW) con apoyo de 2 kW	14,10
Anticongelante (Propilenglicol %)	15%
Propilenglicol temperatura mínima (°C)	-5
Aplicación seleccionada	Calefacción SR
Tipo de captación	Vertical

Bomba de calor necesaria: 10kW

Tipo de suelo normal (50W/m) => 1 perforaciones 202 m

Captación Vertical	
Tipo de terreno	Normal
Rendimiento del terreno en W/m	50,0
Tipo de tubería	DN 32
Profundidad de perforación máxima	120
Tipo de sonda	Doble U
Número de perforaciones	2
Profundidad de la perforación en metros	101
Longitud total de tubería en metros	808

Tipo de suelo húmedo (80W/m) => 1 perforación 126 m

Captación Vertical	
Tipo de terreno	Húmedo
Rendimiento del terreno en W/m	80,0
Tipo de tubería	DN 32
Profundidad de perforación máxima	100
Tipo de sonda	Doble U
Número de perforaciones	2
Profundidad de la perforación en metros	63
Longitud total de tubería en metros	504

COMPARATIVA ENERGÉTICA

COMPARATIVA ENERGÉTICA en CALEFACCIÓN	
Demanda anual estimada de energía para calefacción kWh	33.549
Temperatura Exterior de proyecto.	-2°C
Temperatura exterior corte de calefacción	17°C
Horas de funcionamiento anual	2.773
Horas anuales de calefacción (Temperatura exterior entre la temperatura mínima -2°C y 17°C)	6.496
Coste electricidad en €/kWh	0,090322
Coste gas en €/kWh	0,057908
Rendimiento estacional máquina geotérmica (C.O.P)	4,84
Coste anual de calefacción con energía eléctrica	3.030 €
Coste anual de calefacción con caldera de condensación a gas	2.045 €
Coste anual de calefacción con geotermia	626 €
Ahorro económico frente a Gas	69,4%
kg CO ₂ en calefacción por gas natural con caldera de condensación	7.204
kg CO ₂ en calefacción por geotermia	4.499
Ahorro en emisiones de CO ₂	37,6%

Ejemplo:

Localidad: Segovia.

Demanda: 175 m2 de suelo radiante y 4 personas consumo de ACS.

Tipo Captación: Horizontal

BOMBA DE CALOR	
Tipo Bomba de Calor	geoTHERM
Bomba de Calor seleccionada	VWS 141/2
Potencia calorífica en kW (Consumo: 3,2 kW COP: 4,3) (B0W35)	13,80
Número de máquinas	1
Potencia de calefacción total Instalada (kW) con apoyo de 3 kW	16,80
Anticongelante (Propilenglicol %)	15%
Propilenglicol temperatura mínima (°C)	-5
Aplicación seleccionada	Calefacción SR
Tipo de captación	Horizontal

Bomba de calor necesaria: 14kW

Tipo de suelo normal (25 W/m²) => espacio necesario 450 m²

Captación Horizontal	
Tipo de terreno	Introducción manual del dato ▼
Rendimiento del terreno en W/m	25,0
Tipo de tubería	DN 25
Separación entre tubos en m	0,5
Longitud máx. por circuito. (m)	100
Superficie requerida en m ²	225
Longitud total de tubería	450
Número de circuitos (de 90 m.)	5

Tipo de suelo húmedo (40 W/m²) => espacio necesario 225 m²

Captación Horizontal	
Tipo de terreno	Muy húmedo ▼
Rendimiento del terreno en W/m	40,0
Tipo de tubería	DN 40
Separación entre tubos en m	0,8
Longitud máx. por circuito. (m)	200
Superficie requerida en m ²	225
Longitud total de tubería	281
Número de circuitos (de 141 m.)	2

