Jornadas de Sensibilización y Difusión sobre Geotermia

USOS DE LA GEOTERMIA EN LA EDIFICACIÓN

Enrique Orche
Dr. Ingeniero de Minas
Universidad de Vigo
Junio 2012

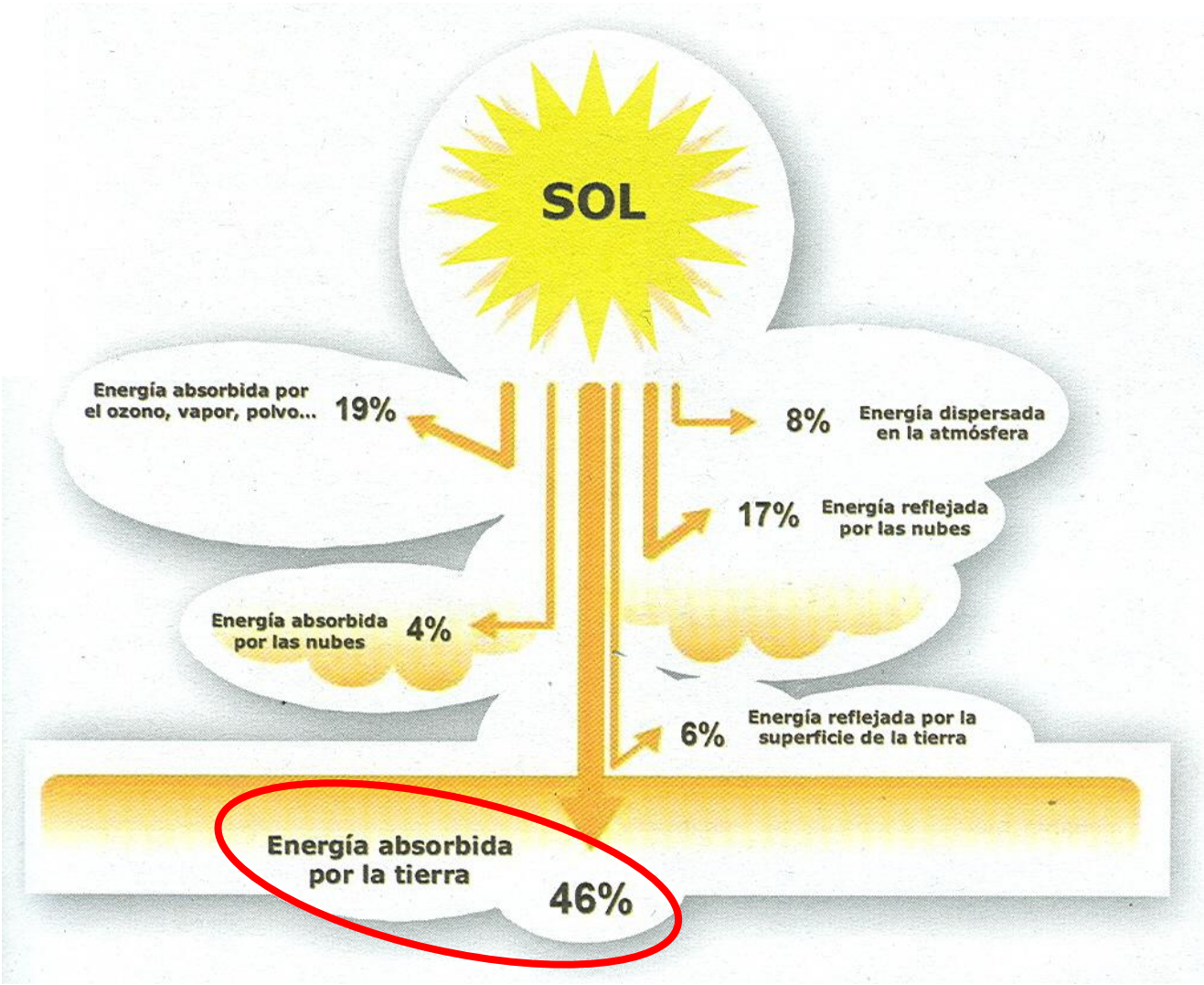
ENERGÍA GEOTÉRMICA: ENERGÍA CALORÍFICA CONTENIDA EN EL INTERIOR DE LA TIERRA

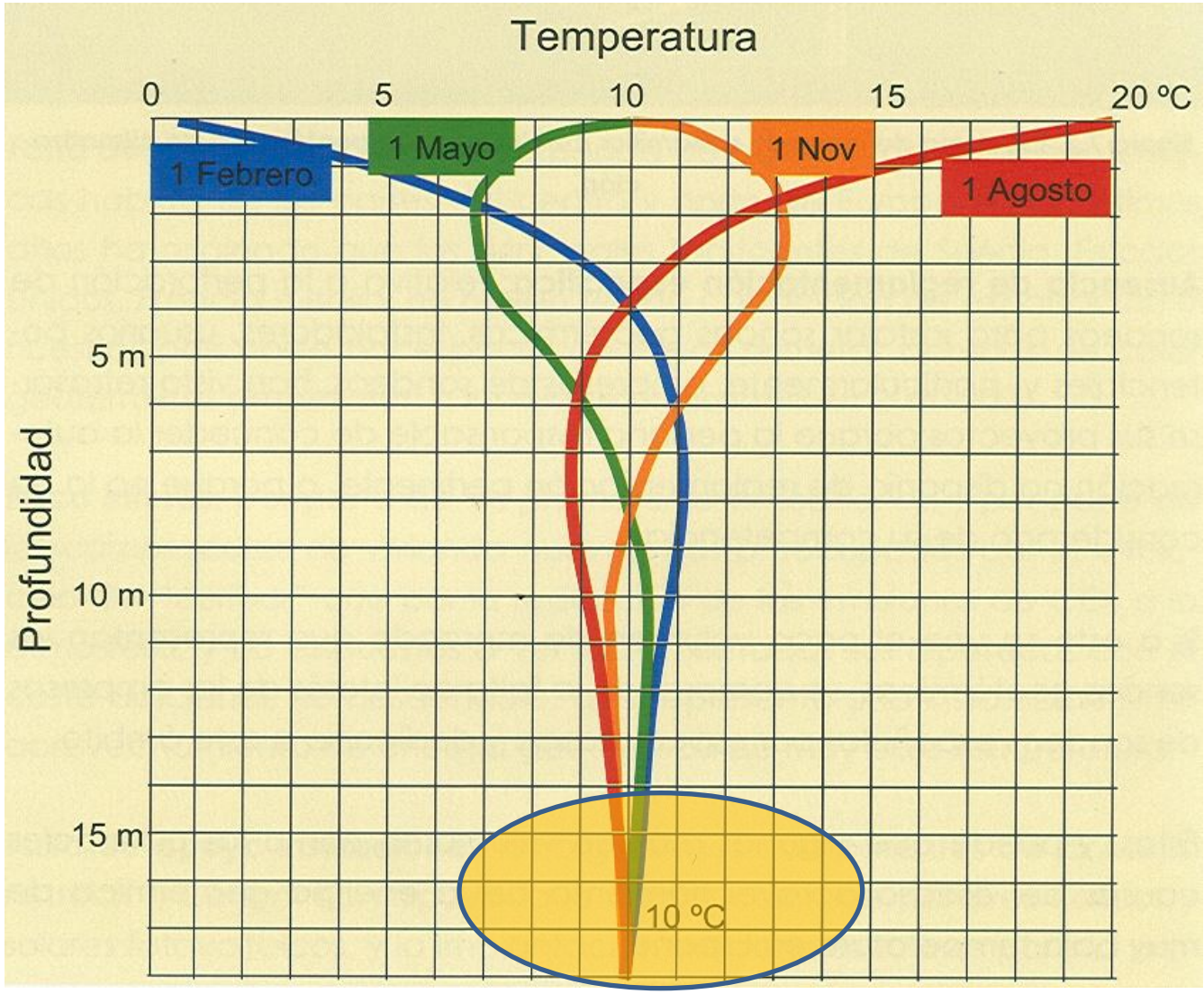
¿DE DÓNDE PROVIENE ESE CALOR?

¿POR QUÉ LA TIERRA NO SE HA ENFRIADO COMO OTROS CUERPOS CELESTES?

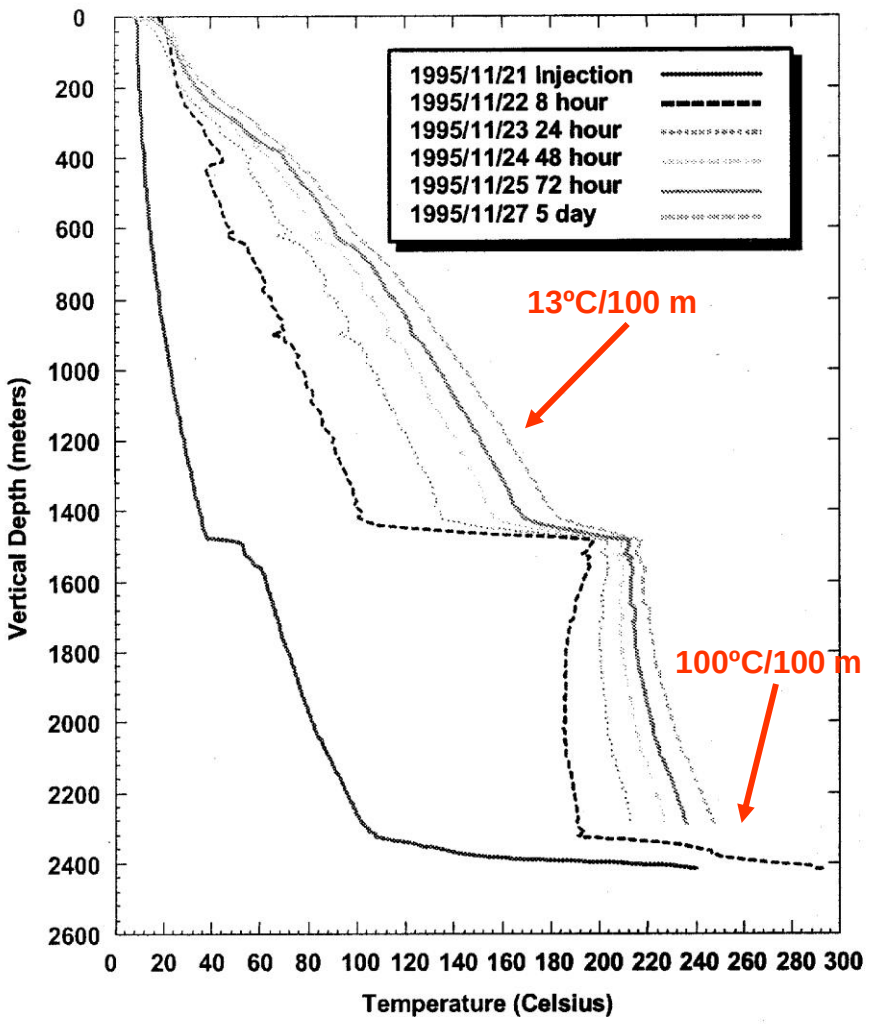
EXISTEN TRES FENÓMENOS COINCIDENTES QUE LO HAN EVITADO:

