

tecnal:a

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

La Bomba de Calor de Alta Temperatura y el Transformador de Calor por Absorción (AHT):

tecnología para la recuperación y upgrade del calor residual de baja temperatura

● Jornada sobre el PERTE de descarbonización Industrial, Madrid

● 19/04/2023

01

TECNALIA y la descarbonización

TECNALIA – tecnologías para la descarbonización industrial

Sistemas térmicos
eficientes



Gestión energética



Almacenamiento de
energía



Integración de
renovables



Eficiencia mediante
mantenimiento predictivo



Mejora de la eficiencia de
los procesos



Captura y valorización
de CO₂



Reducción de
emisiones



Valorización energética
de residuos



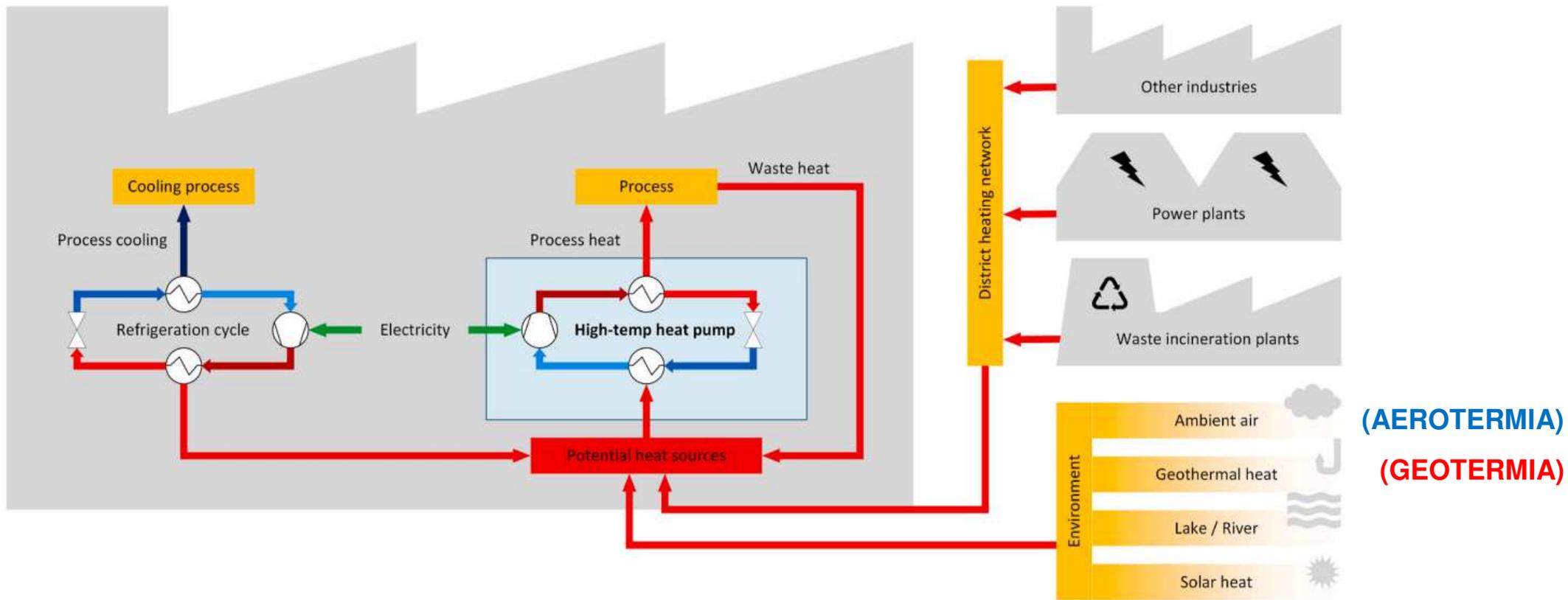
Biomasa como sustituto
del petróleo

02

La descarbonización de la industria mediante Bombas de calor

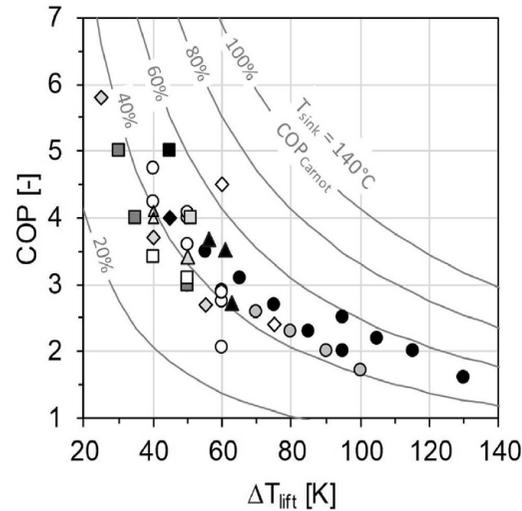
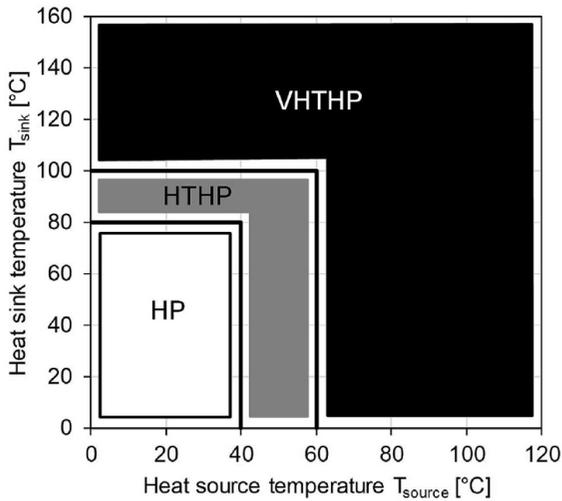
