

## “Experiencias e impacto de las bombas de calor en las industrias en España”



Fórum de Energías Sostenibles, Habana,  
Septiembre 2024

Rafel Gaos Font

rgaos@idae.es

Miguel Herrera Salabarría

miguel.herrera@idae.es

<https://www.linkedin.com/in/miguel-herrera-salabarría-41046731>

# ÍNDICE

## Taller de Bombas de Calor

1. Presentación
2. Antecedentes y España
3. Demanda y temperatura
4. Casos Prácticos
5. Resumen de RD 1124



## 2. Antecedentes y España

Directiva  
2009/28/EC  
(RED I)

Relativa al fomento de la energía renovable, se debe tener en cuenta la energía ambiente del tipo

- ▶ Aerotérmico
- ▶ Geotérmico
- ▶ Hidrotérmico



Energía renovable suministrada por las bombas de calor ( $E_{res}$ )



$$E_{RES} = Q_{usable} \left(1 - \frac{1}{SPF}\right)$$

$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC$$

- ▶  $Q_{usable}$ : Calor útil total estimado
- ▶ SPF: Factor de rendimiento medio estacional
- ▶ FP: Factor de ponderación (zonas climáticas)
- ▶ FC: Factor corrección (temp, obtención del COP)



Decisión de la comisión de 1 marzo 2013

### Consecuencia

Determinar y Caracterizar el parque de Bombas de Calor español

- ▶ Encuesta 2014
- ▶ Actualización 2019 (AFEC)
- ▶ Geotérmicas & Hidrotérmicas 2021



## 2. Antecedentes y España



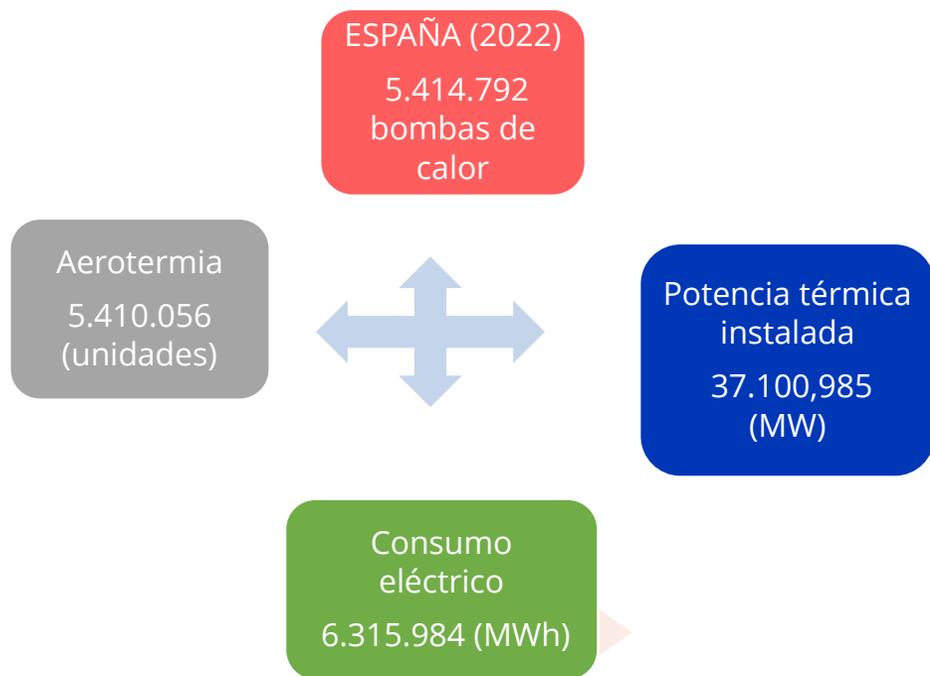
Fuente energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP) por zona climática				
	A	B	C	D	E
Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Aerotérmica. Equipos individuales tipo <i>split</i>	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Hidrotérmica	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Geotérmico circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Geotérmico circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