- **LA EXISTENCIA DE FUENTES INTERNAS DE CALOR**
- **LA BAJA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE LOS MATERIALES TERRESTRES QUE, EN PROMEDIO, ES 2 W/mºC**
- **LA ACCIÓN SOLAR, QUE MANTIENE CALIENTE LA SUPERFICIE DEL PLANETA**

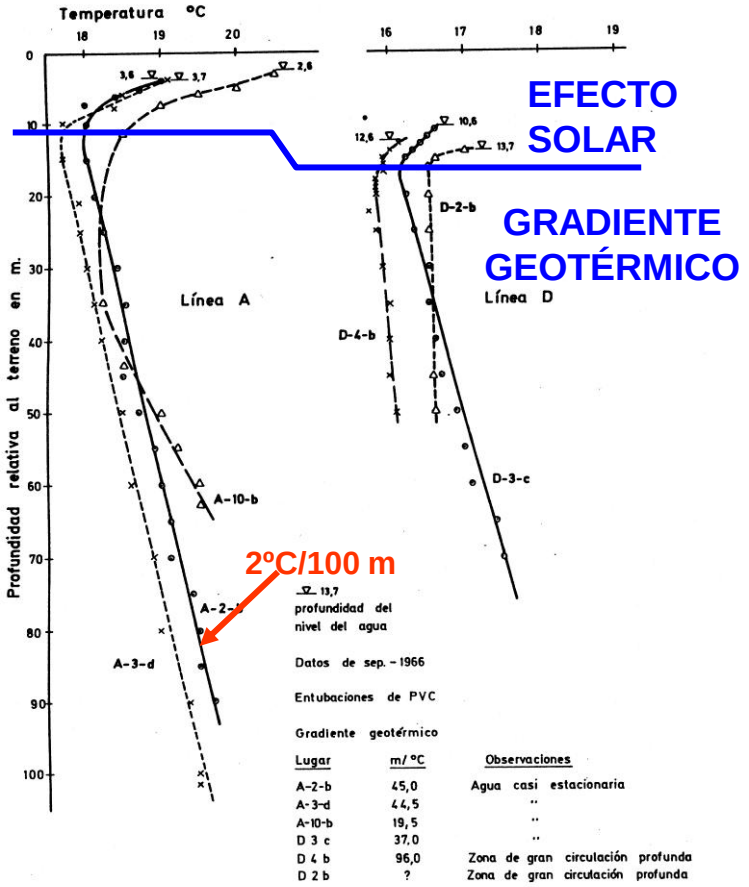

SOL
Energía absorbida por el ozono, vapor, polvo... 19%
8% Energía dispersada en la atmósfera
17% Energía reflejada por las nubes
Energía absorbida por las nubes 4%
6% Energía reflejada por la superficie de la tierra
Energía absorbida por la tierra 46%


Temperatura
0
5
10
15
20 °C
1 Febrero
1 Mayo
1 Nov
1 Agosto
Profundidad
5 m
10 m
15 m
10 °C