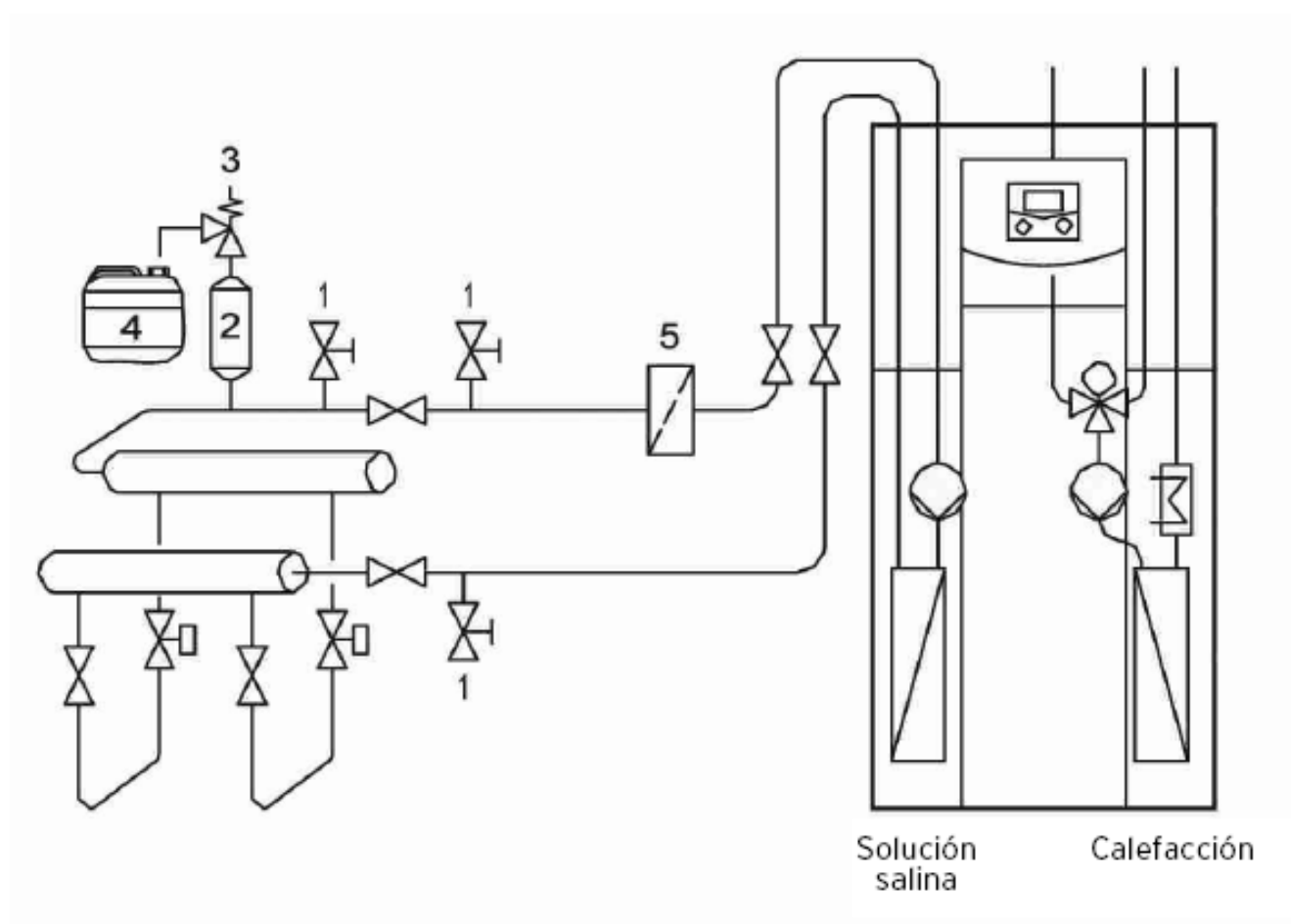


Esquemas hidráulicos



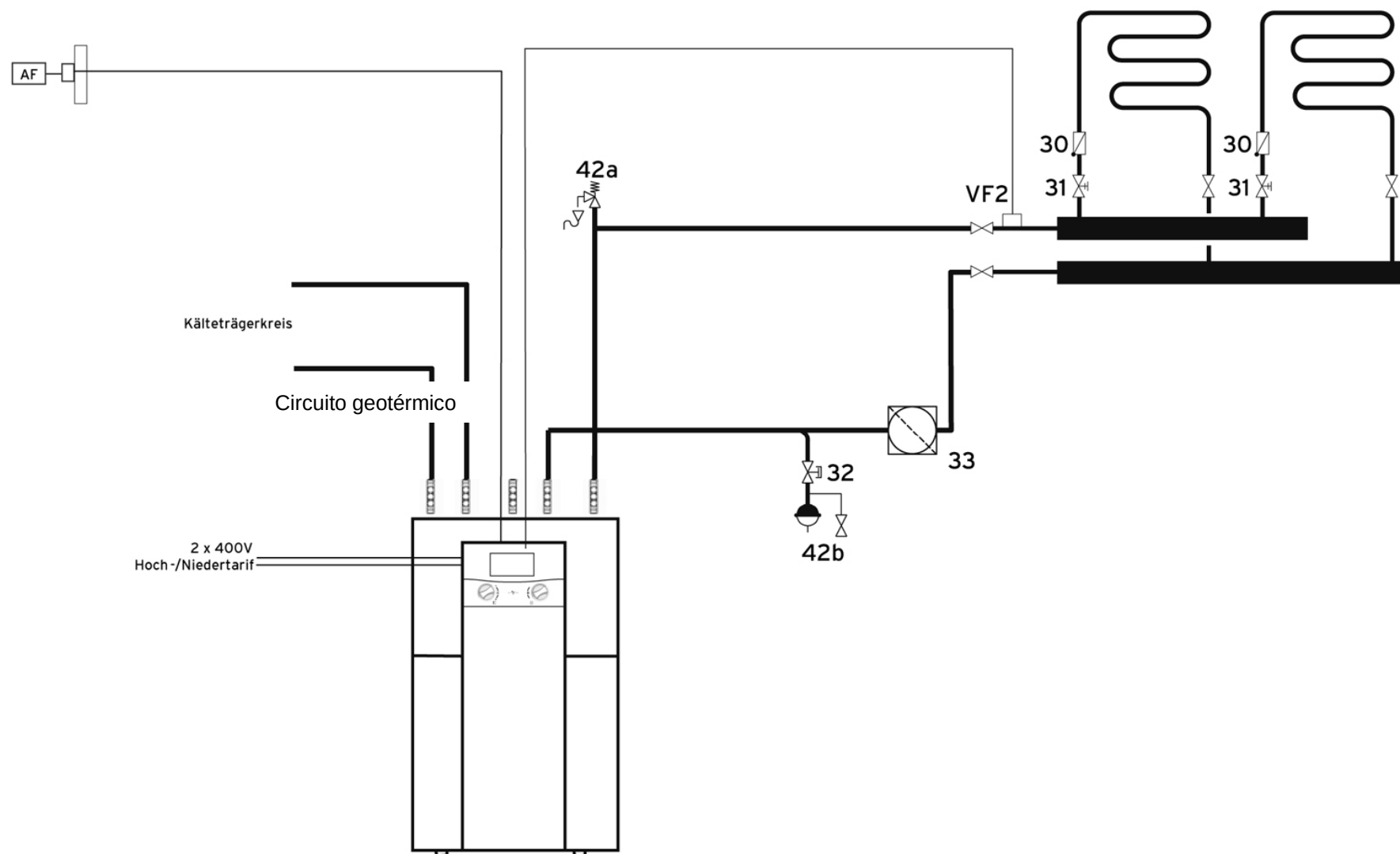
- Esquema básico de una bomba de calor tierra-Agua
- Esquema1: Bomba de calor para calefacción
- Esquema 2: Bomba de calor para calefacción con depósito intermedio.
- Esquema 3: Bomba de calor para calefacción con depósito de ACS.