Bombas de calor para la descarbonización del calor industrial

Integración de las bombas de calor en los procesos industriales

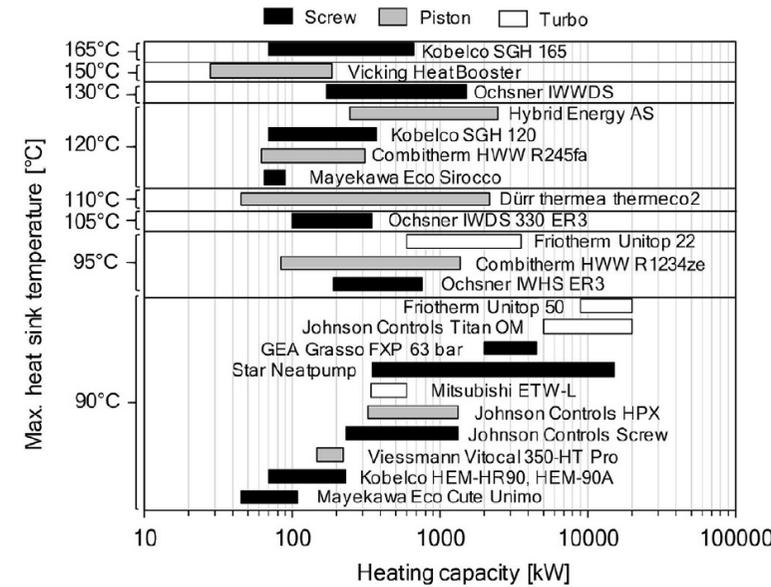


*FUENTE: High-temperature heat pumps in climate pathways for selected industry sectors in Switzerland. Obrist et.al (2023)

Temperaturas, COP y madurez tecnológica



- Kobelco SGH 120/165
- Kobelco HEM-HR90
- HeatBooster S4
- ◆ Ochsner IWWDS R2R3b
- ◆ Ochsner IWWDS ER3b
- ◇ Ochsner IWWDS ER3c4
- ◇ Hybrid Heat Pump
- ▲ Unitop 22/22
- △ Combitherm
- GEA Grasso FX P
- Star Refrigeration Neatpump
- SABROE HeatPAC HPX
- Vitocal 350-HT Pro
- △ Mitsubishi ETW-L



HP: Disponible comercialmente

HTHP: Algunos pocos fabricantes

VHTHP: Pocos fabricantes y sin referencias

Refrigerantes con muy bajo GWP:

- **Sintéticos:** R245fa, R1234ze(E), R1233zd(E), R1336mzz(Z),..
- **Naturales:** R717 (NH₃), R744 (CO₂), R600 (Butano)...

