



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Bomba de calor: tecnología clave para la descarbonización de edificios e industrias

Alberto Coronas

CREVER, Departamento de Ingeniería Mecánica

Universitat Rovira i Virgili, Tarragona

Malaga, 14 de Marzo de 2023

CONTENIDO

- Introducción
- Qué es la bomba de calor y como funciona
- Clasificación
- Eficiencia
- Bomba de calor reversible
- Aplicaciones y nuevos productos
- Estudio del parque de bomba de calor en España
- Bomba de calor industrial
- Conclusiones

INTRODUCCION

- Actualmente las **necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria** de gran parte de **edificios** -viviendas, oficinas, escuelas, hoteles...- e **industrias** siguen cubriéndose con **combustible fósiles**, principalmente gas natural.
- La **elevada contribución de este sector** al total de **emisiones de gases efecto invernadero**, y **la actual crisis energética mundial** son un claro recordatorio de la **urgencia de pasar a formas más asequibles, fiables y limpias para el suministro de calor a edificios e industrias**.
- En este contexto, la **Bomba de Calor**, que puede proporcionar calor de manera eficiente, es **la tecnología clave para hacer que el suministro de calor sea más seguro y sostenible**.
- Los **fabricantes de Bombas de Calor** han adaptado su oferta y **ofrecen soluciones técnicas** que **contribuirán a cumplir con los objetivos de descarbonización en instalaciones térmicas de edificios e industrias**

INTRODUCCION

- La guerra ruso-ucraniana ha puesto en evidencia **la gran dependencia energética** de Europa, y **originado un alza de precios y restricciones en el suministro del gas natural y petróleo**, que ha acelerado la **sustitución de las calderas de gas por bombas de calor**.
- Esta **mejor competitividad en costos energéticos** de la Bomba de Calor está atrayendo el interés de un número creciente de gobiernos, empresas y consumidores en todo el mundo
- El mercado europeo de Bombas de Calor ha batido un nuevo record en 2022:
 - **3 millones de unidades con un crecimiento del 38% en 2022 y 34% en 2021**
- El numero de bombas de calor vendidas en 2022 suponen un recorte de 4 bmc de gas natural y de 8 Mt de CO₂ (equivalente a las emisiones anuales de Grecia)

climaeficiencia

El mercado HVAC en España creció en 2022 un 21%, con una facturación que superó los 1.539 millones de euros

La evolución de ventas de **bombas de calor aerotérmicas** (aire-agua, incluidas las de producción de agua caliente sanitaria) sigue siendo muy positiva. En el año 2022, los equipos aire-agua han pasado de representar en 2021 el 16% en valor, a tener un peso sobre el total facturado del 20% respecto al total del mercado de equipos de climatización, bombas de calor y producción de acs, lo que confirma el auge de esta tecnología como sistema combinado de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria.

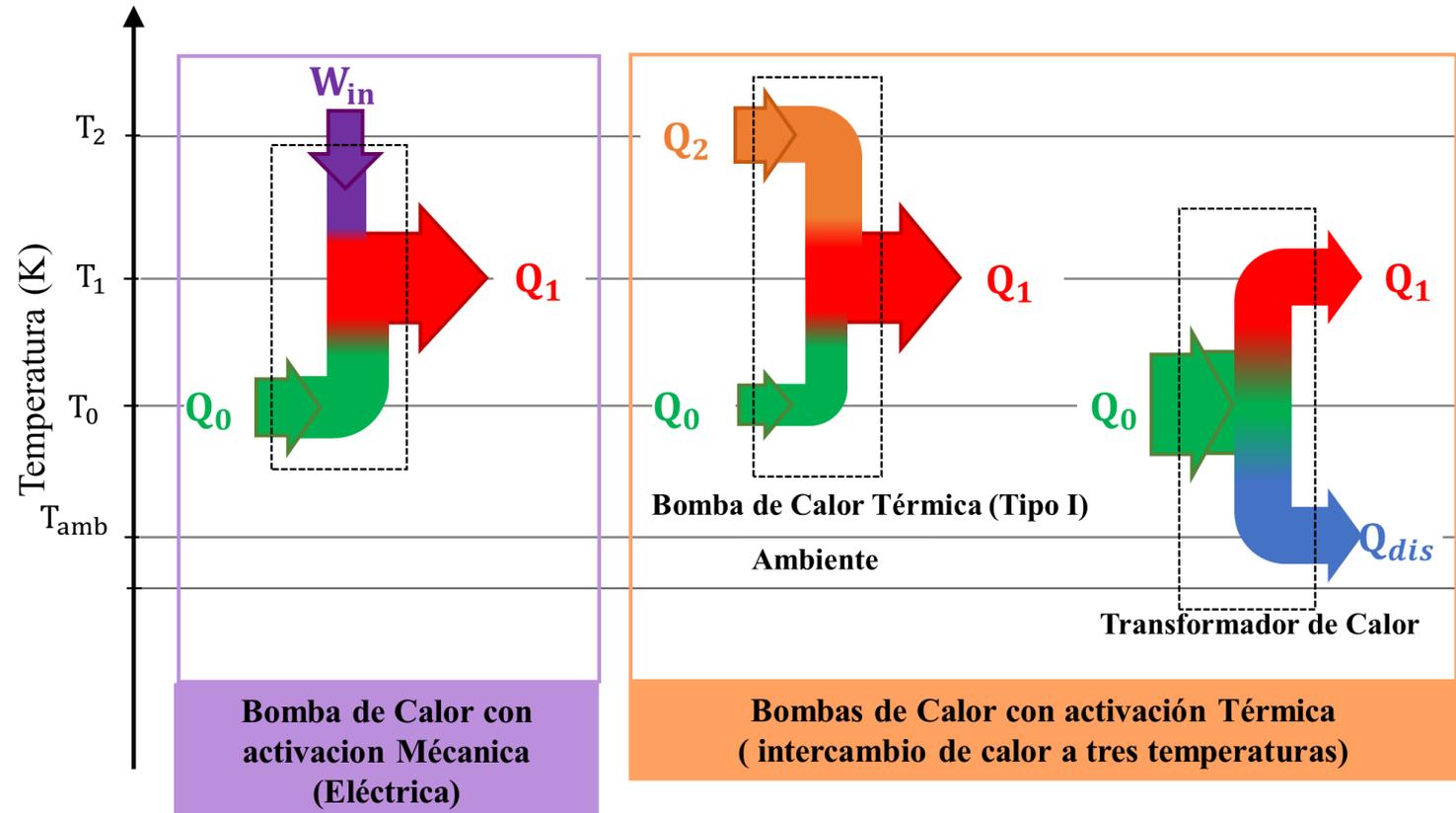
Mercado HVAC (mill €)	2022	2021	2022 vs. 2021
Equipos de climatización, bombas de calor y producción de ACS	1.228,40	990,86	24,0%
Distribución y difusión de aire	64,74	54,07	19,7%
UTA + UV con recuperación de calor	80,90*	81,47	-0,7%
Ventilación residencial	24,20	21,27	13,7%
Ventilación industrial/terciario	141,51	120,47	17,5%
TOTAL	1.539,75	1.268,14	21,1%

Que es la bomba de calor ?

La **bomba de calor** utiliza tecnologías como la del frigorífico y equipos de aire acondicionado.

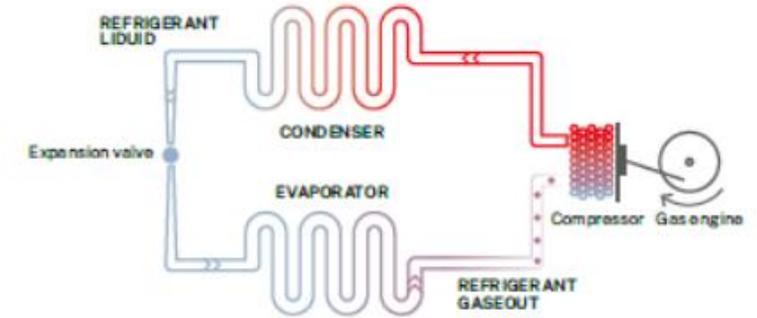
Extrae el calor Q_0 de una **fuente de calor a baja temperatura T_0** , como el aire ambiente, la energía geotérmica almacenada en el suelo o fuentes cercanas de agua o calor residual de una industria, y **mediante el aporte de energía mecánica/eléctrica W_{in} (o térmica) de accionamiento bombea este calor a la temperatura requerida (T_1)** por la demanda Q_1 .