- Esquema 4: Bomba de calor para calefacción con depósito intermedio y depósito de ACS.
- Esquema pasive cooling.
- Esquema con kit de frio/calor geoTHERM.
- Esquema con kit de frio/calor geoTHERM pro.
- Ejemplos de instalaciones.

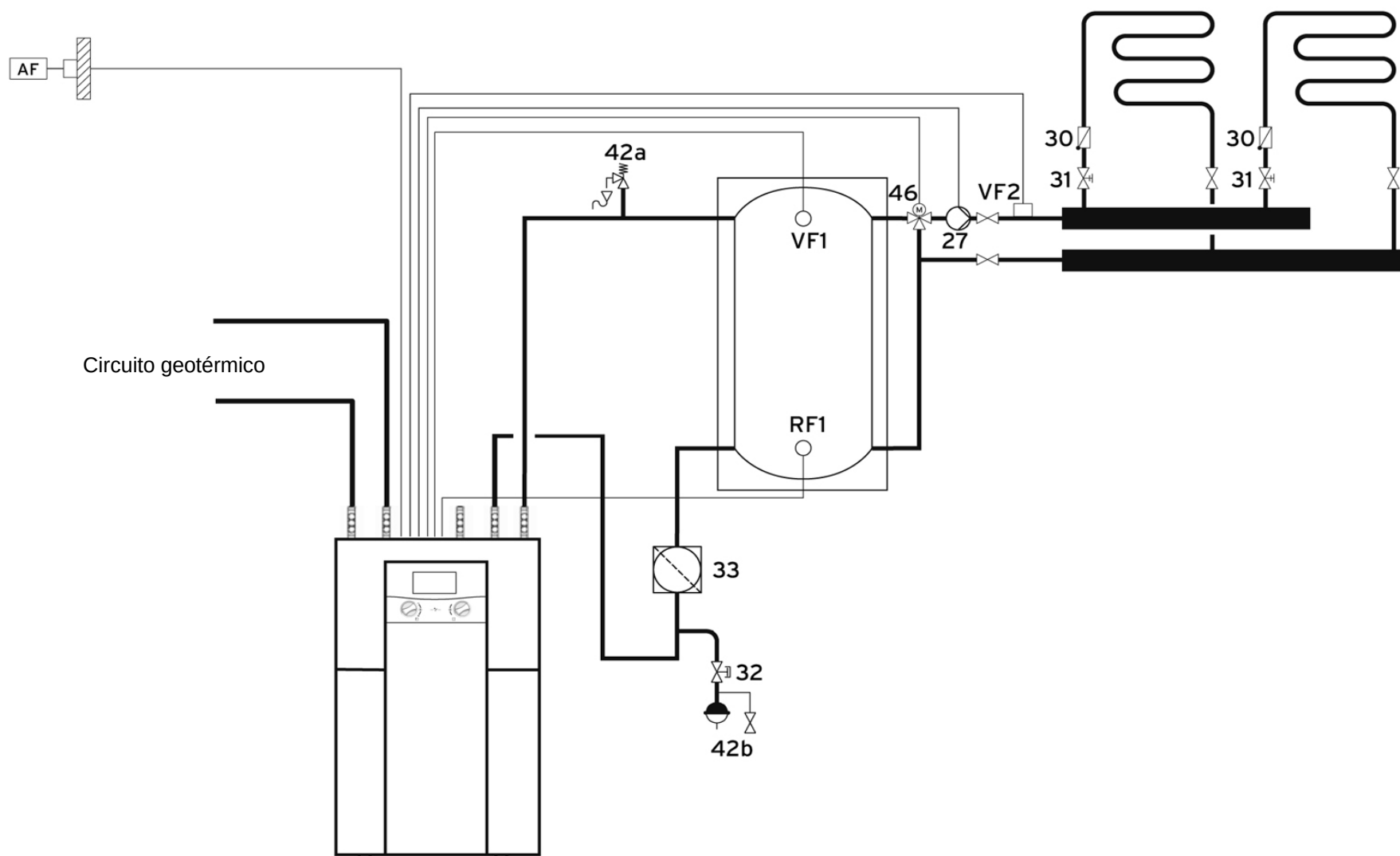
Esquema básico de una bomba de calor tierra-Agua