04

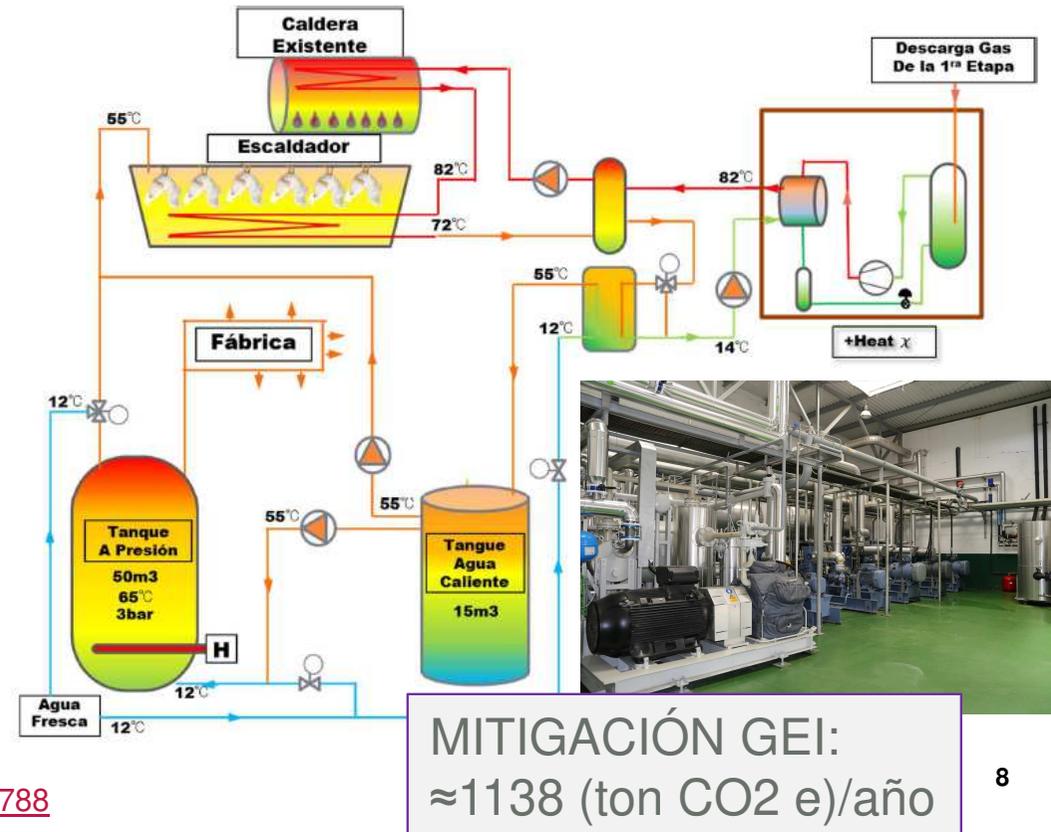
Ejemplos prácticos y nuevos desarrollos

INDUSTRIA CÁRNICA: Procesado de pollos, Lleida (España)

- **TECNOLOGÍA:** Compresores de tornillo Mayekawa-Mycom (NH3)
CALOR REVALORIZADO : 0.8 MW
- **FUENTE DE CALOR RESIDUAL:**
T= 30-40°C
(planta de frío y compresores)
- **USO DE CALOR REVALORIZADO:**
T=90°C
(agua caliente para generación de vapor, agua caliente sanitaria)
- Equipo sustituido: caldera de gas natural
- Ahorro estimado: 30% (2950 MWh/año)

*Presentación disponible en : <http://www.atmo.org/media.presentation.php?id=788>