- Las **bombas de calor activadas con energía mecánica/eléctrica** son las **convencionales**
- Las **bombas de calor accionadas térmicamente**, intercambian calor a tres temperaturas y **pueden ser de dos tipos**:
 - Tipo I o amplificadores de calor
 - Tipo II o transformadores de calor o amplificadores de temperatura

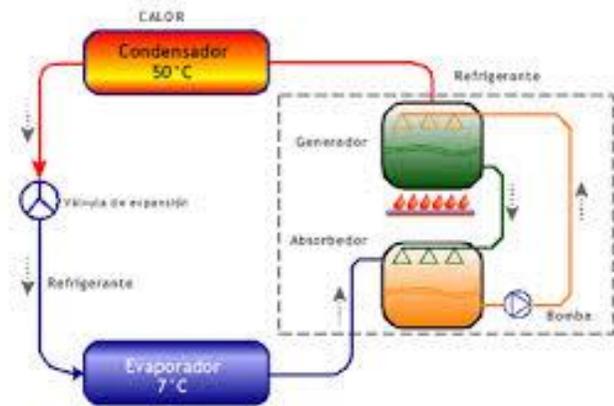


Tecnologías de bombas de calor

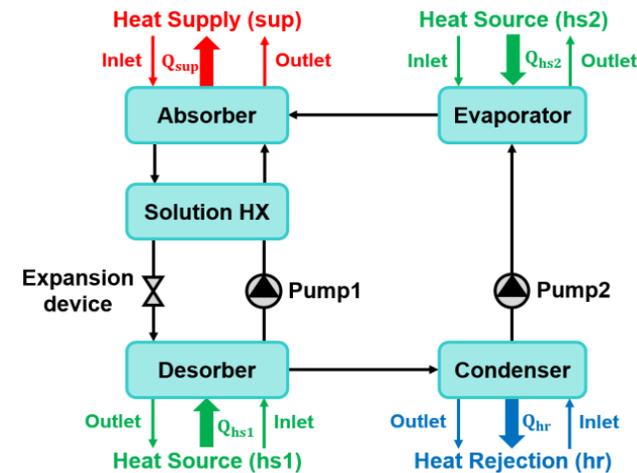
- La tecnología de bomba de calor más utilizada en todo tipo de aplicaciones es la de compresión mecánica con motor eléctrico, aunque también hay equipos comerciales con motor de combustión para el accionamiento del compresor.
- Las bombas de calor accionadas térmicamente más extendidas están basadas en ciclos de absorción (tipo I) y de transformadores de calor de absorción.



Bomba de calor accionada a gas. Fuente: EHPA



Ciclo de bomba de calor de absorción (tipo I) . Fuente: WIKIPEDIA

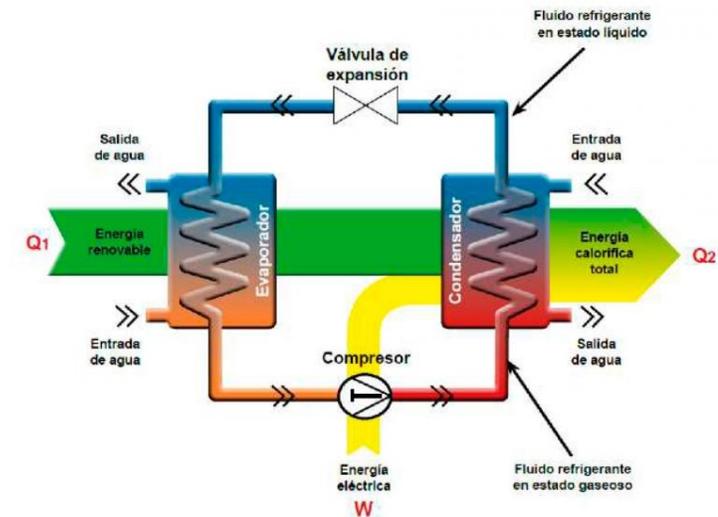


Ciclo del transformador de calor de absorción

Funcionamiento de la bomba de calor de compresión

La tecnología mas extendida de bomba de calor es la de compresión mecánica con motor eléctrico similar al ciclo de refrigeración pero con la finalidad de producir calor útil en lugar de producir frio.

- Los componentes de la bomba de calor de compresión son:
 - **Evaporador** donde el calor extraído de la fuente de calor se utiliza para evaporar el **fluido refrigerante**
 - **Compresor** en que se comprime el **refrigerante** procedente del evaporador hasta la alta presión
 - **Condensador** en que se produce el calor útil mediante la condensación del **refrigerante** procedente del compresor
 - **Válvula de expansión** en que el **refrigerante liquido** procedente del condensador, reduce su presión y pasa al evaporador para completar el ciclo.



Esquema de bomba de calor de compresión mecánica; Fuente: AFEC

Es renovable la bomba de calor ?

Según la Directiva 2018/2001, se considera como **energía procedente de fuentes renovables**, a aquella procedente de fuentes de energía no fósiles, es decir,

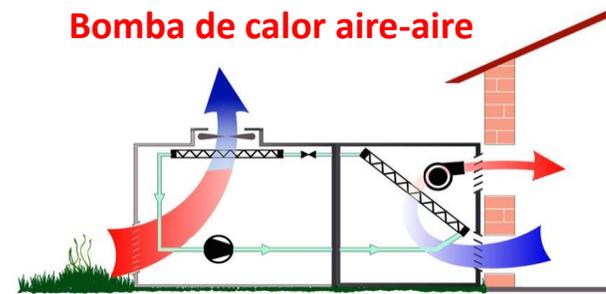
energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás, siendo la **energía aerotérmica**, la almacenada en forma de calor en el aire ambiente.

Así, el calor producido por la bomba de calor puede ser total o parcialmente renovable según sea la fuente de calor y la energía de accionamiento y su peso en el calor producido

Clasificación de las bombas de calor

Las bombas de calor se clasifican según el medio de la fuente de calor y del medio al que transfieren el calor producido

- Bombas de calor **AEROTERMICAS**
 - **Bomba de calor aire-aire**: el calor del aire exterior se transfiere directamente al aire del local a calentar
 - **Bomba de calor aire-agua** el calor del aire exterior se transfiere a un circuito de agua (suelo radiante, radiadores, fancoils o acumuladores de Agua Caliente Sanitaria (ACS).
- Bombas de Calor **HIDROTERMICAS**
 - Bomba de calor agua- aire
 - Bomba de calor agua-agua
- Bombas de Calor **GEOTERMICAS**
 - Bomba de calor tierra-aire
 - Bomba de calor tierra-agua



Eficiencia de las Bomba de Calor

El **Coeficiente de Prestación (COP)** de una Bomba de Calor es un parámetro de **eficiencia establecido en unas condiciones específicas de temperatura y a plena carga**, y es de utilidad para **comparar equipos** operando en las mismas condiciones de temperatura y de capacidad.