- 1 Llave de llenado y vaciado
- 2 Depósito de compensación para solución salina
- 3 Válvula de seguridad
- 4 Depósito mezclador y colector
- 5 Filtro para la suciedad

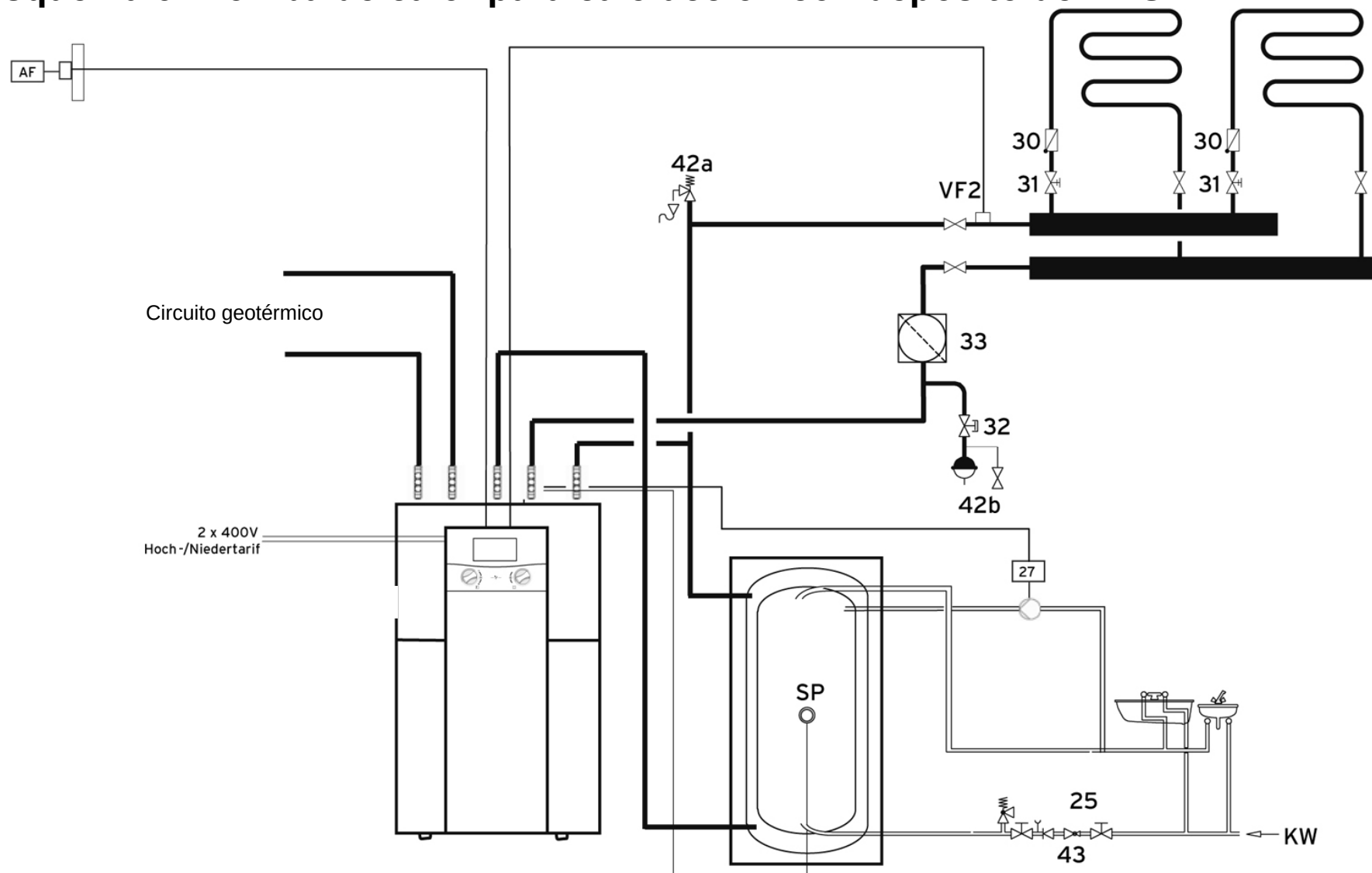
Esquema1: Bomba de calor para calefacción