APLICACIONES INDUSTRIALES hasta 90°C



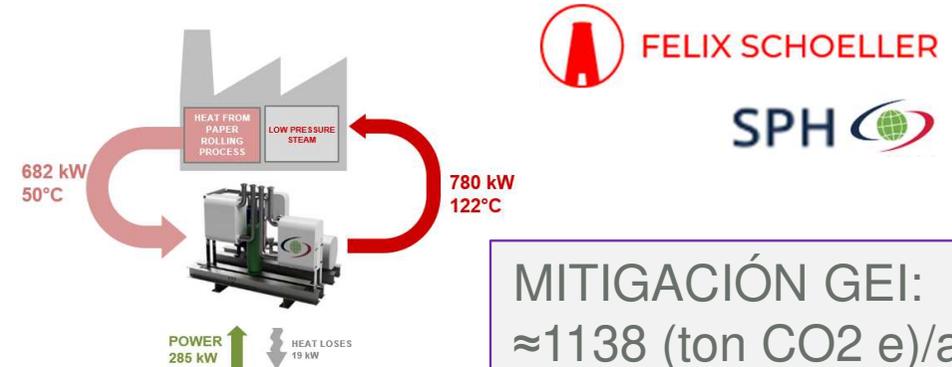
INDUSTRIA QUÍMICA, PASTA Y PAPEL: Proyecto PUSH2HEAT



VHTHP (> 90 °C)

Demostrador Industria Papelera (Alemania):

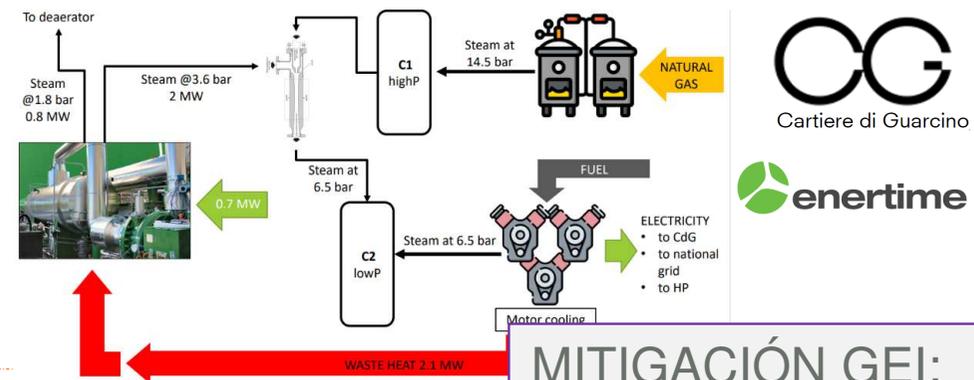
- **TECNOLOGÍA:** VHTHP con compresor de pistón (Butano o R1234zyd)
CAPACIDAD: 0.8 MW
- **FUENTE DE CALOR RESIDUAL:**
T= 35 – 55 °C
(Recuperación de calor de condensación aire húmedo)
- **USO DE CALOR REVALORIZADO:**
T=120-130°C
(Generación de vapor @ 2 - 3 bar(a))



MITIGACIÓN GEI:
≈1138 (ton CO2 e)/año

Demostrador Industria Papelera (Italia):

- **TECNOLOGÍA:** VHTHP con turbocompresor (R1234zyd)
CAPACIDAD: 2.8 MW
- **FUENTE DE CALOR RESIDUAL:**
T= 85 – 90°C
(Refrigeración Planta de Cogeneración de Biomasa)
- **USO DE CALOR REVALORIZADO:**
T=120-140°C
(Generación de vapor @ 1.8 – 3.5 bar(a))



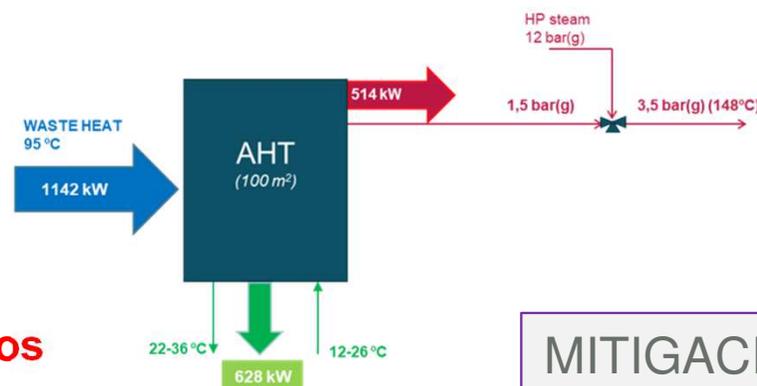
MITIGACIÓN GEI:
≈3350 (ton CO2 e)/año



INDUSTRIA QUÍMICA, PASTA Y PAPEL: Proyecto PUSH2HEAT

Demostrador Planta Química (España):