Fuente: [Documento reconocido RITE Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios. Tabla 4.1.](#)

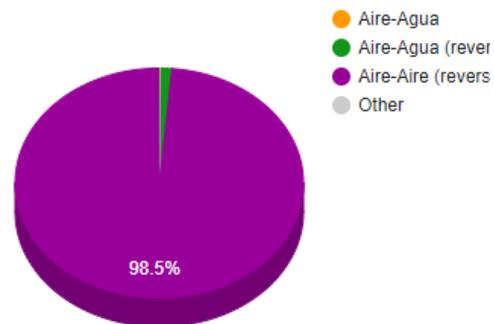
Temperatura de condensación °C	Factor de corrección (FC)					
	COP 35°C	COP 40°C	COP 45°C	COP 50°C	COP 55°C	COP 60°C
35	1					
40	0,87	1				
45	0,77	0,89	1			
50	0,68	0,78	0,88	1		
55	0,61	0,7	0,79	0,9	1	
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,9	1

## 2. Antecedentes y España

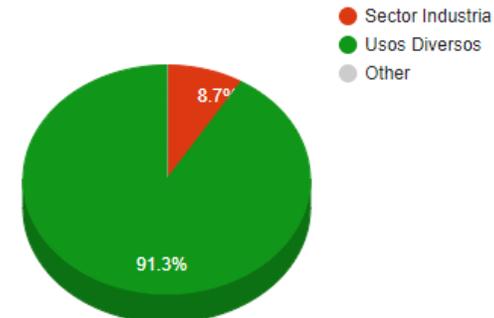
<https://estadisticas-bombasdecalor.idae.es/>



Fuente energética y medio de distribución



Agrupación sectorial



Sector	Número de plantas
Otras Actividades no especificadas	734.495
Otras Industrias	484.510
Otros Servicios y Servicios Públicos	96.669
Residencial	4.095.056
<b>Totales</b>	<b>5.410.730</b>

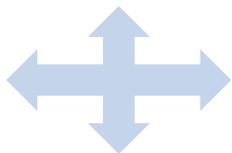
## 2. Antecedentes y España

<https://estadisticas-bombasdecalor.idae.es/>

ESPAÑA (2022)