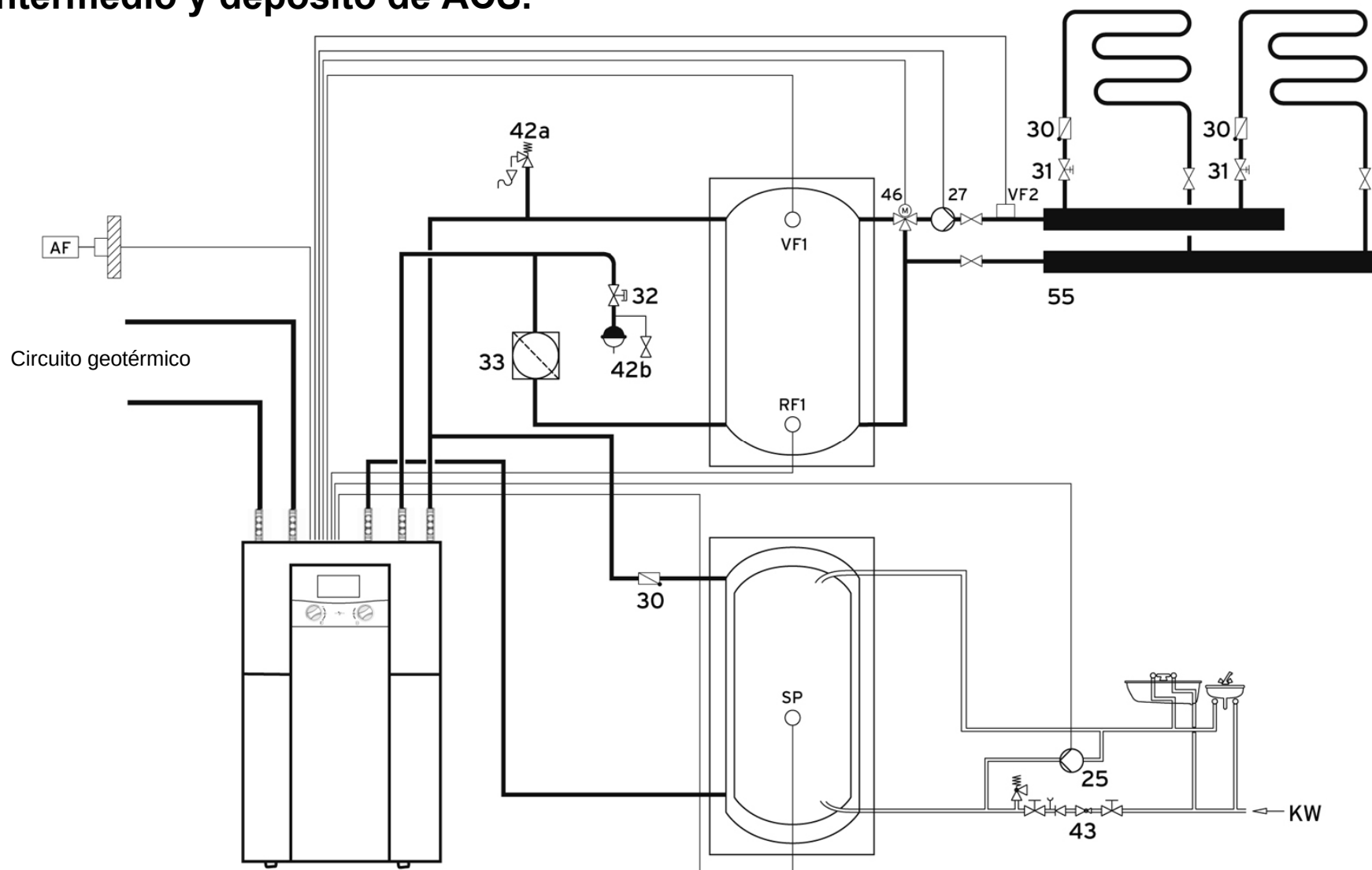




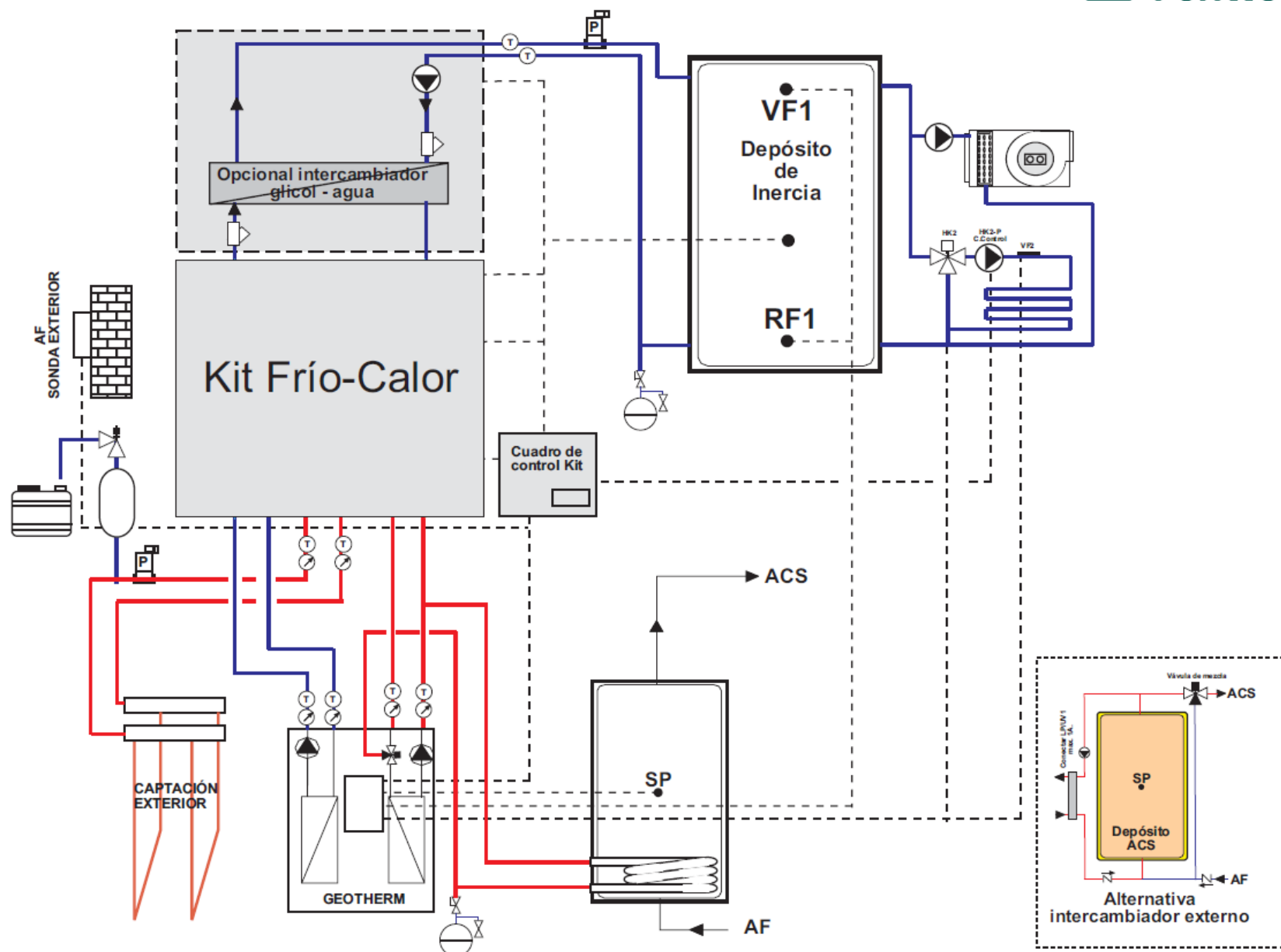
Esquema 3: Bomba de calor para calefacción con depósito de ACS.