- **TECNOLOGÍA:** AHT de absorción (LiBr/H₂O)
CALOR REVALORIZADO: 0.6 MW
- **FUENTE** DE CALOR RESIDUAL:
T= 85 – 90°C
(condensación de reactivos químicos)
- **USO** DE CALOR REVALORIZADO:
T=110-130°C
(precalentamiento de solución de elastómeros
o producción de vapor)



MITIGACIÓN GEI:
≈ 790 (ton CO₂ e)/año



This project has received funding from the European Union's Horizon Europe research and innovation programme under grant agreement No. 101069689 (PUSH2HEAT).

Conclusiones

- **Las BdC de alta temperatura y AHT** permiten descarbonizar la industria (**con mayor potencial en la papelería, alimentaria y química**) **revalorizando calor residual y mejorando la eficiencia energética** para el cubrir demandas térmicas hasta 200°C o en forma de vapor de baja presión
- **Su hibridación con energías renovables y calderas eléctricas** permitirá una **descarbonización total** de la industria con necesidades térmicas a baja temperatura
- **Muy pocos proveedores industriales** pueden proveer BdC de muy alta temperatura, y **la industria necesita instalaciones referencias** para lanzarse a su uso (desconocimiento de la tecnología)
- Para alcanzar mitigaciones de reducciones **mitigaciones de GEI del orden de 5000 ton CO2 eq /año** substituyendo calderas de gas natural con una operación de las bombas de calor de unas 5000 horas/año, la **capacidad térmica** de las bombas de calor debe estar en el rango de **4 a 5 MW de calor revalorizado**



tecnalia

MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

José Luis Corrales Ciganda
joseluis.corrales@tecnalia.com



tecnalia.com

tecna:a

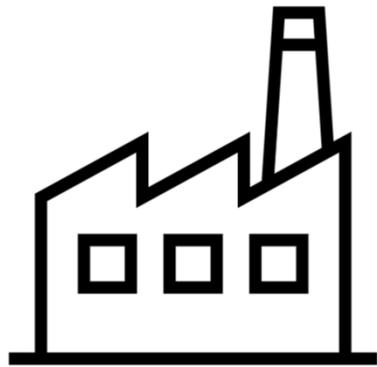
MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE

XX

Información adicional

Eficiencia energética y su rol en la descarbonización

Diseño eficiente y optimización de procesos



Proceso industrial



Integración de renovables

CALOR RESIDUAL

ALMACENAMIENTO TÉRMICO

- Alta flexibilidad
- Para procesos discontinuos / batch

USO DIRECTO

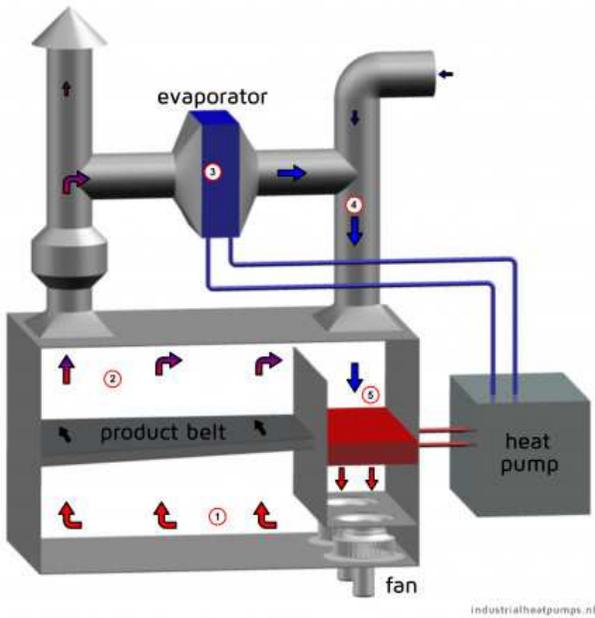
REVALORIZACIÓN
(uso a temperaturas mayores)

HEAT TO POWER

Digitalización

APLICACIONES INDUSTRIALES hasta 90°C

- SECTOR ALIMENTOS.
Secado de patatas



- SECTOR LACTEO:
Precalentamiento del producto previo a una unidad de secado por spray.