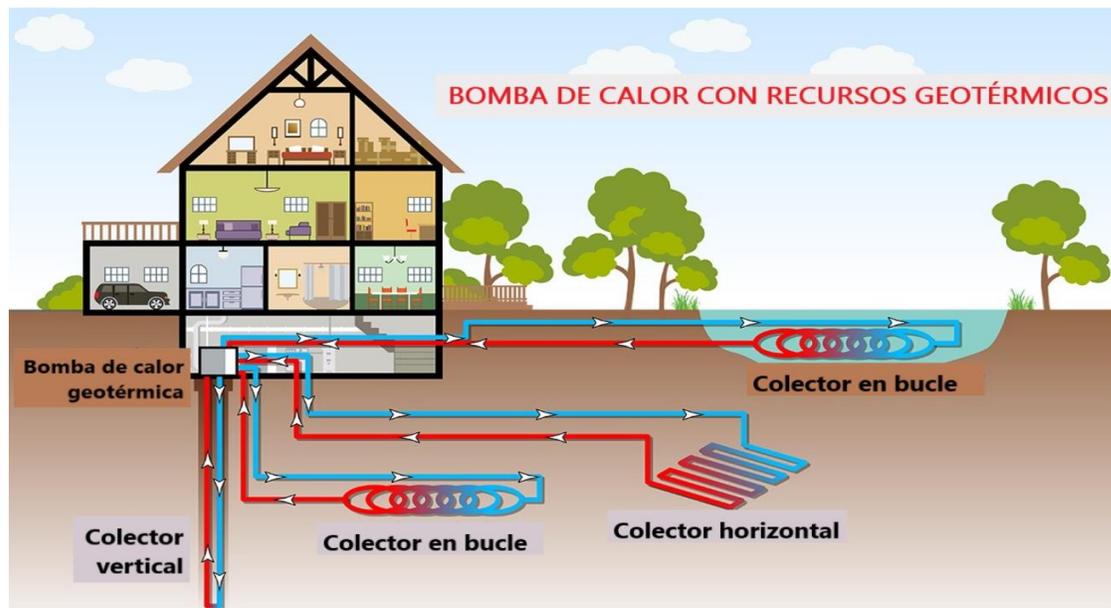
5.414.792  
bombas de  
calor

Geotermia  
4.035  
(unidades)



Potencia  
térmica  
instalada (MW)  
200,620

Consumo  
eléctrico (MWh)  
66.974



Sector	Número de plantas
Administraciones Públicas	73
Agricultura	11
Alimentación, Bebidas y Tabaco	3
Bienes de Equipo	1
Comercio	38
Construcción	4
Educación	40
Hospitales	20
Hoteles	75
Madera y Productos de la Madera	1
<b>Totales</b>	<b>4.035</b>

# 3. Demanda y Temperatura

## Descarbonización de los procesos industriales

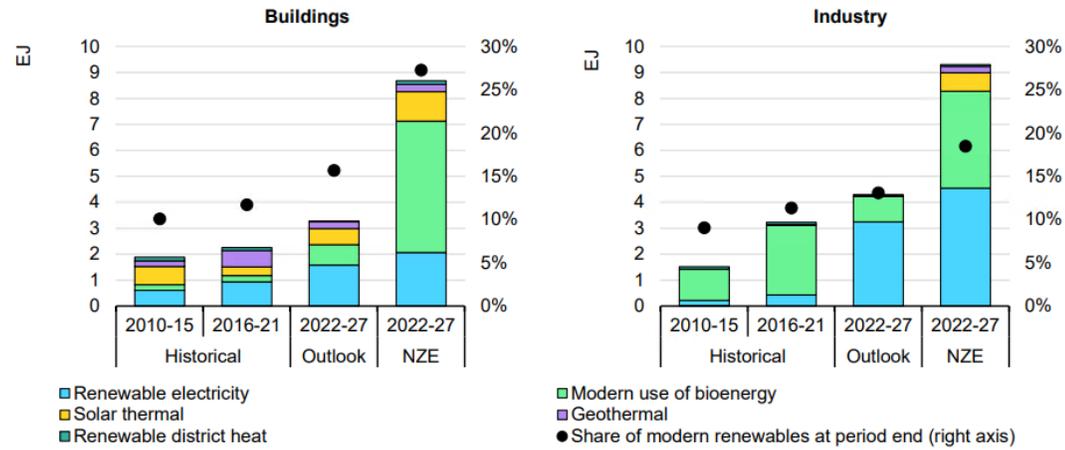


<h3>1 Ganancias de Eficiencia</h3>	<h3>2 Cambio de combustible</h3>	<h3>3 Nuevas tecnologías o procesos</h3>
<p>La Ganancia de eficiencia puede minimizar la demanda industrial de energía y por lo tanto de emisiones</p> <p>Las ganancias de Eficiencia en calefacción están relacionadas con un mejor aislamiento, el aprovechamiento de calor residual y un control óptimo de proceso</p>	<p>Sustituyendo fuentes de calor intensas en CO<sub>2</sub> por otras renovables.</p> <p>Habitualmente más sencillo en rangos medios y bajos de temperatura Las opciones incluyen biomasa o biogás Los sistemas eléctricos pueden ser descarbonizados usando fuentes renovables.</p>	<p>Se puede descarbonizar cambiando el proceso completo.</p> <p>Por ejemplo aumentando la proporción de reciclaje, lo que ayuda a usar procesos de menor temperatura y con ello de menos emisiones. Otro ejemplo son los plásticos, donde los biomateriales pueden sustituir al petróleo y tener procesos menos intensivos en energía</p>