MANIFESTACIONES DEL CALOR: GRADIENTES EN SONDEOS



SONDEO GEOTÉRMICO

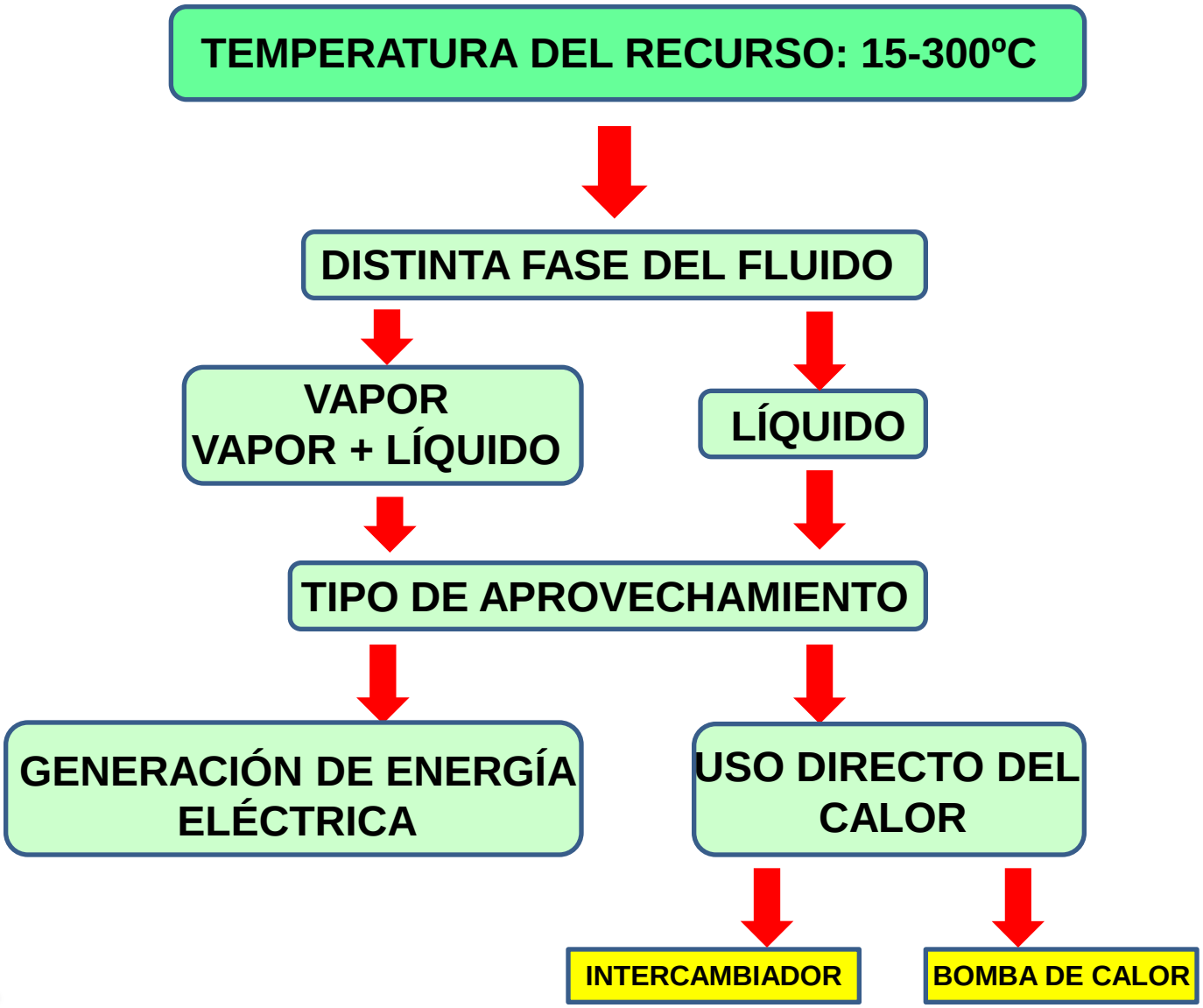


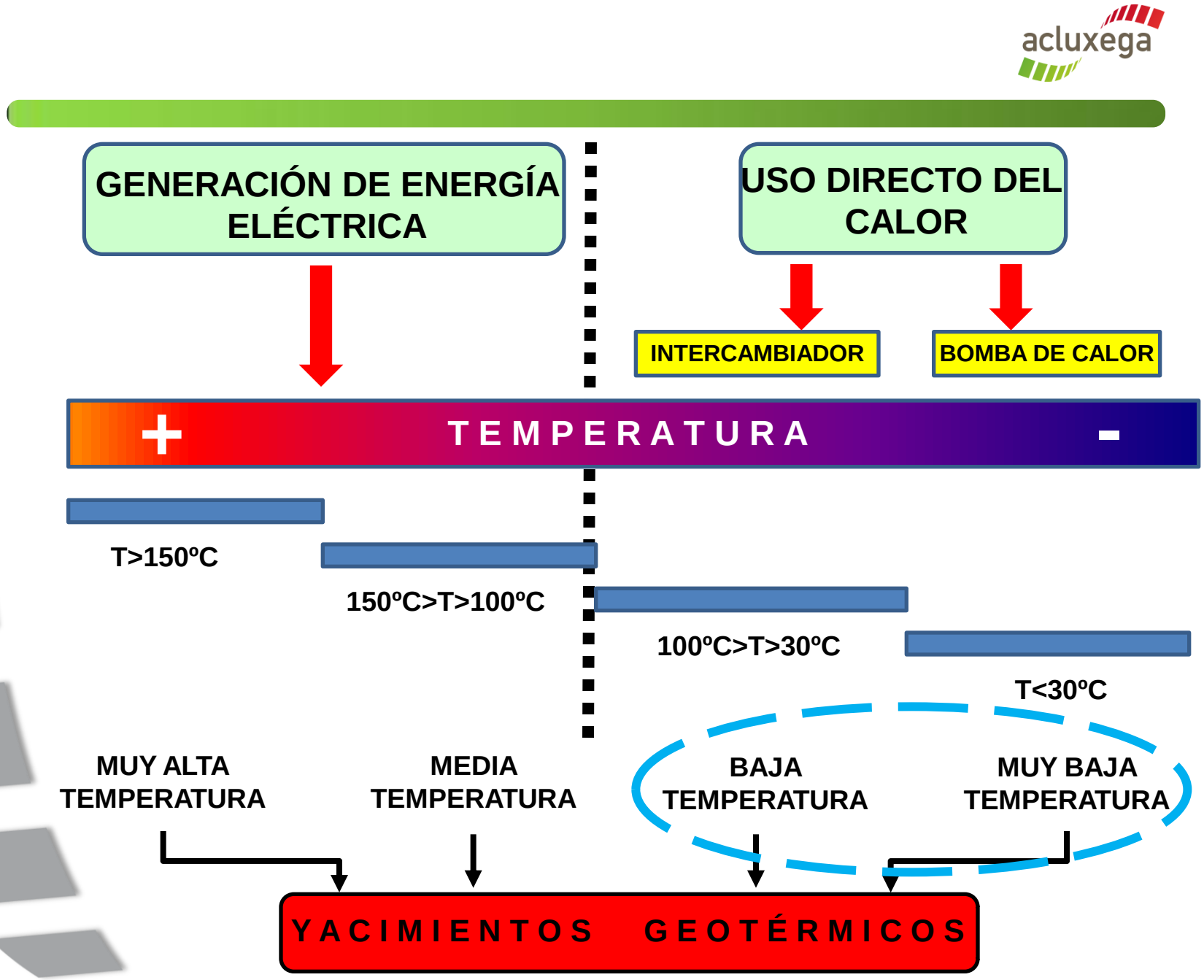
SONDEOS HIDROGEOLÓGICOS

DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LOS RECURSOS BASE ACCESIBLES* GEOTÉRMICOS

REGIÓN	ENERGÍA ($x10^{21}$ J)	PORCENTAJE
América del Norte	26.000	19
Sudamérica y Caribe	26.000	19
Europa Occidental	7.000	5
Europa Oriental y antigua URSS	23.000	16
Oriente Medio y África del Norte	6.000	4
África Subsahariana	17.000	12
Pacífico Asiático (excepto China)	11.000	8
China	11.000	8
Asia Central y Meridional	13.000	9
TOTAL	140.000	100

* Recursos en los 5 km más superficiales de la corteza continental, técnicamente extraíbles con la tecnología actual


TEMPERATURA DEL RECURSO: 15-300ºC
DISTINTA FASE DEL FLUIDO
VAPOR
VAPOR + LÍQUIDO
LÍQUIDO
TIPO DE APROVECHAMIENTO
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
USO DIRECTO DEL CALOR
INTERCAMBIADOR
BOMBA DE CALOR


GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
USO DIRECTO DEL CALOR
INTERCAMBIADOR
BOMBA DE CALOR
+
TEMPERATURA
-
T>150ºC
150ºC>T>100ºC
100ºC>T>30ºC
T<30ºC
MUY ALTA TEMPERATURA
MEDIA TEMPERATURA
BAJA TEMPERATURA
MUY BAJA TEMPERATURA
YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS

APROVECHAMIENTO CALÓRICO

A) CALOR DEL AGUA SUBTERRÁNEA

T. BAJA

100-30ºC

INTERCAMBIADOR

T. MUY BAJA

< 30ºC

BOMBA DE CALOR

B) CALOR DEL TERRENO SECO

UTILIZACIÓN HISTÓRICA DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

BALNEARIOS TERMALES (griegos, etruscos, romanos, turcos, mejicanos, japoneses, maoríes, etc.)

SERVICIO DOMÉSTICO

EXTRACCIÓN DE MINERALES

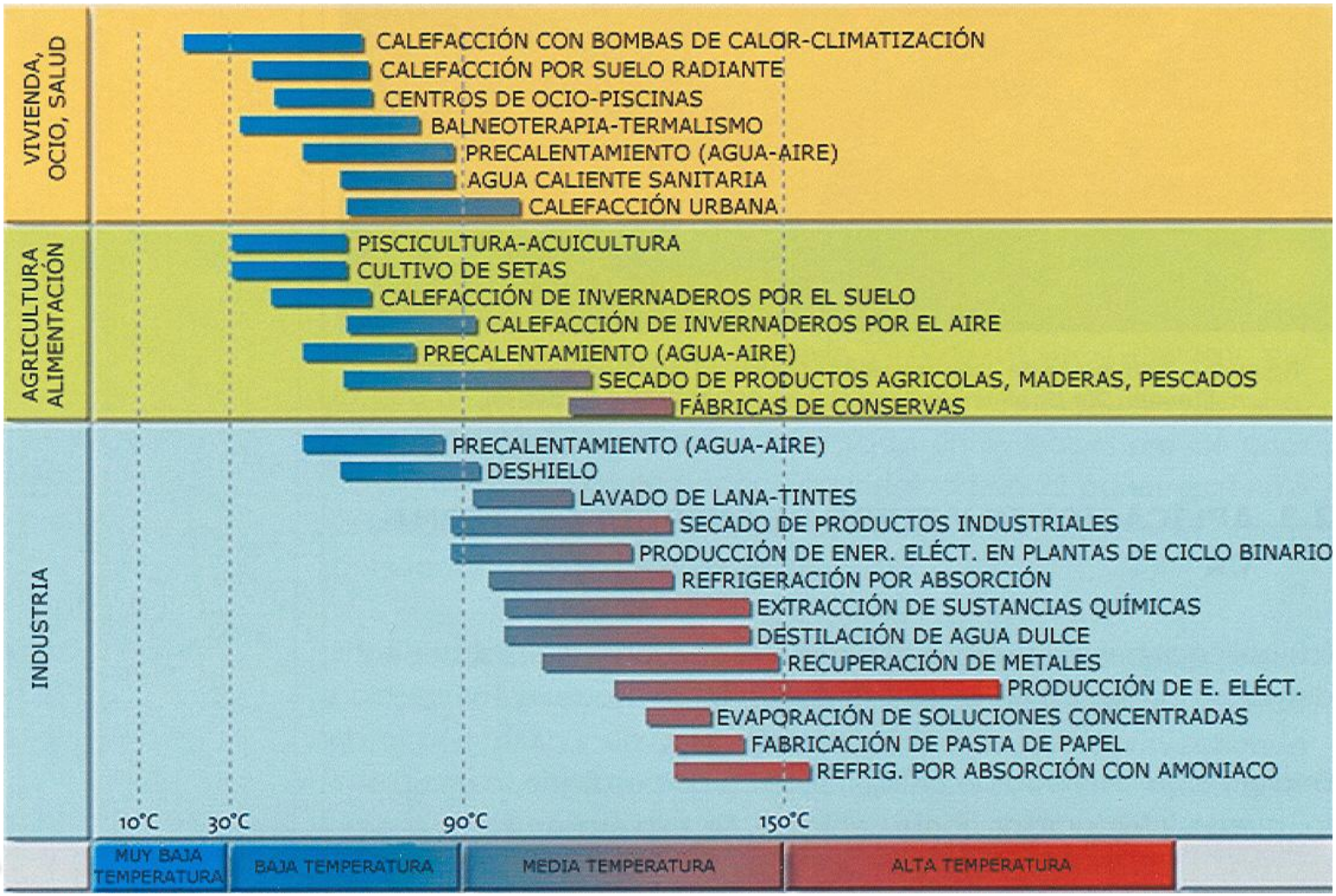
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ITALIA (1904)

CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA EEUU (1890)

CULTIVOS AGRÍCOLAS, GANADEROS Y ACUICULTURA ISLANDIA (1920)

OTROS USOS

USOS ACTUALES DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA



PORCENTAJES DE UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

APLICACIÓN	PORCENTAJE RESPECTO ENERGÍA GEOTÉRMICA TOTAL (%)
Generación eléctrica	**48**
Utilización directa del calor	**52**
Servicios y uso residencial	33
Sector industrial	19
Calefacción invernaderos	7
Piscifactorías	6
Otros	6
TOTAL	**100**