- OTROS EJEMPLOS:

EMPRESA País	SECTOR	FUENTE CALOR	CALOR UTIL	BdC Refrigerante
Coruyt (Bélgica)	Alimentos	¿?	78°C 1 MW	MAYEKAWA NH3
Skern (Dinamarca)	Papel	55°C	78°C 1 MW	Johnson Con NH3
MARS (P. Bajos)	Alimentos	¿?	63°C 1 MW	GEA NH3
CPKelco (Dinamarca)	Alimentos		85°C 4.5 MW	MAYEKAWA NH3
SWIS Crono (Suiza)	Madera	39°C	90°C 10 MW	GEA NH3
Un,Bourgund (Francia)	Alimentos	¿?	90°C 0.4 MW	OCHSNER R134+R1336
Thoma (Alemania)	Metalurgia	60°C	80°C 0.6 MW	CALEFA R134a
Kiito (Finlandia)	Químico	¿?	75°C 0.2 MW	CALEFA R134a

FUENTES:

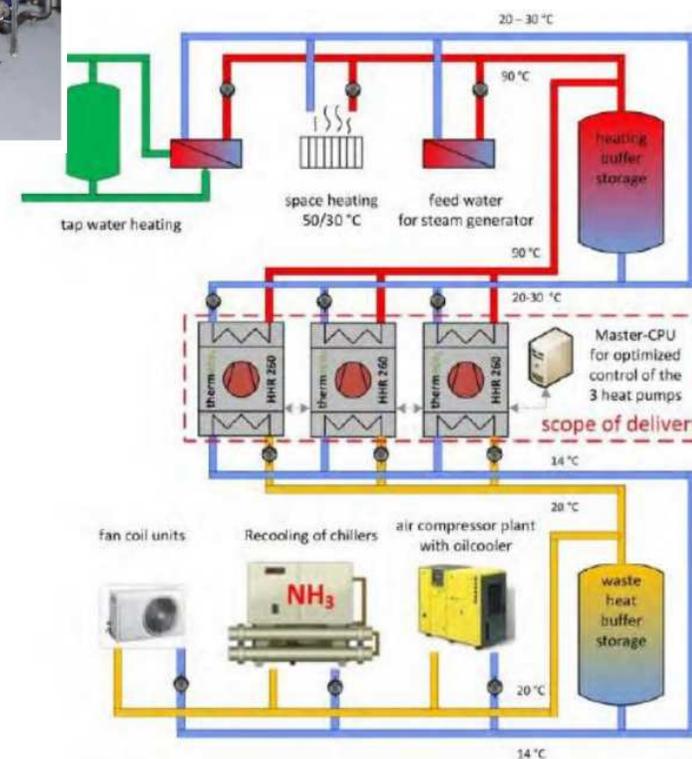
- <http://industrialheatpumps.nl/>
- 171018-EHPA-Large_heat_pumps_in_Europe_Vol_1.pdf (waermepumpe-izw.de)

INDUSTRIA CÁRNICA: Matadero, Suiza



APLICACIONES INDUSTRIALES hasta 90°C

- **TECNOLOGÍA:** 3 compresores thermea en paralelo (CO2)
CALOR REVALORIZADO : 0.8 MW
- **FUENTE DE CALOR RESIDUAL:**
T= 30-40°C
(planta de frío y compresores)
- **USO DE CALOR REVALORIZADO:**
T=90°C
(agua caliente para generación de vapor, agua caliente sanitaria)
- Equipo sustituido: caldera de gas natural
- Ahorro estimado: 30% (2950 MWh/año)