# 3. Demanda y Temperatura

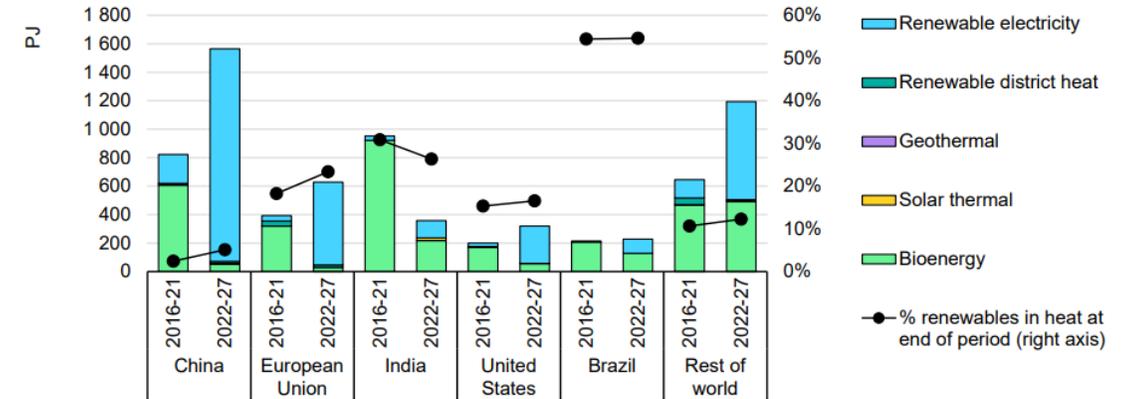
**Figure 3.1 Global increase in renewable energy consumption and share of total heat demand in buildings and industry, 2010-2027**



Note: NZE = Net Zero Emissions by 2050 Scenario.  
Source: IEA (2022), [World Energy Outlook 2022](#).

IEA. CC BY 4.0.

**Figure 3.2 Increase in renewable heat consumption in industry and share of renewables in industrial heat demand, selected regions, 2016-2027**

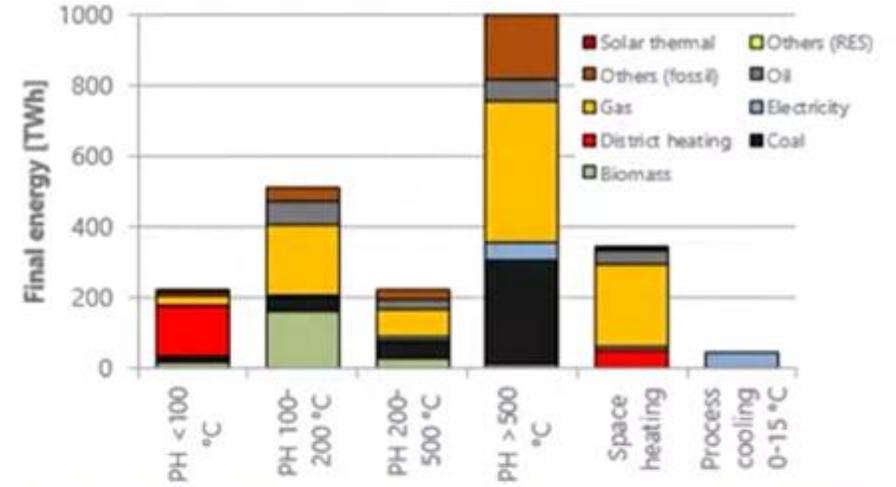


IEA. CC BY 4.0.