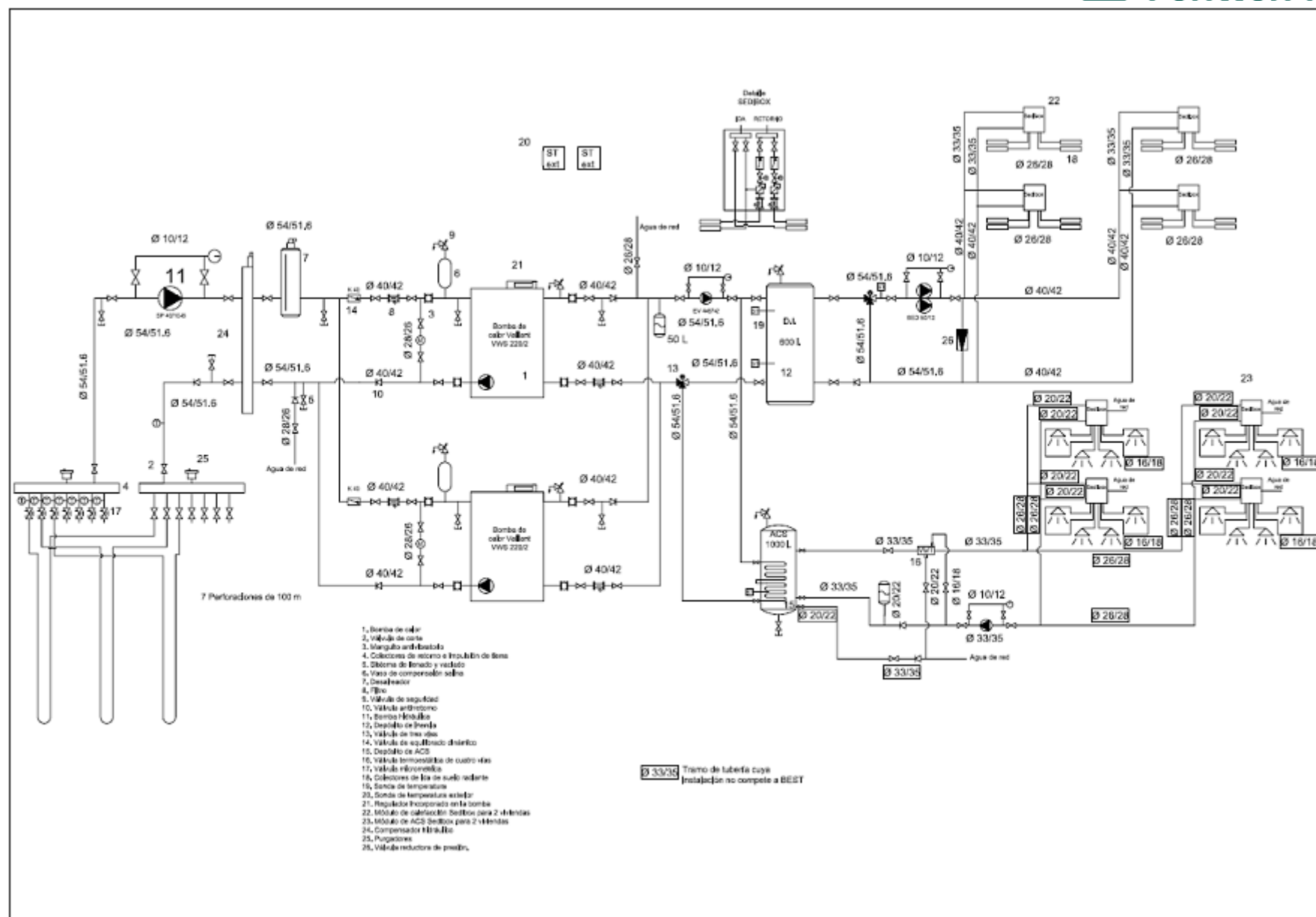
Esquema 4: Bomba de calor para calefacción con depósito intermedio y depósito de ACS.