Bombas de calor en la industria Sectores con mayor potencial

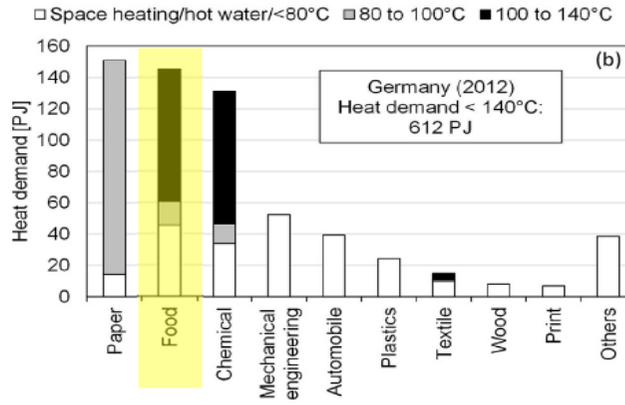
Sector	Process	Temperature [°C]													
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200				
Paper	Drying														90 to 240
	Boiling														110 to 180
	Bleaching														40 to 150
	De-inking														50 to 70
Food & beverages	Drying														40 to 250
	Evaporation														40 to 170
	Pasteurization														60 to 150
	Sterilization														100 to 140
	Boiling														70 to 120
	Distillation														40 to 100
	Blanching														60 to 90
	Scalding														50 to 90
	Concentration														60 to 80
	Tempering														40 to 80
Smoking														20 to 80	
Chemicals	Distillation														100 to 300
	Compression														110 to 170
	Thermoforming														130 to 160
	Concentration														120 to 140
	Boiling														80 to 110
Automotive	Bioreactions														20 to 60
	Resin molding														70 to 130
Metal	Drying														60 to 200
	Pickling														20 to 100
	Degreasing														20 to 100
	Electroplating														30 to 90
Plastic	Phosphating														30 to 90
	Chromating														20 to 80
	Purging														40 to 70
	Injection molding														90 to 300
Mechanical engineering	Pellets drying														40 to 150
	Preheating														50 to 70
	Surface treatment														20 to 120
Textiles	Cleaning														40 to 90
	Coloring														40 to 160
	Drying														60 to 130
	Washing														40 to 110
Wood	Bleaching														40 to 100
	Glueing														120 to 180
	Pressing														120 to 170
	Drying														40 to 150
Several sectors	Steaming														70 to 100
	Cooking														80 to 90
	Staining														50 to 80
	Pickling														40 to 70
Hot water	Hot water														20 to 110
	Preheating														20 to 100
	Washing/Cleaning														30 to 90
Space heating	Space heating														20 to 80

- I) Pasta y papel
- II) Alimentos y bebidas
- II) Industria química

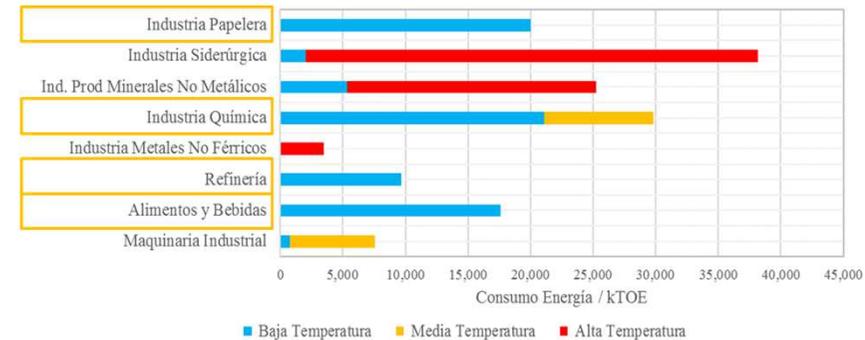


- Procesos con temperaturas hasta 150°C:
- Secado
 - Precalentamiento
 - Cocción / Evaporación
 - lavado

Potencial por sector en Alemania:

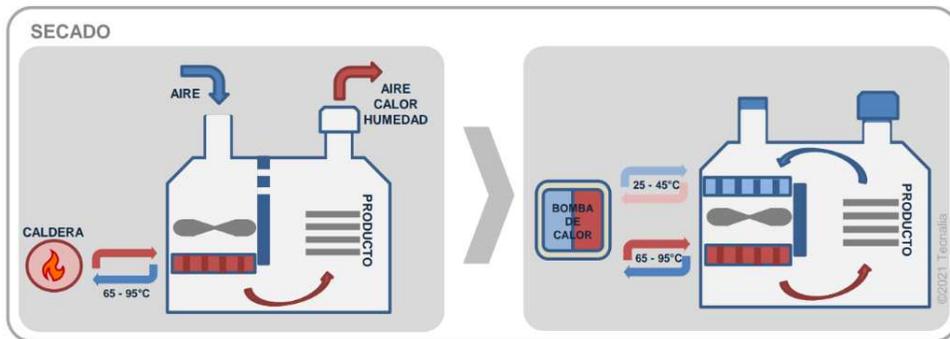
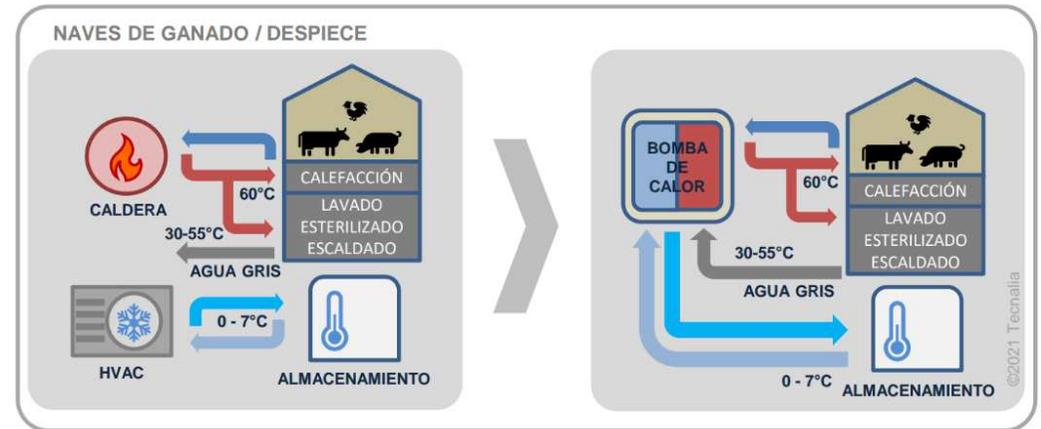
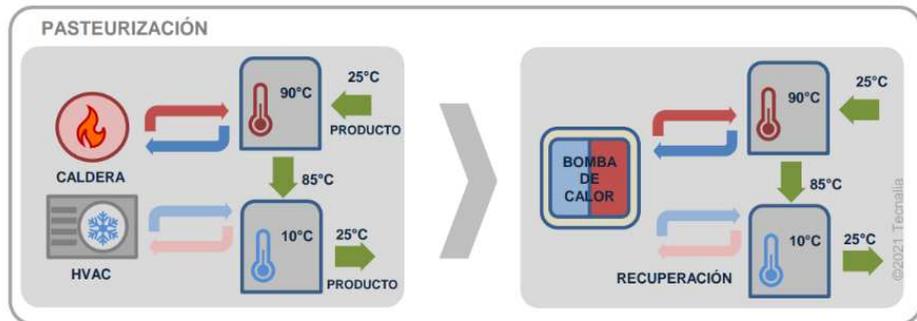


Intervalos de Temperatura de Proceso



*Fuente: High temperature heat pumps: Market overview, state of the art, research status, refrigerants, and application potentials. Arpagaus et. A. (2018)

Bombas de calor en la industria Procesos con especial potencial



Objetivos :

- **Demostración bombas de calor de alta temperatura (140 °C -160 °C) a gran escala (0,7 – 4 MW).**
- Optimización rendimiento técnico y económico.
- Producción de vapor.
- Integración de la bomba de calor con los sistemas solares térmicos.

Demostrador Industria Papelera (República Checa):

- USUARIO FINAL: Smurfit Kappa (Cartón corrugado).
- Tiene como objetivo el vapor flash de condensados en rodillos, empleando la re-compresión mecánica del vapor.
- Compresor:
De pistón de 4 cilindros (nueva solución de bajo coste)