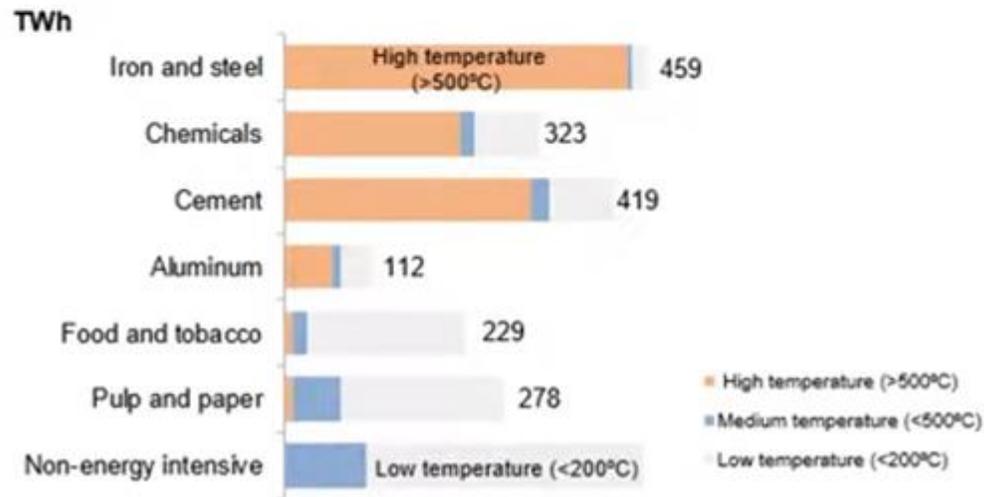
Source: IEA (2022), [World Energy Outlook 2022](#).

### 3. Demanda y Temperatura

- Los requisitos de temperatura tienen un rango muy amplio (50°C-2000°C). Se pueden agrupar en 3 bandas:
  - Baja (<200°C), Media (200-500°C), Alta (>500°C)
- Las calderas industriales llegan hasta 500°C. Con combustión o electricidad se puede llegar al resto de rangos
- No todas las tecnologías llegan a las temperaturas requeridas. Por ello los procesos de alta temperatura son difíciles de descarbonizar



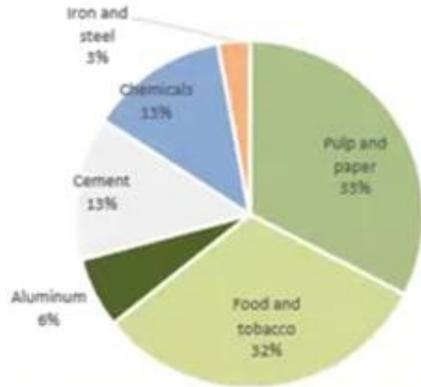
Origen del calor por rango de temperaturas de proceso (TWh)



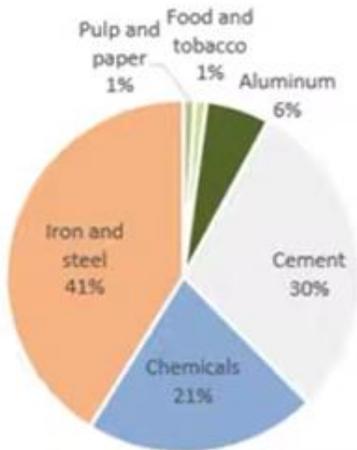
### Calor de alta T<sup>a</sup>



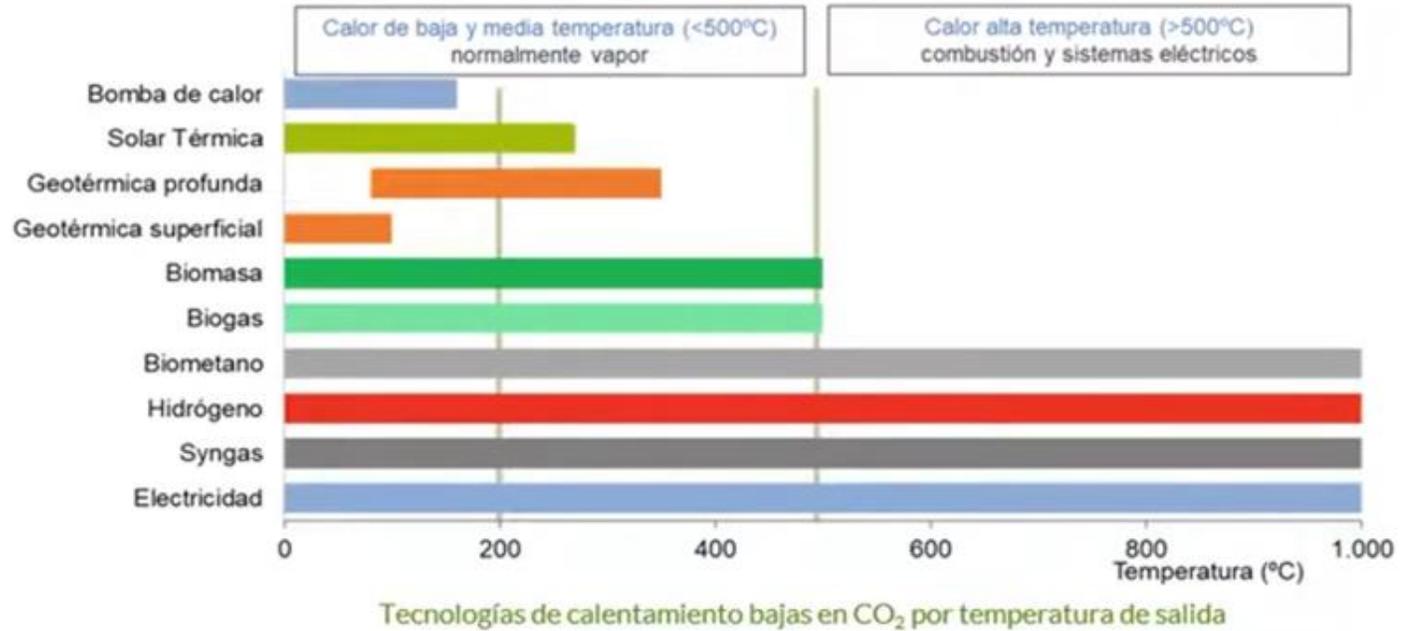
### 3. Demanda y Temperatura



% of EU low-temperature (<200°C) heat use by industry



% of EU high-temperature (>500°C) heat use by industry



Los sectores de baja temperatura serán más fácilmente descarbonizables.

Los de alta temperatura producen la mayor parte de las emisiones y su descarbonización es un reto

## 4. Casos Práctico 1

### COMPLEJO HOTELERO EN MALLORCA

#### Presupuesto

- Inversión solicitada: 1.622.582,76 €
- Ayuda solicitada: 463.404,12 €

- *Edificios de 3 alturas, apartamentos vacacionales*
- *Habitación doble, capacidad 2-3 personas*
- *Cantidad de apartamentos 349*

#### Objetivos

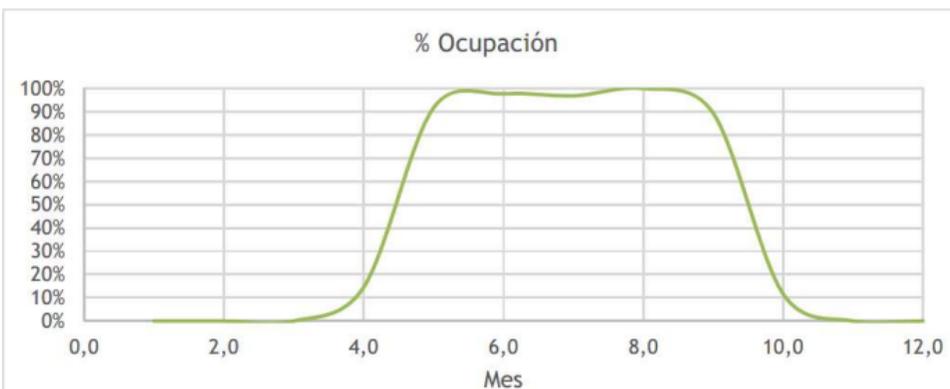
- El objeto de este proyecto es la reforma de la instalación existente de producción de climatización y de ACS
- Centralización de la producción de Climatización mediante equipos de Aerotermia, eliminando las calderas de gasóleo
- La instalación de un nuevo sistema centralizado BMS que tendrá la función de controlar, recoger y gestionar los nuevos equipos de la instalación, pudiendo ser escalable y ampliable en un futuro para incorporar nuevos equipos y elementos que puedan aparecer en el complejo hotelero

## 4. Casos Práctico 1

### SITUACIÓN ACTUAL

- **Climatización: por equipos independientes por edificio**
- **ACS : Calderas de gasóleo**

#### Funcionamiento estacional



#### Equipos actuales de climatización

- Actualmente los apartamentos se climatizan mediante una instalación de agua a 2 tubos que alimenta a 1 fancoil por apartamento, mediante una vertical de tuberías desde la cubierta, 18 equipos, con una potencia frigorífica total de 1.040 kW
- El fancoil es controlado con un control de pared de dos velocidades de aire



## 4. Casos Práctico 1

### SITUACIÓN ACTUAL

- *Climatización: por equipos independientes por edificio*
- *ACS : Calderas de gasóleo*

#### Caldera de gasóleo



#### Equipos actuales de ACS

- 2 calderas de gasóleo de 70 kW c.u.
- 1 intercambiador de placas.
- 3 depósitos de acumulación de 5.000 l c.u
- 2 calderas de gasóleo de 110-160 kW c.u. Marca Wolf.
- 1 intercambiador de placas.
- 3 depósitos de acumulación de 8.750 l c.u

## 4. Casos Práctico 1

### SITUACIÓN PREVISTA

#### NUEVA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

- Los nuevos equipos productores de climatización son 3 equipos bomba de calor aire-agua, de aerotermia, que producen agua fría o caliente.

#### Datos principales de los equipos -Bomba de calor aire-agua (3 unidades)

- Marca: TRANE, Modelo: CXAF 130 SE LN EC R454B
- Pot. Frigorífica: 405,9 kW
- Temperatura agua de producción: 7°C / 12 °C
- Pot. Calorífica: 426,8 kW
- Temperatura agua de producción: 45°C / 40 °C
- Pot. Eléctrica: 137,6 kW (III/400V/50Hz)
- EER/SEER/COP/SCOP: 3,03/4,13/3,29/3,63
- Refrigerante: R-454B
- Compresores: tipo scroll – 4

#### Project conditions

	Cooling	Heating
Outdoor air dry bulb temperature	33.9 C	7.0 C
Relative humidity		90 %
Fluid entering temperature	12.0 C	40.0 C
Fluid leaving temperature	4.6 C	45.0 C
Evap fluid type	Water	Water
Fouling Factor	0.000176 m2-deg C/kW	0.000176 m2-deg C/kW
Elevation	0.0 m	0.0 m

## 4. Casos Práctico 1

### SITUACIÓN PREVISTA

#### NUEVA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

- 1 equipo enfriadora con recuperación de calor total aire-agua, de aerotermia, que produce agua fría y recupera toda su producción en agua caliente, con lo que el consumo de agua caliente durante su funcionamiento es 100% gratuito

#### Datos principales de los equipos- Enfriadora con recuperación de calor aire-agua (1 unidad)

- Marca: TRANE, Modelo: RTAF G 120 HSS LN EC THR
- Pot. Frigorífica: 408,5 kW
- Temperatura agua de producción: 7°C / 12 °C
- Pot. Recuperación calorífica: 475,9 kW
- Temperatura agua de producción: 45°C / 40 °C
- Pot. Eléctrica: 135,4 kW (III/400V/50Hz)
- EER/SEER: 2,99/4,55

#### Project conditions

	Cooling
Outdoor air dry bulb temperature	33.9 C
Fluid entering temperature	12.0 C
Fluid leaving temperature	7.0 C
Evap fluid type	Water
Fluid Freezing Point	0.0 C
Fouling Factor	0.001762 m2-deg C/kW
Elevation	0.0 m

## 4. Casos Práctico 1

### SITUACIÓN PREVISTA

#### NUEVA INSTALACIÓN DE ACS

- Equipos de producción de agua a alta temperatura hasta 80°C, “booster” tipo agua-agua.
- Nuevos elementos en la red de acumulación de ACS (acumuladores, intercambiadores, tubería, etc..)
- Las necesidades de producción de calor para ACS (lado evaporación de los “booster”) son asumidas casi en su totalidad con la recuperación de calor de la enfriadora aire-agua, por lo que esa parte se genera 100% de forma gratuita.

#### Unit Overview

<b>Range</b>	Water cooled screw		
<b>Unit application</b>	Heat pump - >50C		
<b>Compressor type</b>	Screw		
<b>Refrigerant type</b>	R515B Factory charge (with oil)		
<b>Seasonal space energy efficiency ( s,h) / SCOP (1)</b>	223.00 %	5.775 kW/kW	Compliant
<b>Seasonal space energy efficiency ( s,c) / SEER (1)</b>	232.00 %	5.880 kW/kW	Compliant

#### Project Conditions 1

	Evap	CDs
Fluid entering temperature	35.0 C	55.0 C
Fluid leaving temperature	30.0 C	65.0 C
Fluid Type	Water	Water



## 5. Resumen de RD/1124 Instalaciones de energías renovables térmicas

### ACTUACIONES SUBVENCIONABLES:

- Aplicaciones térmicas para producción de frío y/o calor en edificios: agua caliente sanitaria, calefacción, refrigeración, climatización de piscinas, bien directamente o bien a través de microrredes de distrito de calor y/o frío.
- Aplicaciones de baja, media y alta temperatura en procesos productivos u otras aplicaciones térmicas: ebullición, esterilización, limpieza, secado, lavado, blanqueamiento, vaporizado, decapado, cocción, lixiviación, baños térmicos para tratamiento de superficies, abastecimiento de servicios de lavandería, lavado de vehículos, pasteurización y conservación de productos perecederos, climatización de naves de uso industrial, ganado e invernaderos, etc.

### TECNOLOGIAS :

- **Solar térmica**
- **Geotermia y Energía ambiente (aerotermia e hidrotérmica).**
- **Biomasa**
- **Microrredes de distrito de calor y/o frío**

## 5. Resumen de RD/1124 Instalaciones de energías renovables térmicas

Sectores	Inversión Elegible (M€)	Potencia térmica (MW)
Servicio	51	50
Residencial	38	15
Público	50	34
Industrial	245	48
Agropecuario	75	14
Otros Sectores	104	14

### ESTADO DEL PROGRAMA HASTA 09/2024

**Inversión elegible: + 400 M€**

**Ayudas concedidas: 256 M€**

**957 solicitudes resueltas**

## 5. Resumen de RD/1124 Instalaciones de energías renovables térmicas

Tipología de actuación	Solicitudes	Potencia térmica (MW)
Caldera de biomasa y calefacción local	176	324
Instalaciones de Aerotermia	545	68
Instalaciones Geotérmicas o Hidrotérmicas	133	29
Solar térmica	87	103
Desarrollo de nuevas redes de tuberías de distribución y subestaciones de intercambio	6	Potencia de intercambio 5,4

**ESTADO DEL PROGRAMA HASTA 09/2024**

***Inversión elegible: + 400 M€***

***Ayudas concedidas: 256 M€***

***957 solicitudes resueltas***

# ¡Gracias!

[miguel.herrera@idae.es](mailto:miguel.herrera@idae.es)

[rgaos@idae.es](mailto:rgaos@idae.es)