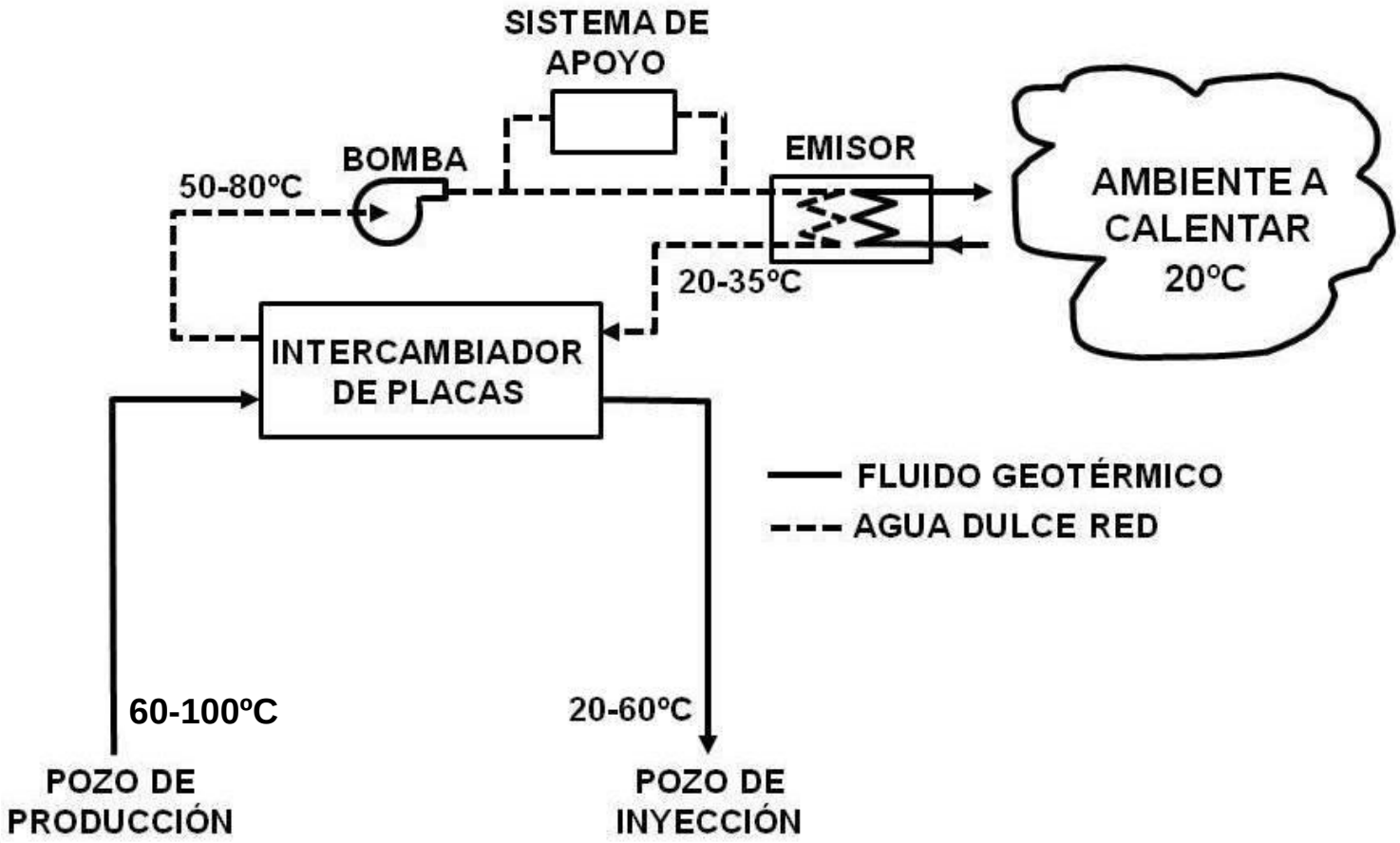
USOS DIRECTOS DEL CALOR

UTILIZACIÓN	PORCENTAJE (%)	
	2004	2009
Bombas de calor geotérmicas	32,0	49,0
Calentamiento de piscinas	30,4	24,9
Calefacción de ambientes	20,2	14,4
Calefacción de invernaderos	7,6	5,3
Usos industriales	4,0	2,7
Acuicultura	4,0	2,6
Fusión de nieve	0,7	0,5
Secado en agricultura	0,7	0,4
Otros	0,4	0,2
TOTAL	100,0	100,0

EL 50% DEL 50% DE LOS USOS GEOTÉRMICOS (25%) ES CON **BOMBA DE CALOR**

APROVECHAMIENTO DE BAJA TEMPERATURA (30º-100ºC) MEDIANTE INTERCAMBIADORES

ESQUEMA GENERAL DE UN APROVECHAMIENTO MEDIANTE INTERCAMBIADORES DE CALOR

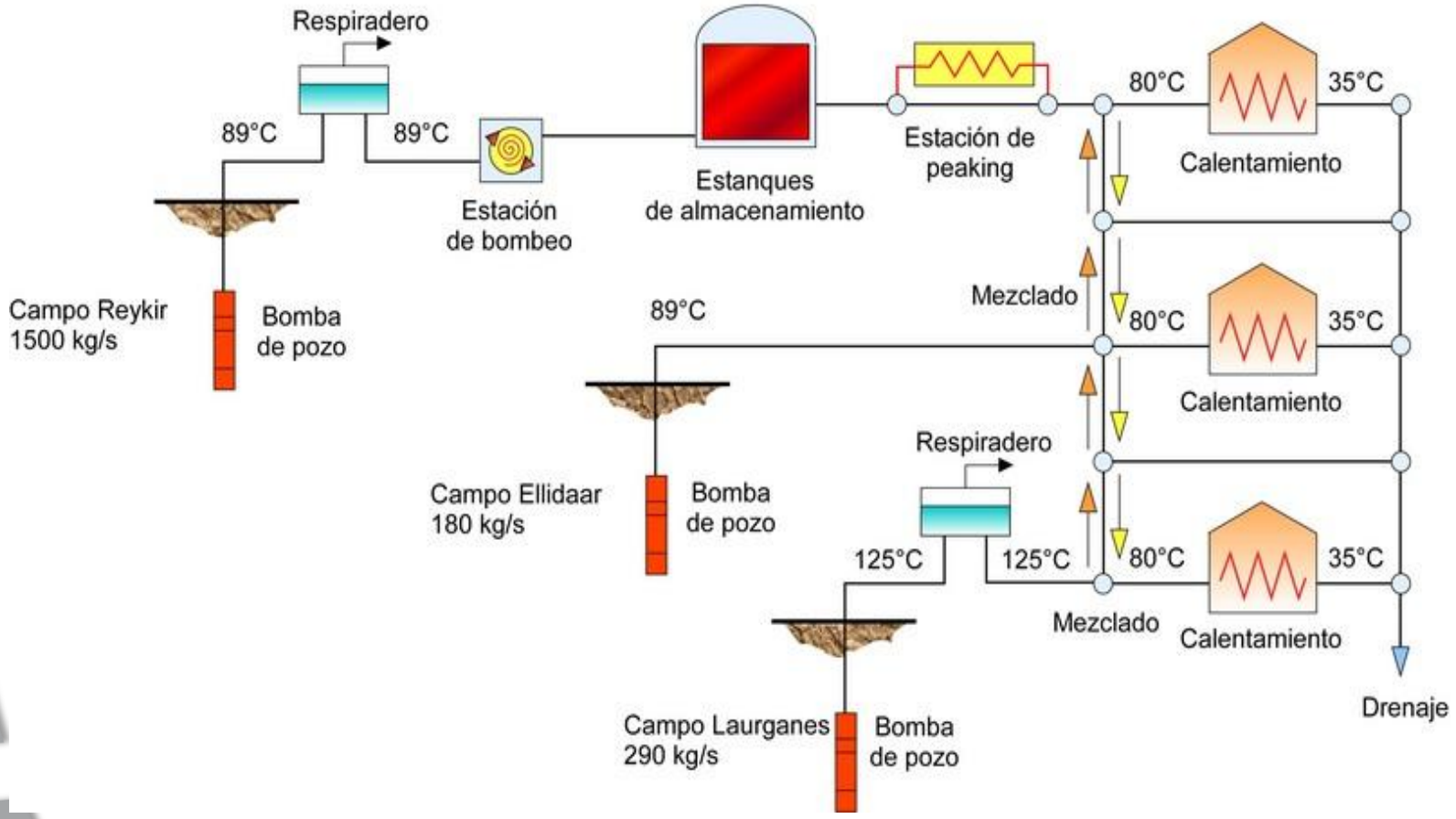


APROVECHAMIENTO DE BAJA TEMPERATURA (30º-100ºC) MEDIANTE INTERCAMBIADORES

INTERCAMBIADORES COMPLEJO POLIDEPORTIVO LOS REMEDIOS (OURENSE)