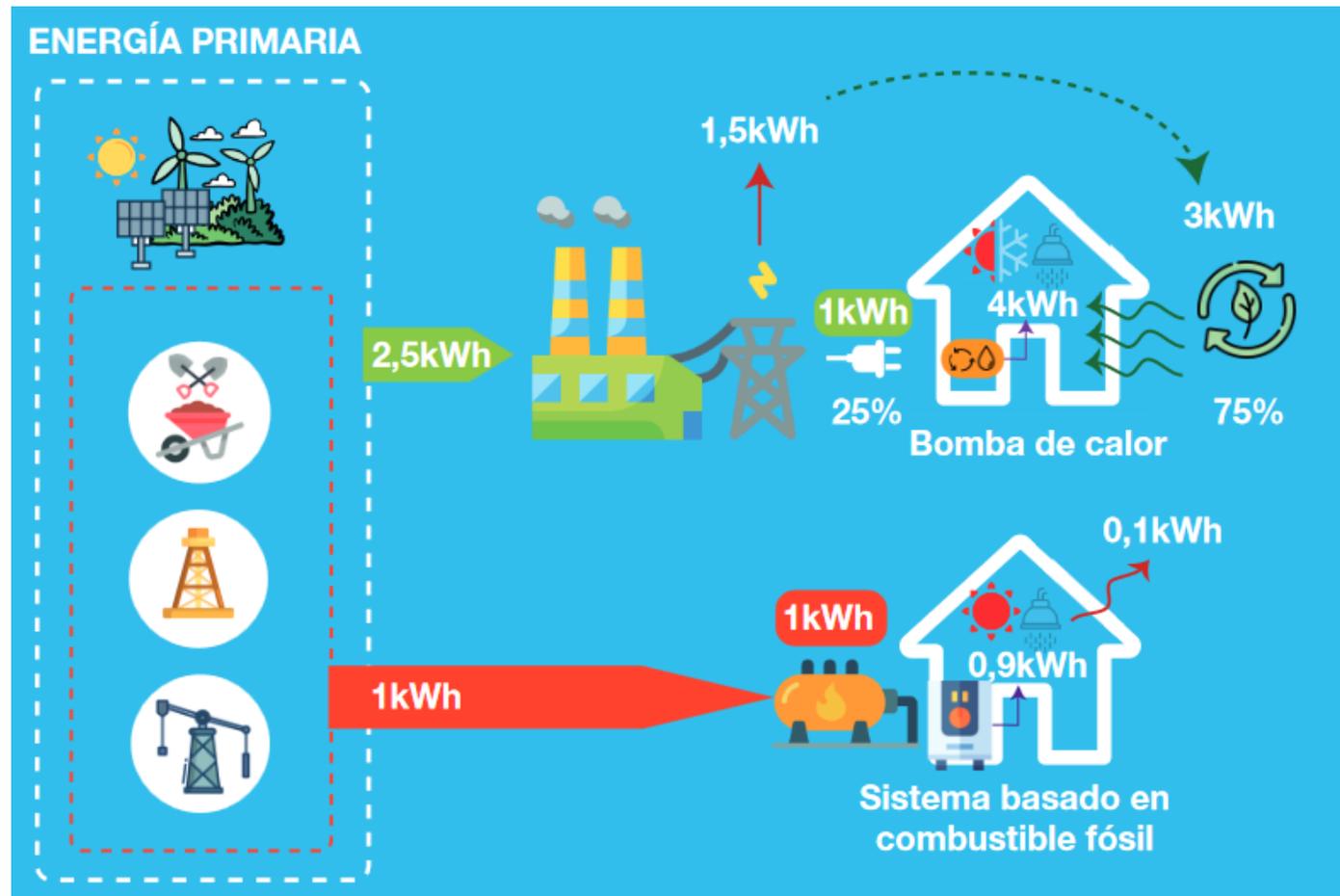
$$\text{COP} = \frac{\text{Potencia calorífica producida}}{\text{Potencia eléctrica consumida}}$$

El **rendimiento en condiciones de funcionamiento** varía dependiendo de las condiciones de la fuente de calor y del calor producido, por lo que es necesario establecer el **concepto de Rendimiento medio Estacional de una Bomba de Calor (SCOP)**, definido como

$$\text{SCOP} = \frac{\text{Energía calorífica producida en el periodo anual o invernal}}{\text{Energía eléctrica consumida}}$$

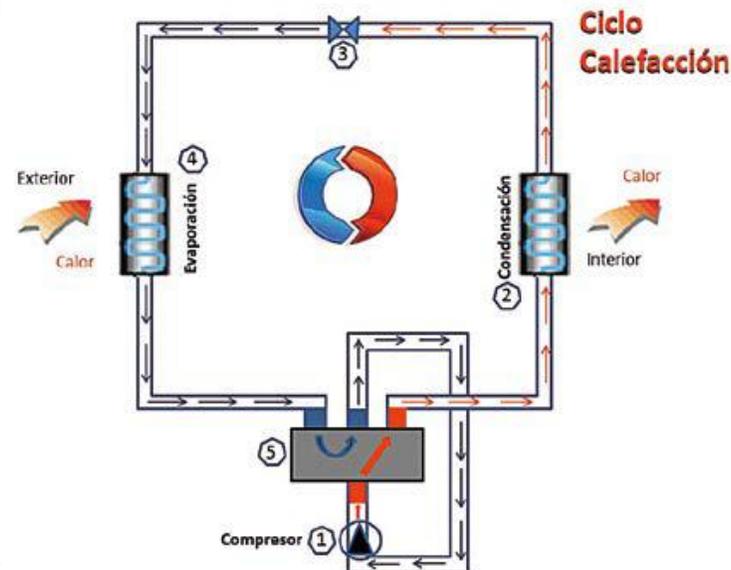
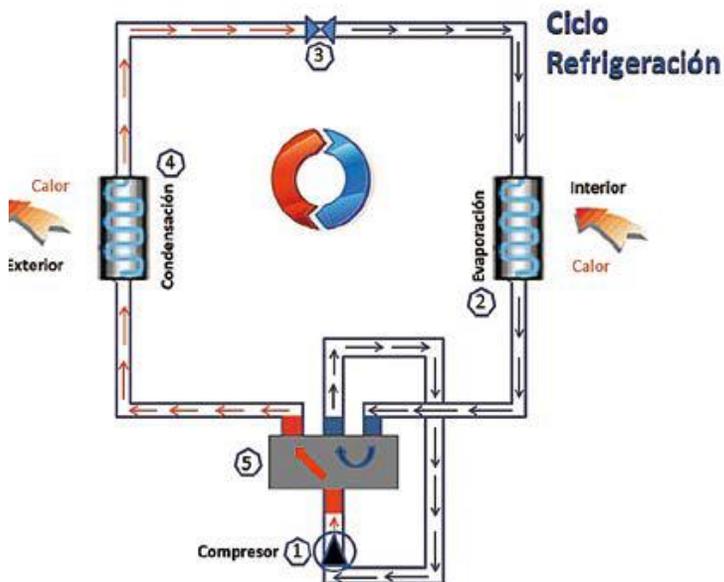
Eficiencia de las bombas de calor en comparación con otros sistemas de producción de calor

Para comparar la eficiencia de equipos de calefacción de distintas tecnologías hay que referirse a la energía primaria



Bomba de calor reversible

- Algunas bombas de calor pueden operar tanto en modo calefacción (en invierno) como en modo refrigeración (en verano).
- Muchas de las bombas de calor instaladas en edificios en España son de este tipo.
- Esta reversibilidad se consigue invirtiendo el flujo de calor entre el interior y el exterior para lo cual se hace circular el fluido refrigerante en un sentido u otro mediante una válvula de cuatro vías.