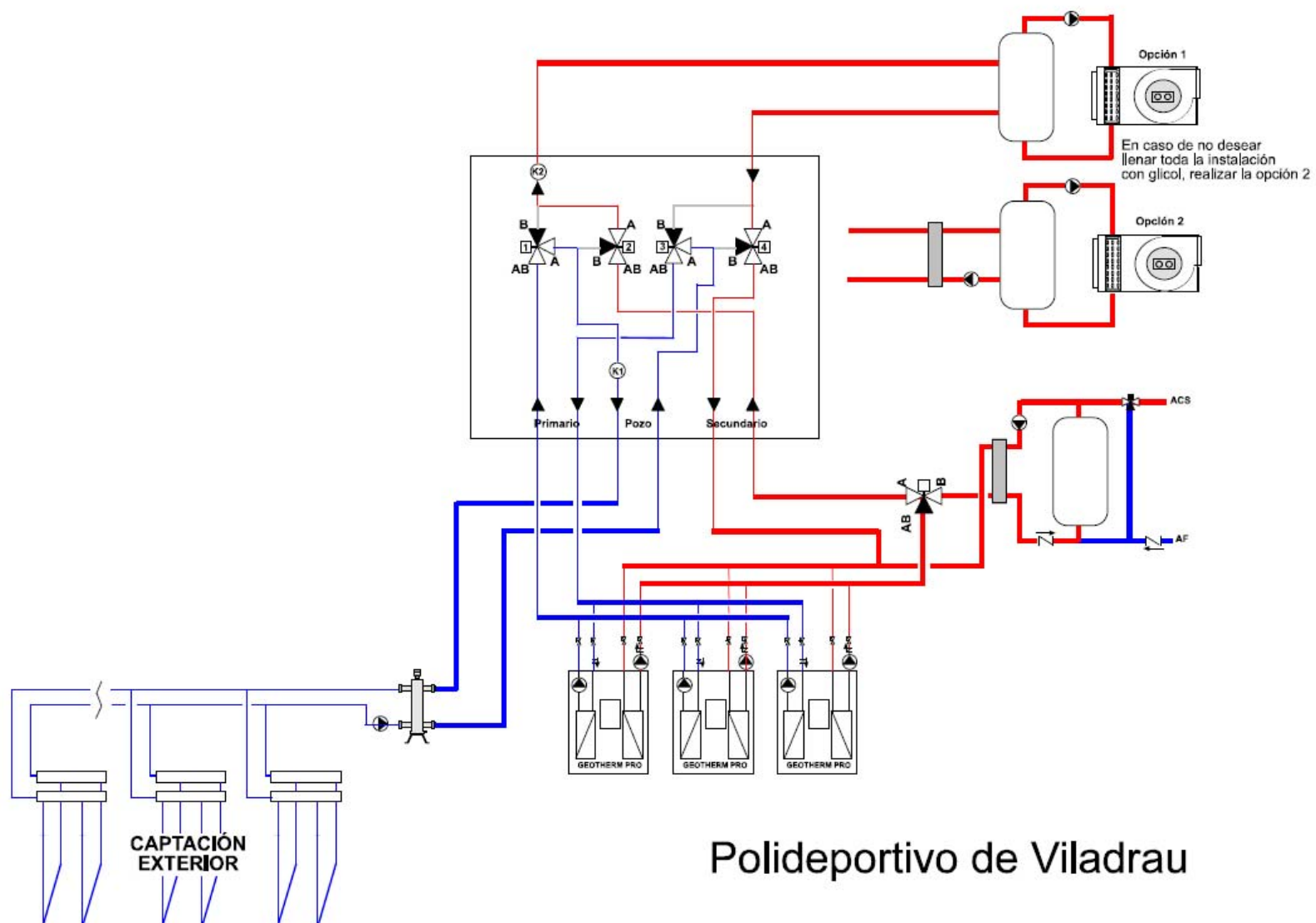


Esquema de principio con geoTHERM



Viviendas en Cantabria





Polideportivo de Viladrau

Comparativa de sistemas: Tierra-Agua frente a Aire-Agua

TABLA 1 | CICLO DE CALOR

	Temperatura ambiente / agua condensación	Temperatura evaporación	Temperatura agua interior	Temperatura condensación	COP
Equipo Aire-Agua	0° C	-9°C	40/45°C	50°C	2.5
Equipo Agua-Agua (geotérmico)	5 / 0° C	-5°C	40/45°C	50°C	3.4

TABLA 2 | CICLO DE FRÍO

	Temperatura ambiente / agua condensación	Temperatura condensación	Temperatura agua interior	Temperatura evaporación	COP
Equipo Aire-Agua	40° C	58°C	7/12°C	2°C	1.9
Equipo Agua-Agua (geotérmico)	25 / 30° C	35°C	7/12°C	2°C	4.7

Conclusiones

La geotermia es un sistema que nos permite:

- Rebajar las emisiones de CO₂ sin por ello rebajar nuestro nivel de confort.
- Es un sistema de funcionamiento muy estable con altos COP y EER.
- Es un sistema que nos provee de calefacción, refrigeración y ACS.
- No hay ruidos ni maquinas en el exterior.
- Su mantenimiento es muy económico.
- Permite a las empresas ofrecer sistemas de alto valor añadido

En climatización el generador por excelencia es la BOMBA DE CALOR, en sistemas es la GEOTERMIA y en emisores la RADIACIÓN

La geotermia es considerada como fuente de energía renovable



VAILLANT GROUP

¡Gracias por su atención!

Silvia Fernández Salinas

Telf: 983 342 325 / 607 194 659

s.fernandez@vaillant.es