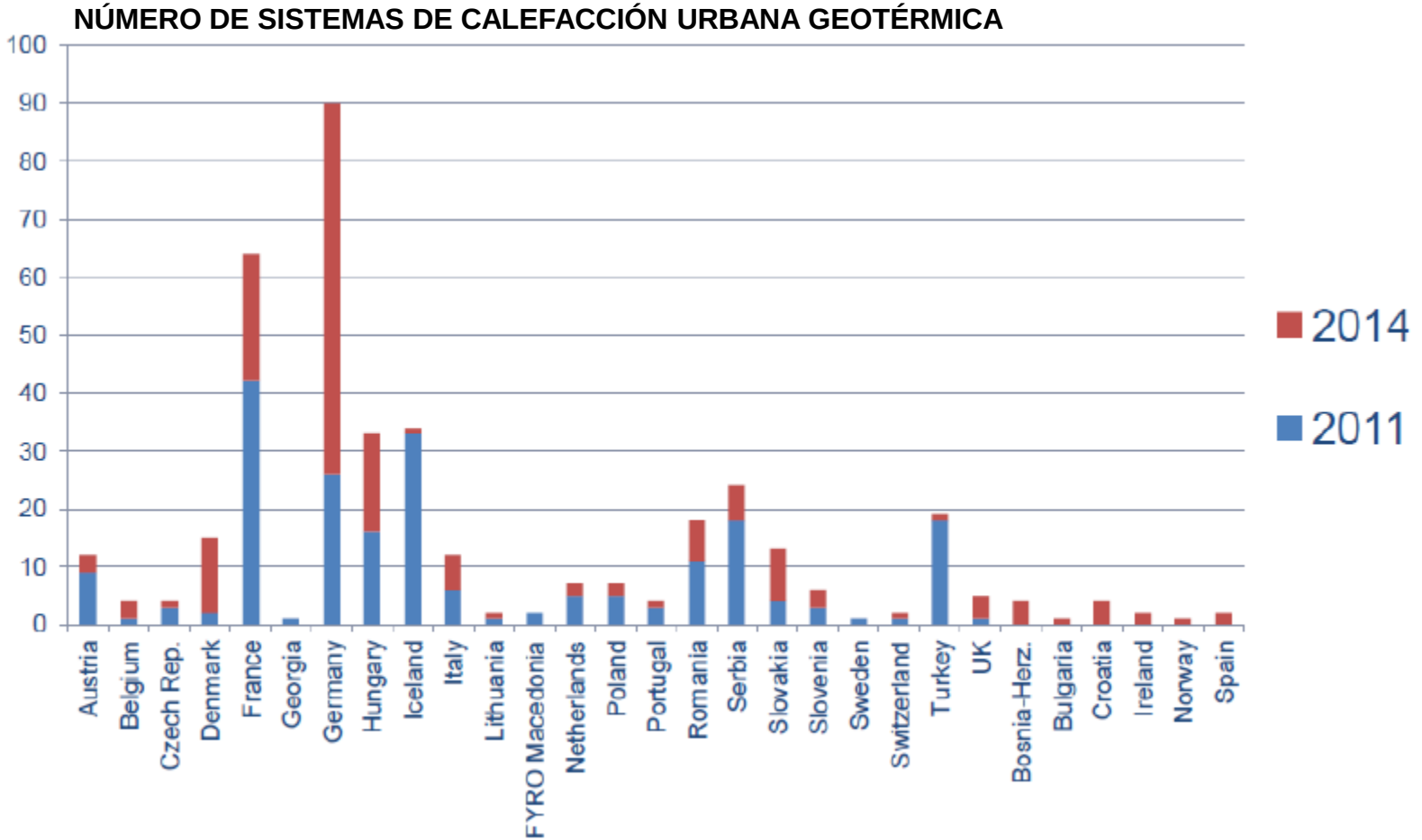
APROVECHAMIENTO DE BAJA TEMPERATURA (30º-100ºC) MEDIANTE INTERCAMBIADORES

APROVECHAMIENTO DE BAJA TEMPERATURA (30º-100ºC) MEDIANTE INTERCAMBIADORES



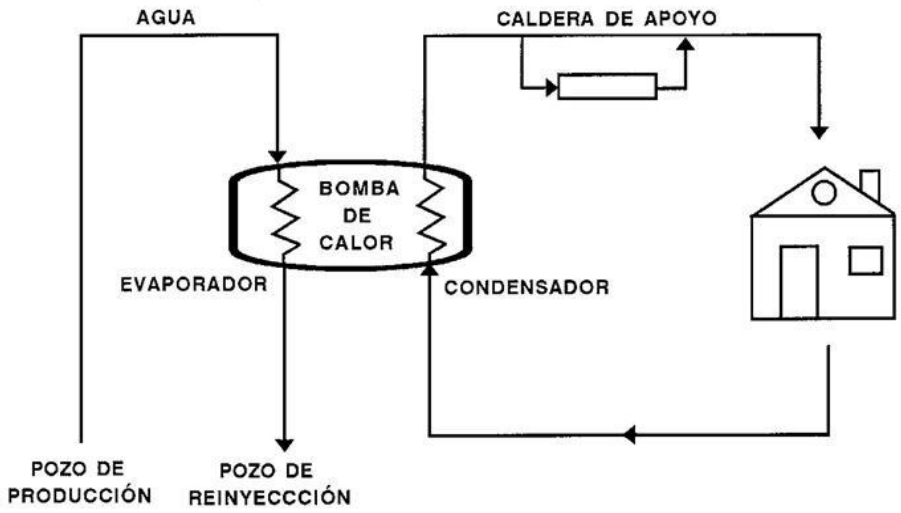
CALEFACCIÓN URBANA (ISLANDIA)

APROVECHAMIENTO DE BAJA TEMPERATURA (30º-100ºC) MEDIANTE INTERCAMBIADORES



CALEFACCIÓN URBANA GEOTÉRMICA EN EUROPA

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR



APROVECHAMIENTO DE AGUA CALIENTE DE BAJA ENTALPÍA MEDIANTE BOMBA DE CALOR

COEFFICIENT OF PERFORMANCE (COP) HASTA 5

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

SISTEMAS GEOTÉRMICOS SECOS CERRADOS DE MUY BAJA TEMPERATURA (T<30ºC)

USO OBLIGADO DE BOMBA DE CALOR

SE APROVECHA:

- CALOR DEL SUELO (EFECTO SOLAR, excavación 1-2 m de profundidad)
- CALOR DEL SUBSUELO (GRADIENTE GEOTÉRMICO, pozos 60-200 m)

FLUIDO CALOPORTADOR:

AGUA GLICOLADA EN CIRCUITO CERRADO CON LA BOMBA DE CALOR

USOS:

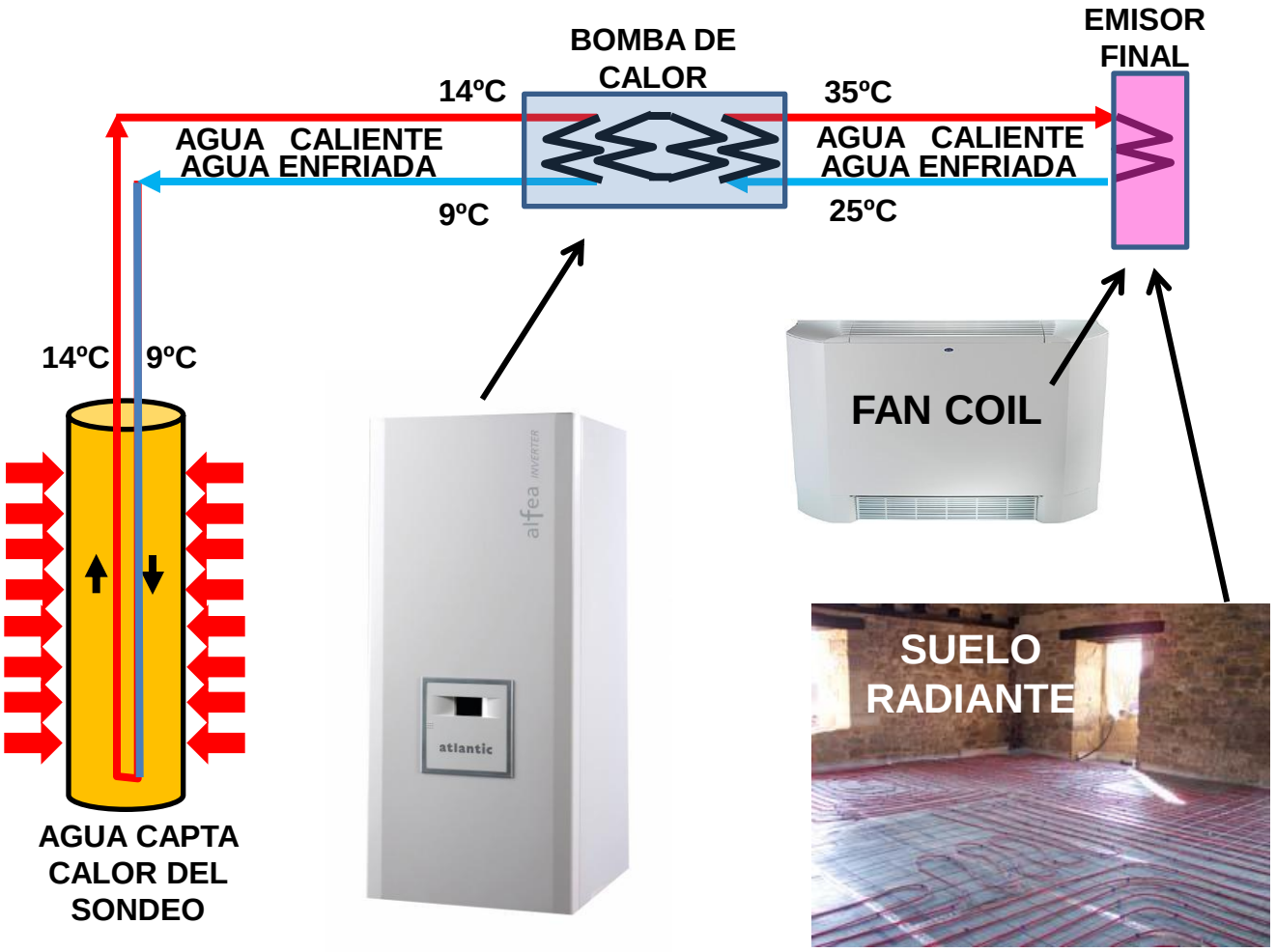
CLIMATIZACIÓN DE EDIFICIOS (CALOR/FRÍO)

1

CUALQUIER TERRENO ES YACIMIENTO POTENCIAL Y REAL

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA SECO CERRADO



APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

TEST DE RESPUESTA GEOTÉRMICA DEL TERRENO (TRT) ó BIBLIOGRAFÍA ESPECIALIDADA (Si Potencia < 10 kW)

⇩

CAPACIDAD CALORÍFICA DEL SUBSUELO (W/m)

⇩

ESTUDIO DE NECESIDADES DEL EDIFICIO (kW)

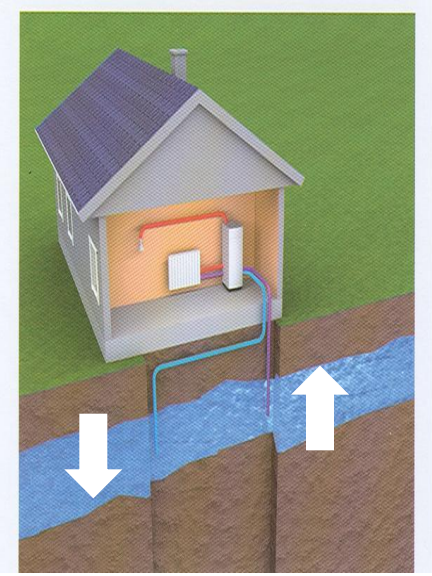
⇩

LONGITUD DEL CAPTADOR (L = kW / W/m = m)

IMPRESCINDIBLE: ESTUDIO DE SIMULACIÓN PARA ASEGURAR LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DURANTE TODA SU VIDA ÚTIL (>25 AÑOS)

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

SISTEMAS GEOTÉRMICOS ABIERTOS DE MUY BAJA TEMPERATURA (T<30ºC)



USO OBLIGADO DE BOMBA DE CALOR

SE APROVECHA:

CALOR DEL AGUA:

- **SUBTERRÁNEA POCO PROFUNDA**
- **SUPERFICIAL DE RIOS Y LAGOS**

CONDICIONES:

EXISTENCIA DE SUFICIENTE AGUA

PERMISOS DE LAS AUTORIDADES SI EL AGUA ES DE DOMINIO PÚBLICO

USOS:

CLIMATIZACIÓN DE EDIFICIOS (CALOR/FRÍO)