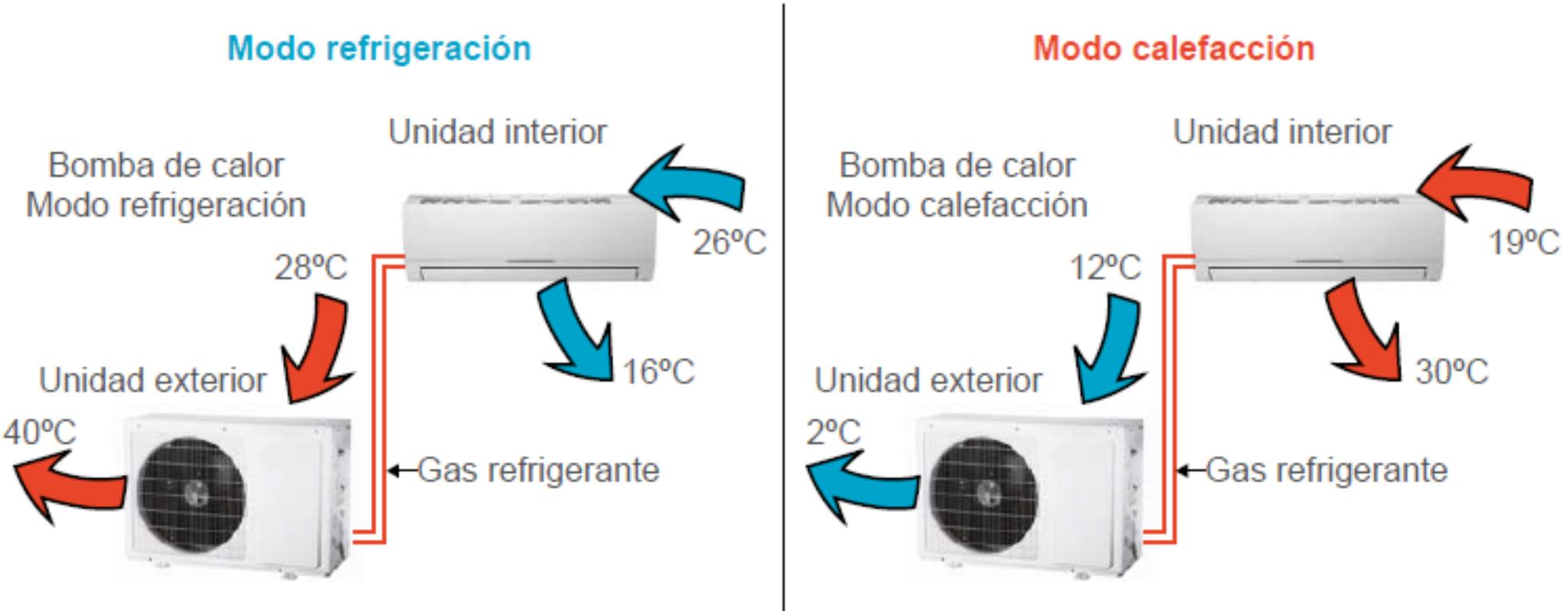


Esquemas de funcionamiento de una bomba de calor reversible. Fuente: IDAE

1. Compresor
2. Intercambiador (condensador o evaporador según ciclo)
3. Válvula de expansión
4. Intercambiador (condensador o evaporador según ciclo)
5. Válvula de 4 vías

Bomba de calor reversible

En el esquema se visualizan las temperaturas y flujos de aire de las unidades interior y exterior de una bomba de calor eléctrica aire-aire en ambos modos de operación



Aplicaciones y nuevos productos con bombas de calor

Las bombas de calor se utilizan de forma muy variada y su aplicación depende del sector de utilización.

- Para viviendas y los sectores de servicios, las aplicaciones más extendidas son la climatización de espacios incluyendo calefacción y refrigeración, la producción de agua caliente sanitaria, climatización de piscinas etc.
- En los últimos años la bomba de calor se ha ido incorporando a electrodomésticos como lavavajillas, lavadoras y secadoras con la consiguiente reducción del consumo eléctrico.



Aéromax Access es una solución sencilla pero eficaz para ahorrar en la factura de la luz. Gracias a sus altas prestaciones y a un diseño minimalista de última generación. Aéromax Access es la solución más competitiva para instalar aerotermia en la vivienda, tanto en obra nueva como en sustitución de un termo eléctrico.

- Sistema de protección anticorrosión ACI Hybrid
- Cuba vitrificada por recubrimiento en fase líquida
- Refrigerante ecológico R290 de alto rendimiento
- 3 modos de regulación inteligente: Eco+, Manual y Ausencia
- Sistema Smart control que aprende de los hábitos del usuario para optimizar el consumo y reducirlo hasta un 20%
- 3 Años de garantía en la cuba y hasta 3 años de garantía total. Consultar condiciones de garantía
- Alta temperatura de producción de ACS solo con bomba de calor: 65°C
- Conectividad vía wifi de serie sin necesidad de accesorios adicionales
- Funcionalidades adicionales mediante la app Cozytouch: modo Turbo,

iQ700 Heat pump tumble dryer 9 kg



£ 1,349.00

Recommended retail price

In a range from: A+++ to D

A+++

Datasheet



Estudio del parque de bombas de calor en España (*)

SES	Área	Hogar		Comercio-servicio		Industria		Actividades anexas al transporte		Total	
		Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)	Número	Potencia (kWt)
Atlántico-Norte	Aerotérmica	244.509	1.289.594	109.320	3.700.097	70.184	540.407	10.447	240.450	434.550	5.770.549
	Geotérmica	0	0	7.454	137.619	0	0	0	0	7.454	137.619
	Hidrotérmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ns/Nc	0	0	340.382	2.419.985	60.613	567.883	89	1.320	401.084	2.989.067
Continental	Aerotérmica	4.383.532	20.585.339	98.324	5.219.537	110.855	4.209.463	11.445	103.558	4.584.156	30.097.897
	Geotérmica	0	0	624	28.989	466	39.558	0	0	1.090	68.547
	Hidrotérmica	0	0	0	0	699	1.980	0	0	699	1.980
	Ns/Nc	0	0	582.005	4.468.768	76.615	5.104.092	30	178	658.650	9.573.038
Mediterránea	Aerotérmica	3.413.272	12.785.316	37.268	2.236.531	348.526	2.842.507	27.731	968.529	3.826.797	18.832.863
	Geotérmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hidrotérmica	0	0	0	0	798	80.153	148	22.803	946	102.956
	Ns/Nc	0	0	1.083.382	7.389.337	370.858	2.711.144	59	216	1.434.299	10.100.898
España	Aerotérmica	8.021.404	34.640.249	244.912	11.156.165	529.585	7.592.377	49.623	1.312.538	8.845.503	54.701.329
	Geotérmica	0	0	8.078	164.608	466	39.558	0	0	8.544	204.166
	Hidrotérmica	0	0	0	0	1.496	82.133	148	22.803	1.644	104.937
	Ns/Nc	0	0	1.985.769	14.277.970	508.086	8.383.119	178	1.714	2.494.032	22.882.803
Total		8.021.404	34.640.249	2.238.759	25.598.743	1.039.613	16.097.188	49.949	1.337.055	11.349.724	77.673.235

Tabla 4. Parque y potencia de bombas de calor por zona climática, fuente energética y sectores.

Recientemente el IDAE ha publicado un estudio del parque de bombas de calor en España que ha permitido conocer su implantación en distintos sectores, regiones climáticas y datos de prestaciones y potencias



Mapa 1: Zonas climáticas.

Conclusiones del Estudio del parque de bombas de calor en España (*)

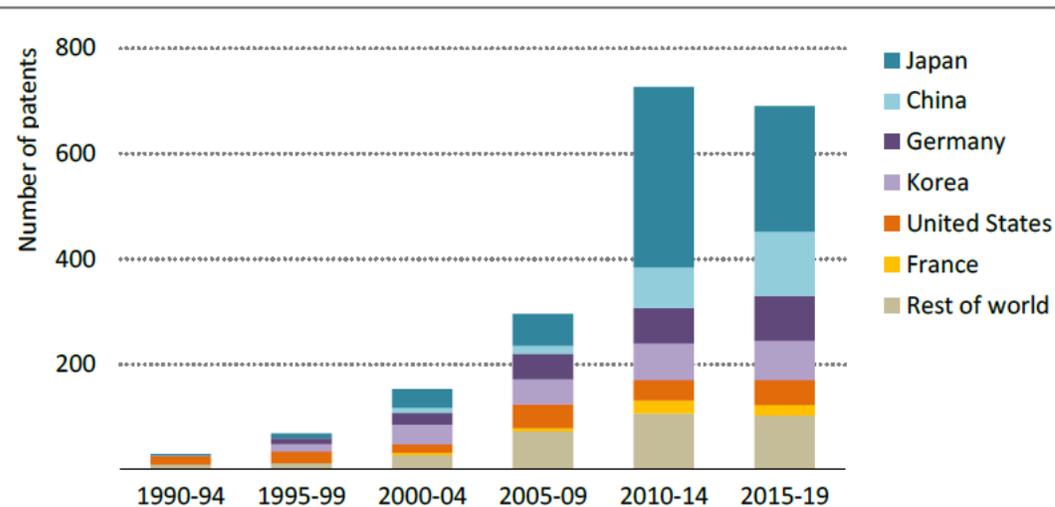
- La estimación numérica alcanza un total de 11.971.823 equipos, implantados en un total de 7.3 millones de hogares y establecimientos (34% del total en España).
- Del total de bombas de calor estimadas, 622.099 tienen uso de solamente frío (5%), y **11 millones tienen funcionalidad de uso de calor y de frío**, siendo la **potencia térmica instalada de 77.673 MW_t**, con un **COP promedio de 3,51**.
- Aplicando los criterios establecidos, el **parque de bombas de calor renovable** es de **2 millones de unidades con una potencia de 12.940 MW_t**.
- **La energía aerotérmica utilizada** como fuente de calor en **bombas de calor reversible** es la **predominante**.
- El **93% del parque y el 87% de la potencia** se localizan en las **zonas climáticas Continental y Mediterránea**
- La **mayor concentración de unidades se localiza en viviendas, 86%**, con un **57%** en términos de potencia.
- Con menor número de unidades, aunque con potencias significativas figuran **industria y los comercios y servicios**, con un **28% y un 11%**, respectivamente, de potencia instalada

(*) Síntesis del Estudio Parque de Bombas de Calor en España. IDAE

Nuevos desarrollos de bomba de calor

- En las últimas décadas **las prestaciones de las bombas de calor han mejorado significativamente**
 - aumentos del 70% en el COP de bombas de calor aire-agua
- Los **esfuerzos actuales de I&D&i** están centrados en temas de flexibilidad, reducción de ruido, altas eficiencias, diseños mas compactos, fácil instalación y reducción del impacto ambiental y huella de carbono asociados a materiales y refrigerantes.

Figure 1.11 ▶ Patent counts for heat pump technologies by country, 1990-2019



IEA. CC BY 4.0.

The number of patents for heat pump technologies has risen drastically, led by China and Japan who accounted for more than half of the new patents since 2010

Nuevos desarrollos de bomba de calor

climaeficiencia

Los 'Good Design Awards 2022' galardonan a la nueva generación de bombas de calor de Panasonic

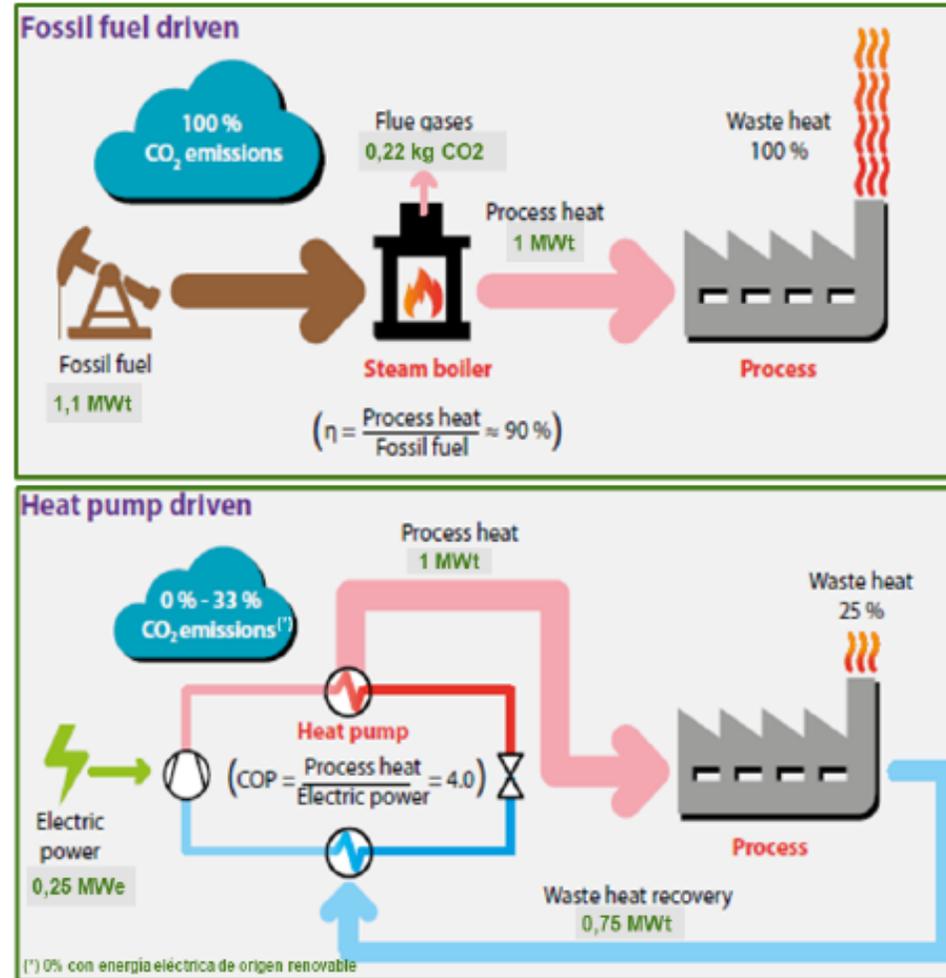
La nueva generación de **bombas de calor Aquarea K y L** de **Panasonic**, han sido galardonadas en los 'Good Design Awards 2022' patrocinados por el Instituto Japonés de Promoción del Diseño. Además de reconocer la **eficiencia** y el **rendimiento** de estos sistemas, el jurado ha elogiado el diseño de la unidad exterior, capaz de integrarse en el entorno y contribuir a la mejora del medio ambiente que la rodea.

- Aquarea Generación K: utiliza refrigerante R32 y es ideal para calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria, asegurando un rendimiento excepcional incluso a temperaturas exteriores extremas. Este modelo está especialmente indicado para instalaciones nuevas y viviendas bien aisladas.
- Aquarea Generación L: los modelos de la generación L, que utilizan el refrigerante natural R290, disponen de una conexión hidráulica entre la unidad interior y la exterior, y proporcionan temperaturas de salida del agua de hasta 75 °C con hasta -10 °C de temperatura exterior. Estas unidades son ideales para el reemplazo de calderas en viviendas que disponen de radiadores.

Bomba de calor industrial

- El **SECTOR INDUSTRIAL** es el mayor **consumidor de calor** a nivel mundial:
 - **46%** de la energía total se utiliza para producir CALOR
 - **79 EJ en 2011** a un ritmo medio de 1.7 EJ/an. (1 ExaJoule = 10^{18} Joule = 10^9 TEP)
 - la mayor parte (**83%**) **obtenida por combustión directa de combustibles fósiles.**
- Una gran cantidad del calor residual de baja temperatura se desecha al ambiente, a menudo por no poder utilizarse directamente por su baja temperatura.
- Existe un potencial considerable para las bombas de calor para proporcionar calor de proceso para la industria.
- Debido a la complejidad de los procesos industriales, las bombas de calor generalmente deben adaptarse a aplicaciones específicas. A diferencia de las que se utilizan en los edificios, las bombas de calor industriales requieren fuentes de calor a temperaturas más altas, ya que las temperaturas de salida requeridas también son significativamente más altas.
- Hoy en día, las bombas de calor industriales se utilizan para procesos por debajo de 100 °C (en industrias papelera, alimentaria y química).
- Sin embargo, ya existen equipos que pueden alcanzar temperaturas de hasta 150 °C a partir de calor residual de unos 100 °C.

Interés de la Bomba de Calor en la recuperación de calor residual industrial



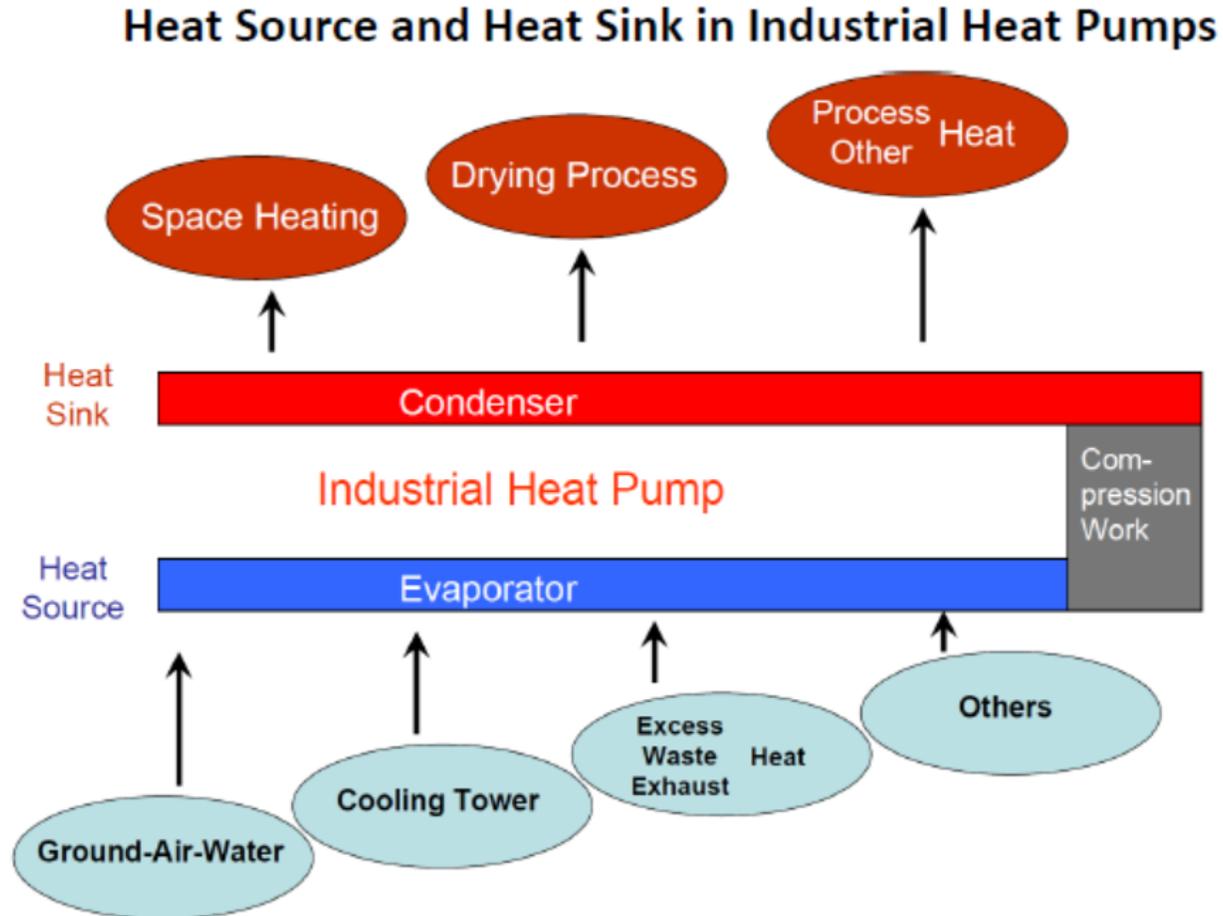
Aprovechamiento de energía residual desperdiciada

Mayor eficiencia

Descarbonización

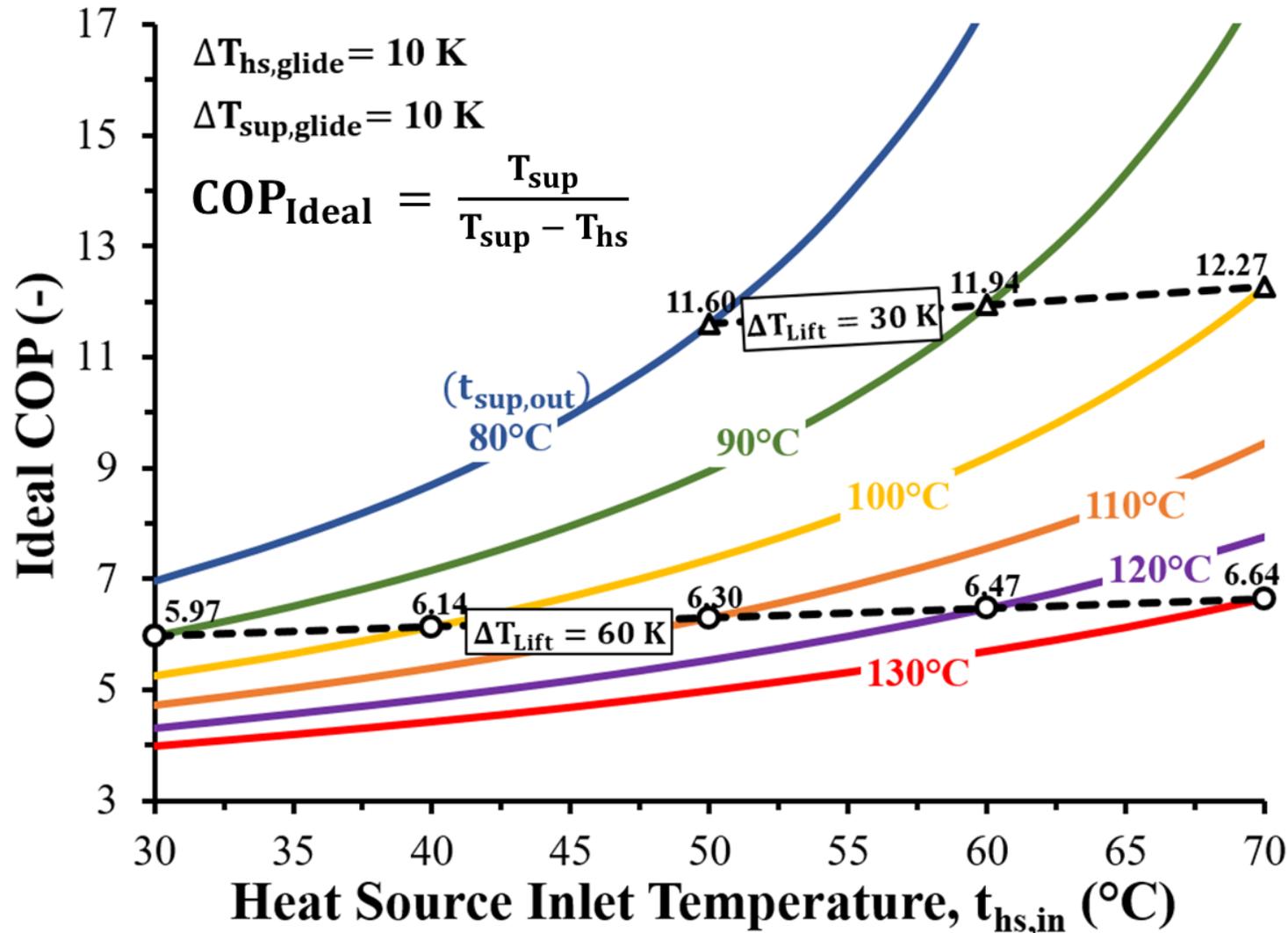
Uso de energía verde

Temperaturas de calor residual y demanda de calor para Bombas de Calor en la industria

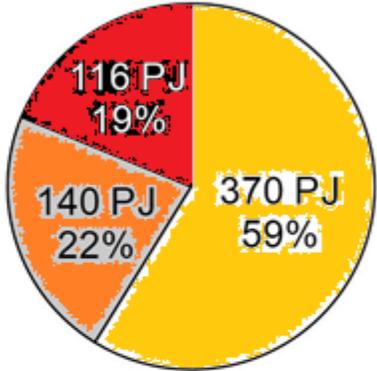
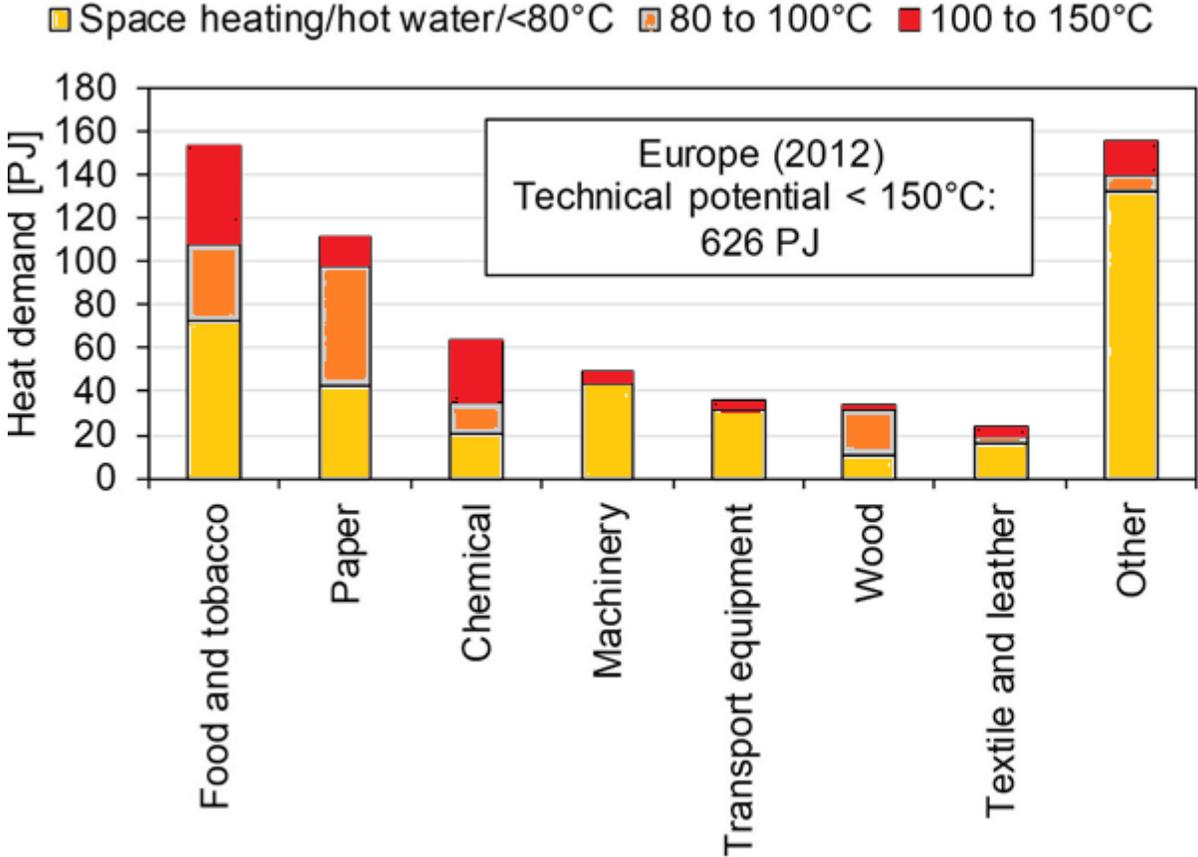


Source: Jakobs, Rainer; Cibis, Dominik; and Laue, Hans-Jürgen, "Status And Outlook: Industrial Heat Pumps" (2010). *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*. Paper 108123

COP DE BOMBA DE CALOR DE CARNOT A ALTAS TEMPERATURAS EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA DE LA FUENTE DE CALOR



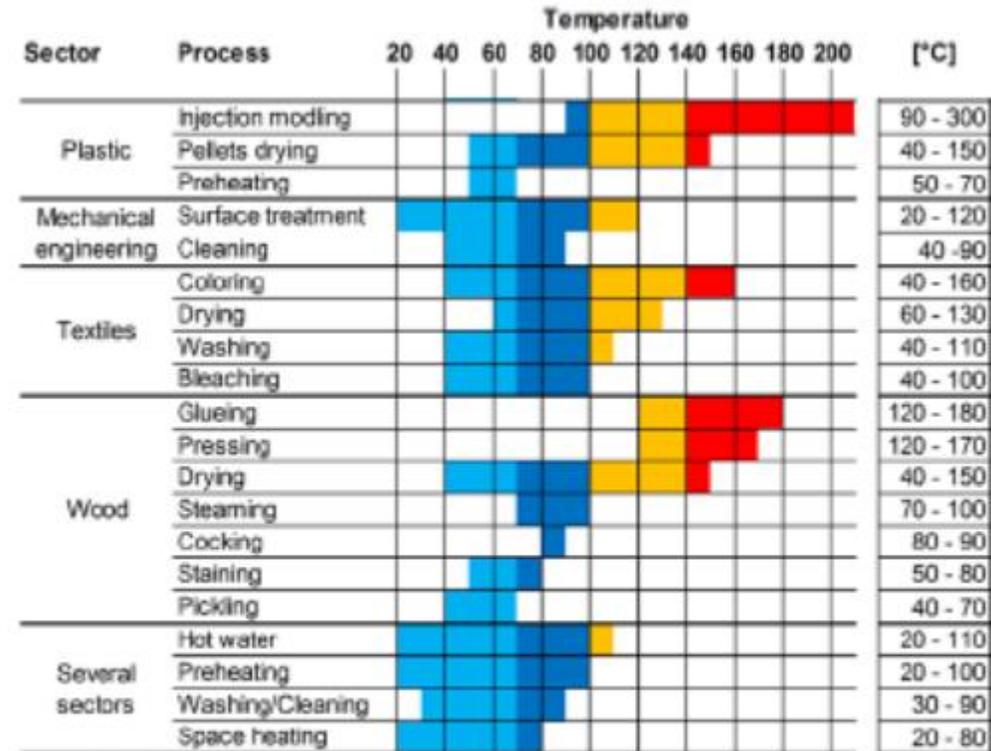
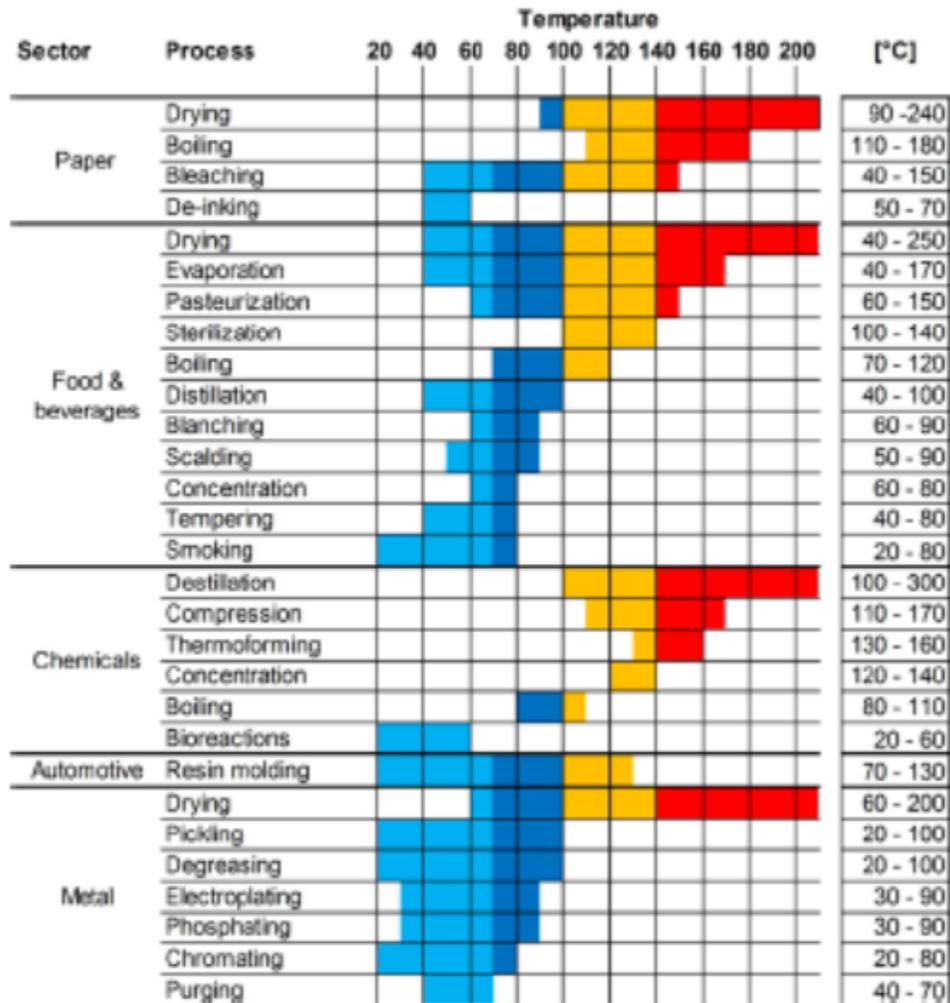
Distribución de la Demanda de Calor en función de la Temperatura y Potencial de la Demanda que puede ser producida por la Bomba de Calor de Alta Temperatura



- Space heating/hot water/<80°C
- Process 80 to 100 °C
- Process 100 to 150 °C

Sources : Nellissen P. and Wolf S.; Heat pumps in non domestic applications in Europe: Potential for an energy revolution. 8th EHPA Eur Heat pump fórum, Brussels 2015; Arpagaus et al. Energy 152 (2018) 985-1010

VISION GLOBAL: PROCESOS INDUSTRIALES POR SECTORES, RANGOS DE TEMPERATURAS Y NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA (TRL) DE LAS BOMBAS DE CALOR



Technology Readiness Level (TRL):

- conventional HP < 70°C, established in industry
- commercial available HP 70 - 100°C, key technology
- prototype status, technology development, HTHP 100 - 140°C
- laboratory research, functional models, proof of concept, VHTHP > 140°C

BOMBAS DE CALOR DE COMPRESIÓN COMERCIALES PARA PRODUCCION DE CALOR A TEMPERATURAS > 90 °C

Manufacturer	Product	Refrigerant	Max. supply temperature	Heating capacity	Compressor type	Reference
Kobe Steel (Kobelco Steam Grow Heat Pump)	SGH 165	R134a/R245fa	165°C	70 – 660 kW	Double screw	(IEA, 2014a; Kaida et al., 2015; Kuromaki, 2012; Watanabe, 2013)
	SGH 120	R245fa	120°C	70 – 370 kW		
	HEM-HR90,-90A	R134a/R245fa	90°C	70 – 230 kW		
Vicking Heating Engines AS	HeatBooster S4	R1336mzz(Z) R245fa	150°C	28 – 188 kW	Piston	(Nilsson, 2017; Nilsson et al., 2017; Viking Heat Engines AS, 2017)
Ochsner	IWWDS R2R3b	R134a/ÖKO1	130°C	170 – 750 kW	Screw (twin unit 1.5 MW)	(Ochsner, 2017a, 2017b, 2015; Zauner, 2016)
	IWWD S ER3b	ÖKO (R245fa)	130°C	170 – 750 kW		
	IWWHS ER3b	ÖKO (R245fa)	95°C	60 – 850 kW		
Hybrid Energy	Hybrid Heat Pump	R717 (NH ₃)	120°C	0.25 – 2.5 MW	Piston	(Hybrid Energy SA, 2017; Jensen et al., 2015a, 2015b)
Mayekawa	Eco Sirocco	R744 (CO ₂)	120°C	65 – 90 kW	Screw	(IEA, 2014a; Mayekawa, 2010; Watanabe, 2013)
	Eco Cute Unimo	R744 (CO ₂)	90°C	45 – 110 kW		
Dürr Thermea	thermeco ₂	R744 (CO ₂)	110°C	45 – 2'200 kW	Piston (up to 8 in parallel)	(Dürr thermea GmbH, 2017; IEA, 2014a; Thermea, 2012)
Combitherm	Customized design	R245fa	100°C	20 – 300 kW	Piston	(Blesl et al., 2014; Wolf et al., 2014)
Friothersm	Unitop 22	R1234ze(E)	95°C	0.6 – 3.6 MW	Turbo (two-stage)	(Friothersm AG, 2005; Wojtan, 2016)
	Unitop 50	R134a	90°C	9 – 20 MW		
Star Refrigeration	Neatpump	R717 (NH ₃)	90°C	0.35 – 15 MW	Screw (Vilter VSSH 76 bar)	(EMERSON, 2012)
GEA Refrigeration	GEA Grasso FX P 63 bar	R717 (NH ₃)	90°C	2 – 4.5 MW	Double screw (63 bar)	(Dietrich and Fredrich, 2012)
Johnson Controls	HeatPAC HPX	R717 (NH ₃)	90°C	326 – 1'324 kW	Piston (60 bar)	(Johnson Controls, 2017)
	HeatPAC Screw	R717 (NH ₃)	90°C	230 – 1'315 kW	Screw	
	Titan OM	R134a	90°C	5 – 20 MW	Turbo	
Mitsubishi	ETW-L	R134a	90°C	340 – 600 kW	Turbo (two-stage)	(IEA, 2014a; Watanabe, 2013)
Viessmann	Vitocal 350-HT Pro	R1234ze(E)	90°C	148 – 390 kW	Piston (2-3 in parallel)	(Viessmann, 2016)

Industria alimentaria

DATOS DEL SECTOR

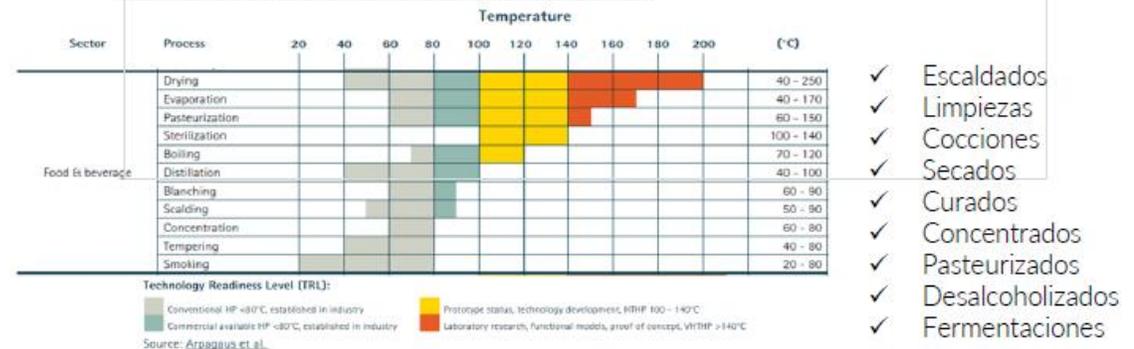
- La industria alimentaria en Europa representa el 11% del uso final de energía industrial
- En España la Alimentación es la 3ª industria con mayor consumo energético.
- Los procesos térmicos requieren de un rango de temperaturas bajas, <150°C (85%) y <100°C (54%).
- Este sector representa más del 32% de todas las aplicaciones de baja temperatura en toda la industria
- Consumos energéticos (TWh): 40-50% gas natural:

Mundial	UE	España	UK	USA
2.070	354	27	34	337

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Buena disponibilidad de foco frío
- Infraestructura interna para agua caliente
- Temperaturas bajas y medias, rango de temperaturas bajas, <150°C (85%) y <100°C (54%). : BdC como solución principal
- Producción constante
- Altos COPs >8
- Ahorros >40%
- Posibilidad de conseguir descarbonización total de la planta a corto plazo

Estado de madurez de bombas de calor en el sector de alimentos y bebidas



Ventajas del uso de la Bomba de **Calor** en el sector industrial

- **Mediambientales**
 - Reducción de emisiones de gases efecto invernadero
 - Utilización de tecnologías renovables
 - Reducción de polución térmica por calores residuales
 - Ahorro de agua de torre
- **Económicas**
 - Menos coste operativo
 - Menor variabilidad de costes energéticos
 - Reducción de pago por emisiones de CO2
 - Acceso a ayudas por alta eficiencia
 - Ahorro energético en sistemas de refrigeración
 - Mejora de competitividad
- **Operativas**
 - Mayor eficiencia
 - Alta fiabilidad
 - Menor tamaño
 - Mantenimiento sencillo
 - Eliminación de combustibles
- **Sociales**
 - Mejora imagen de la empresa
 - Transición a una industria mas limpia y sostenible
 - Reducción del uso de energía

La bomba de calor es la tecnología clave para la descarbonización rápida, eficiente y competitiva de la industria

CONCLUSIONES

- La bomba de calor es una tecnología eficiente en la producción de calor con aplicaciones de calefacción, producción de ACS y refrigeración en el sector de edificios y que está adquiriendo un protagonismo notable en la descarbonización de las instalaciones térmicas de los edificios.
- La actual crisis energética derivada de la guerra ruso-ucraniana ha causado restricciones y alza de precios del gas natural y productos petrolíferos que ha acelerado el proceso de sustitución de calderas de gas por bombas de calor en el sector de los edificios.
- En el sector industrial, existe un potencial considerable para las bombas de calor en la producción de calor de proceso mediante la recuperación de calor residual.
- Con la tecnología actual de la bomba de calor es posible producir calor a temperaturas de hasta 100°C y con los nuevos desarrollos sería posible llegar a los 150°C
- La bomba de calor es la tecnología clave para la descarbonización rápida, eficiente y competitiva de los sectores de edificios e industrial



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Gracias por vuestra atención