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

CAPTACIÓN DEL CALOR EN LOS SISTEMAS GEOTÉRMICOS DE MUY BAJA TEMPERATURA (T<30ºC)

SISTEMAS CERRADOS:

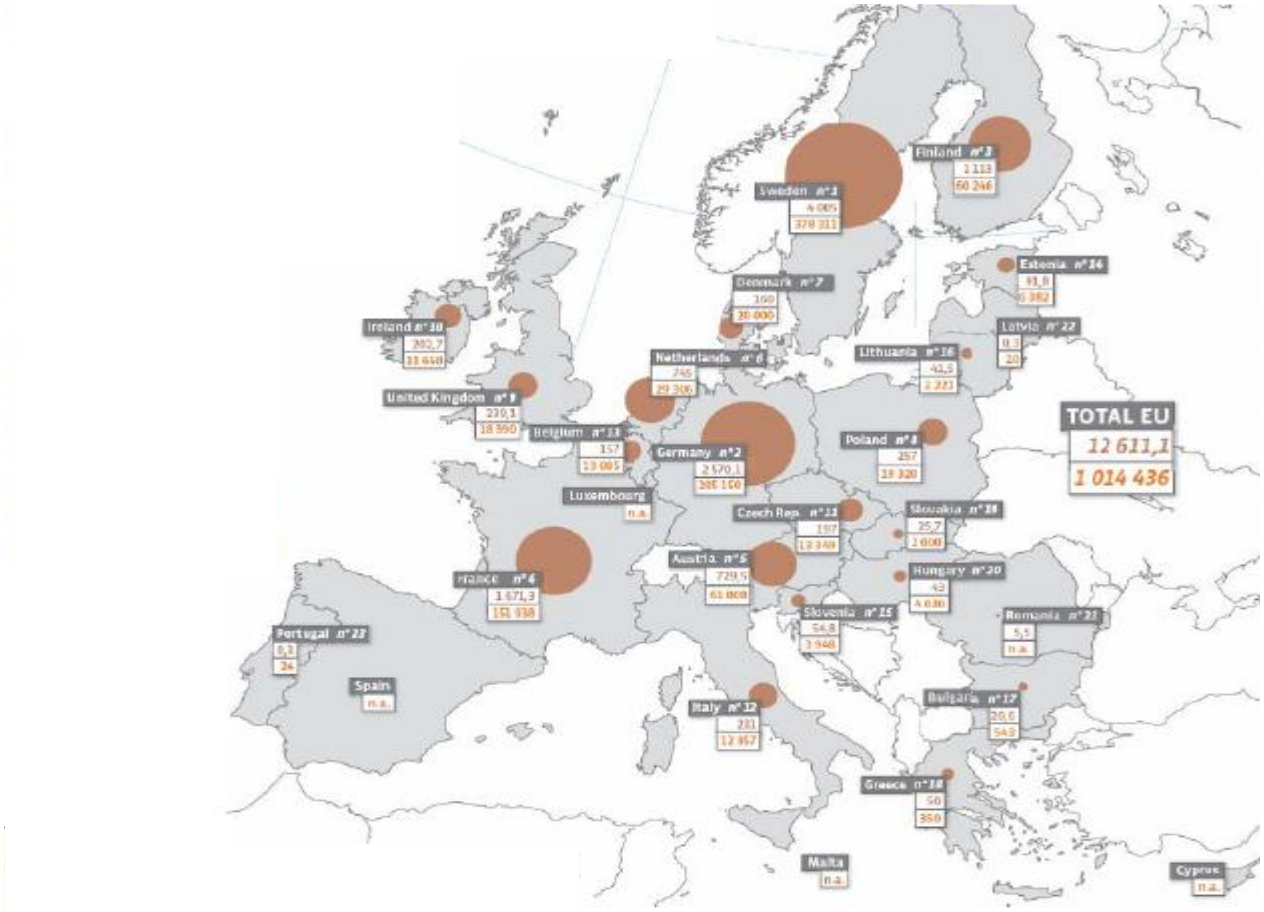
- COLECTORES EN SONDEOS VERTICALES O INCLINADOS (200 m)
- COLECTORES HORIZONTALES (< 3-4 m)
- CIMENTACIONES TERMOACTIVAS (PILOTES, LOSAS, PANTALLAS)

SISTEMAS ABIERTOS:

- CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, AGUAS DE MINAS O DE DRENAJES DE OBRAS CIVILES

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

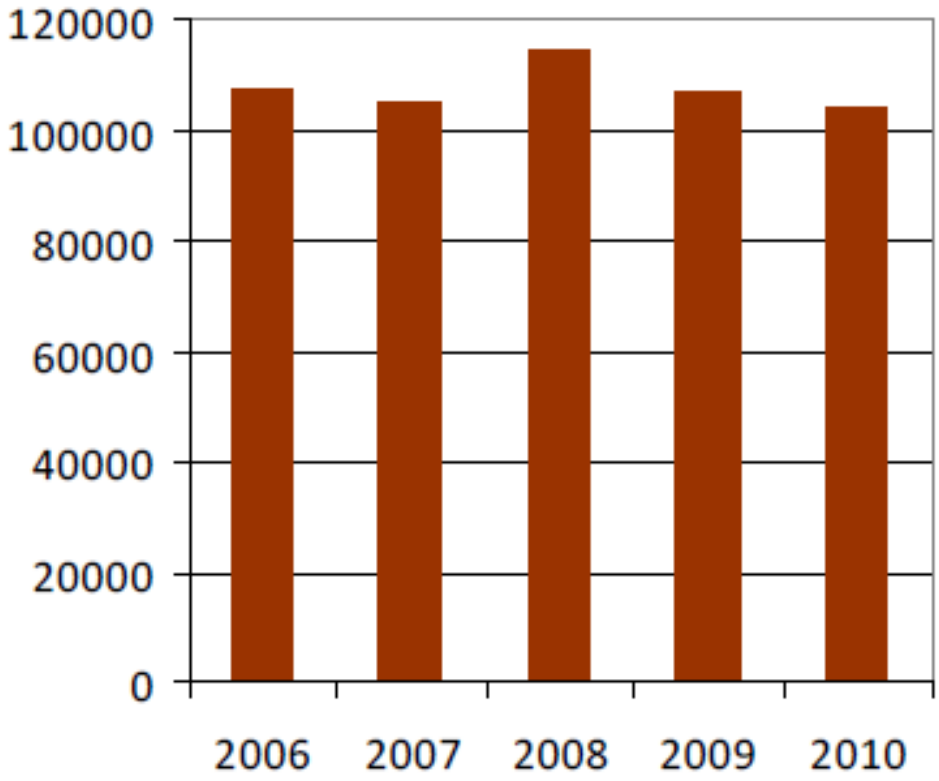
BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS (UE)
NÚMERO DE UNIDADES Y CAPACIDAD INSTALADA EN 2010



APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

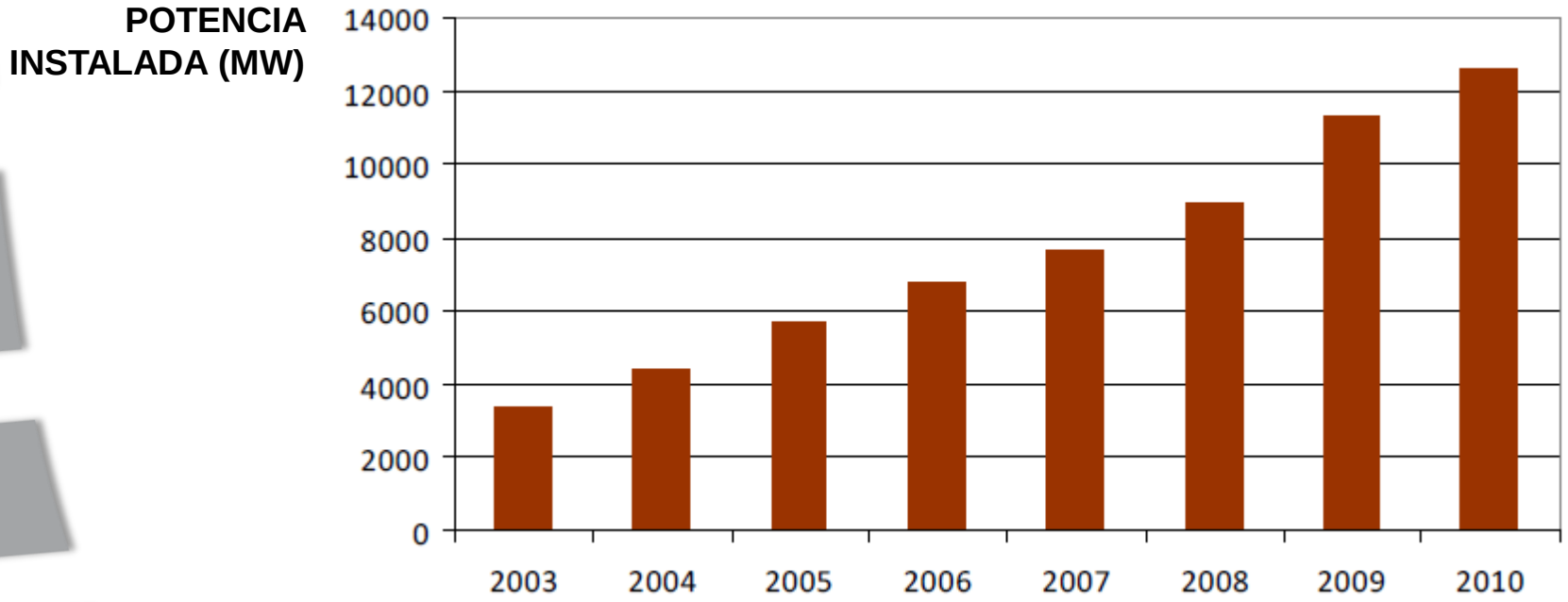
BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS (UE)

UNIDADES VENDIDAS ANUALMENTE (<50 kW)



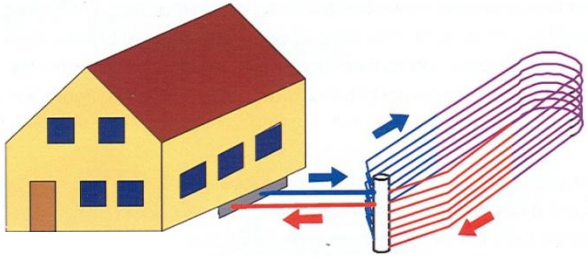
APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

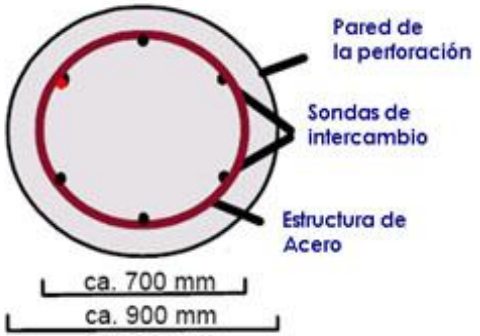
BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS (UE)



APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

CAPTADORES DE MUY BAJA TEMPERATURA (SISTEMA CERRADO)





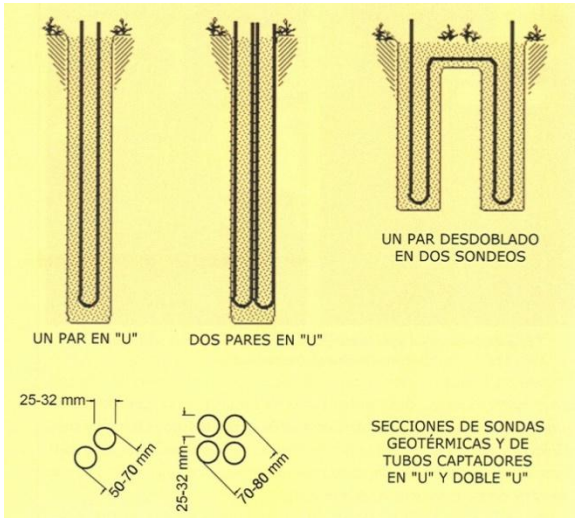
APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

CAPTADORES HORIZONTALES

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

CAPTADORES HORIZONTALES

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR



CAPTADORES VERTICALES

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

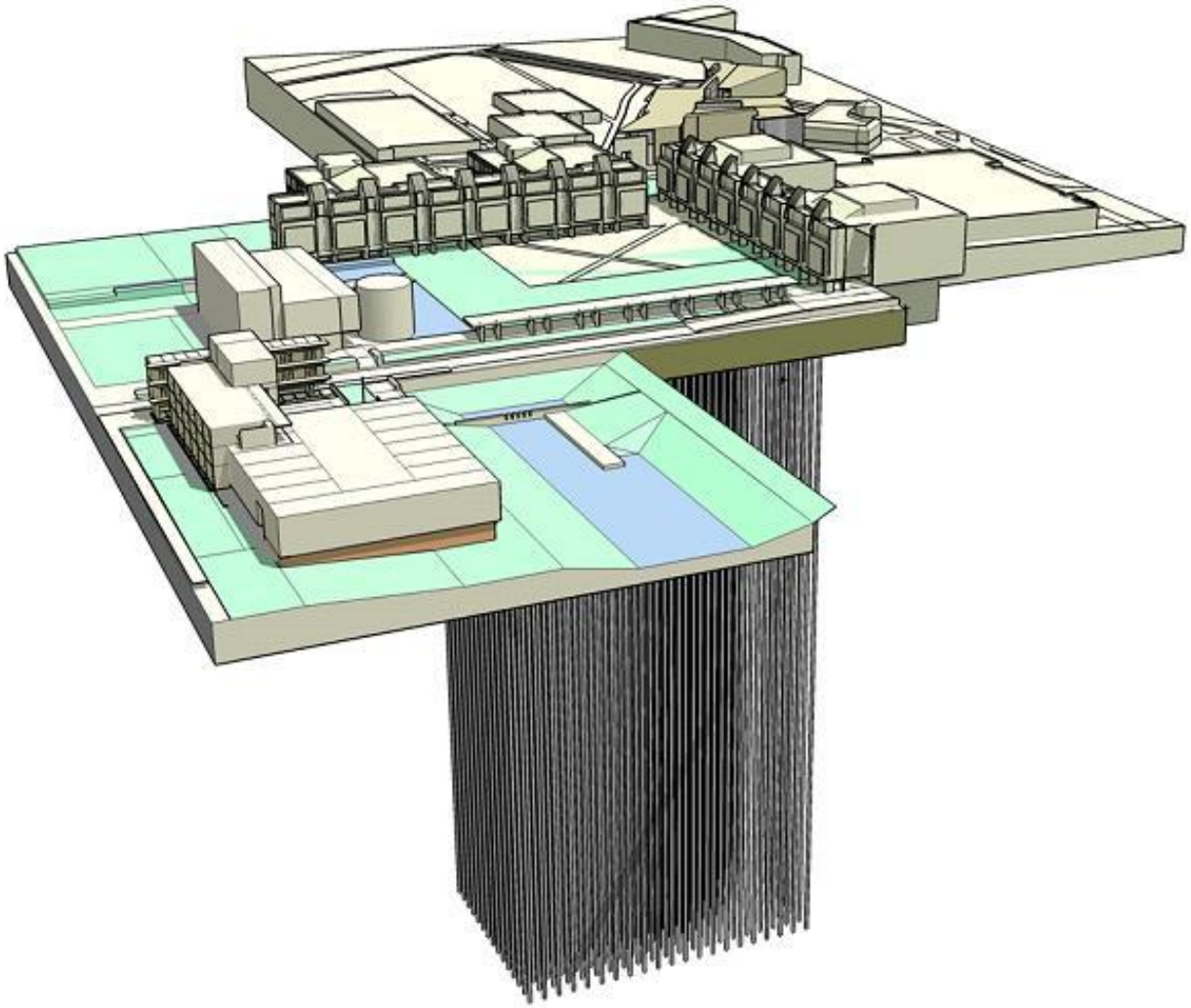
CAPTADOR VERTICAL

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

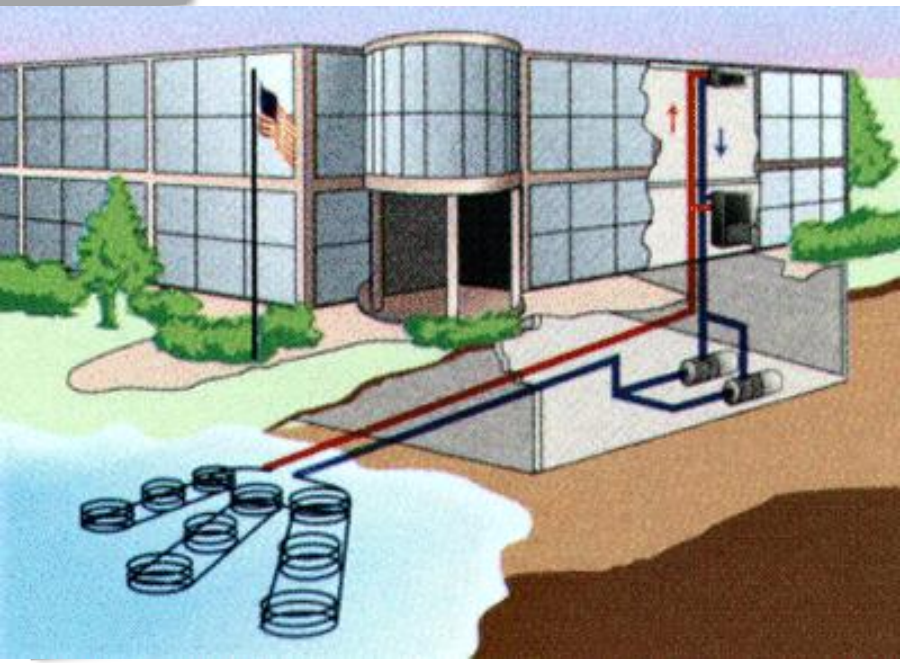
CAPTADORES EN PILOTES

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

CAMPO DE SONDAS EN LA UNIVERSIDAD DE ONTARIO (CANADÁ)



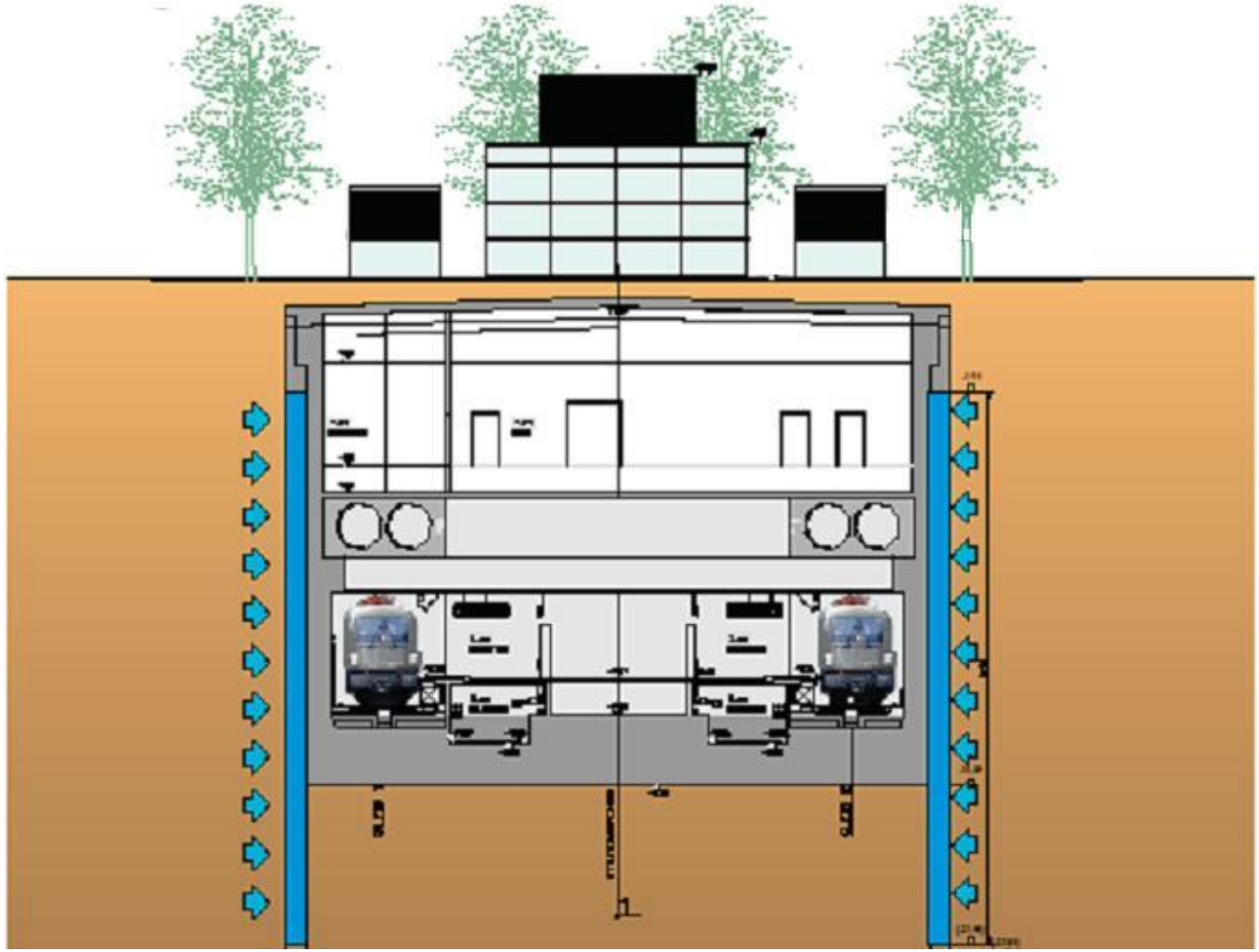
APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR



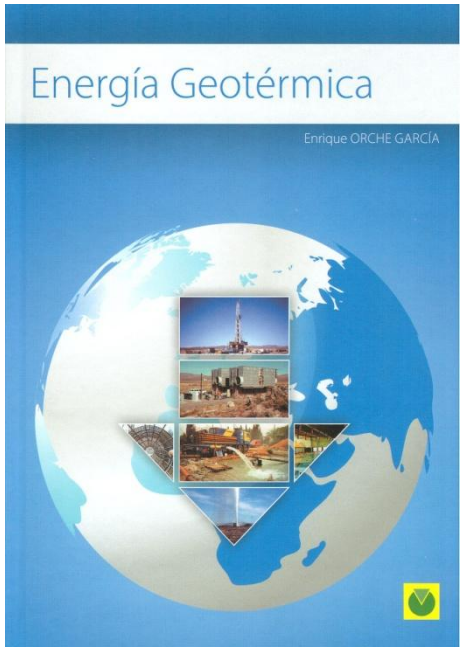
CAPTADORES HORIZONTALES TRABAJANDO CON AGUA

APROVECHAMIENTO DE MUY BAJA TEMPERATURA (<30ºC) CON BOMBA DE CALOR

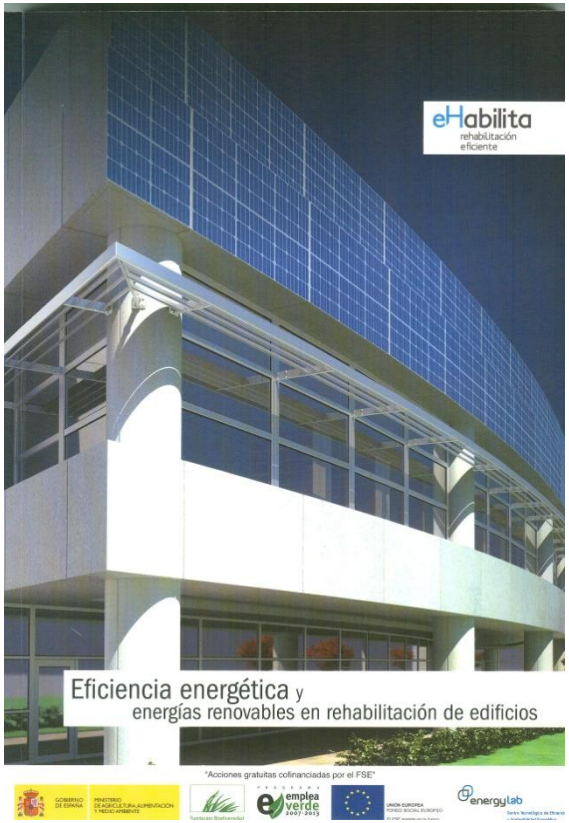
APROVECHAMIENTO MEDIANTE CAPTADORES EN MUROS PANTALLA EN LA ESTACIÓN PRATENSTER (VIENA, AUSTRIA)



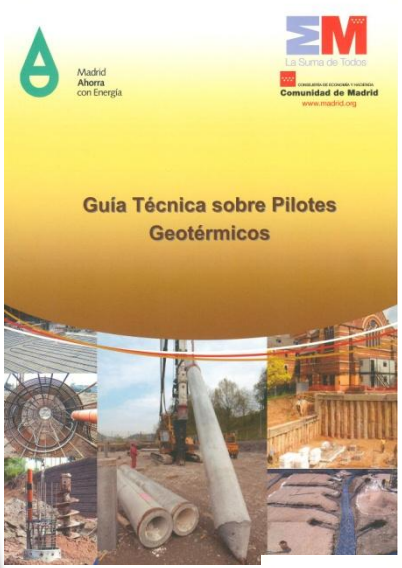
BIBLIOGRAFÍA RECIENTE

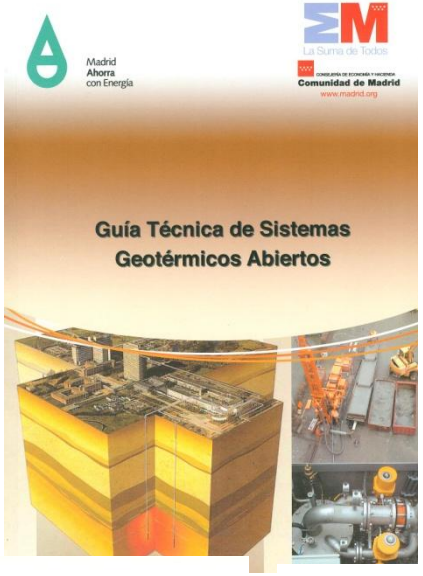


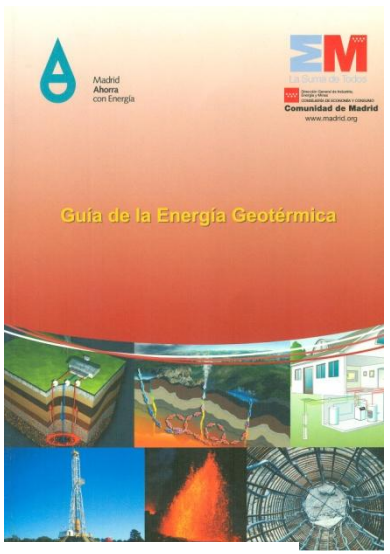
BIBLIOGRAFÍA GENÉRICA

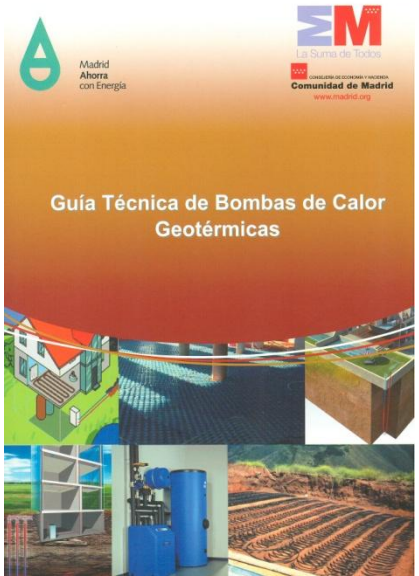


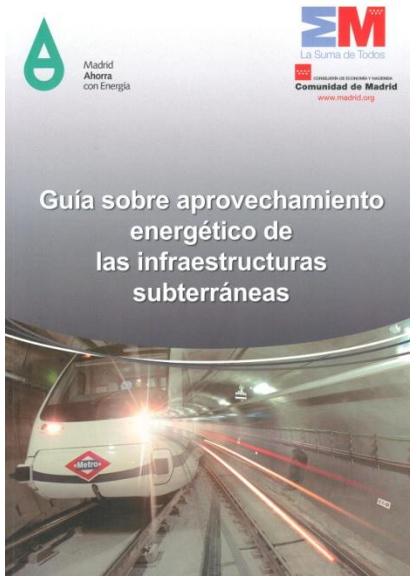
BIBLIOGRAFÍA ESPECIALIZADA

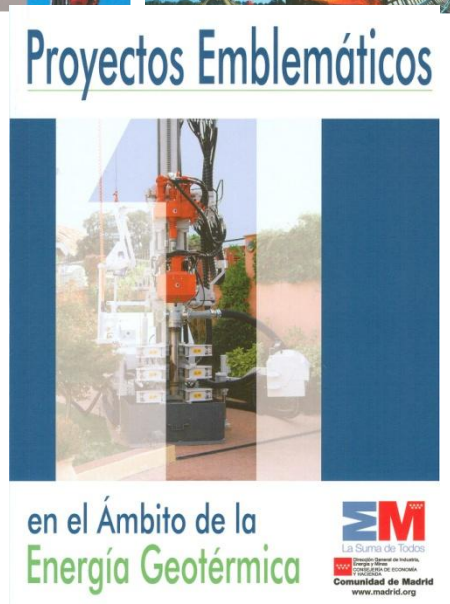












FUNDACIÓN DE LA ENERGÍA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

www.fenercom.com

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE)

www.idae.es

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN