

---

Seminario: Usos de Energía y Eficiencia Energética

# Cogeneración y Trigeneración en el sector manufacturero

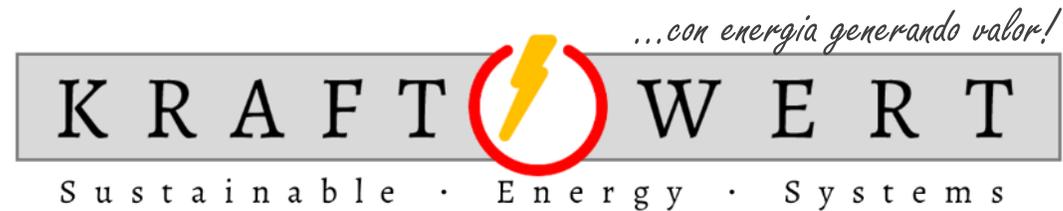
Mes de la Energía 2019

Comisión de Energía

Colegio de Ingenieros de Chile A.G

2019-06-13, Moritz Köpcke

# Relator



KraftWert provee servicios para la planificación y entrega de proyectos con **Sistemas de Energía Sustentable**.

Nuestro principal objetivo es lograr significativas mejoras medibles en rentabilidad, impacto ambiental y social.

Nuestra oferta está dirigida a un mercado que cubre la cogeneración de *electricidad*, de *calor* y *frío* por combustibles convencionales y fuentes renovables, asesorías en el uso eficiente de energía en sistemas industriales y el desarrollo de tecnologías innovadoras en la transformación de desechos en generación de energía limpia.

Contamos con más que 15 años de experiencia en desarrollo y ejecución de proyectos sustentables. Con oficinas en Santiago de Chile y Berlín, Alemania, aspiramos a través de la **transferencia directa de alta tecnología** a conseguir resultados visibles, en el corto plazo y con un bajo riesgo técnico y económico.



# Definición de la Cogeneración

**DS6/2015**, Reglamento que define varios requerimientos para instalaciones de cogeneración eficiente:

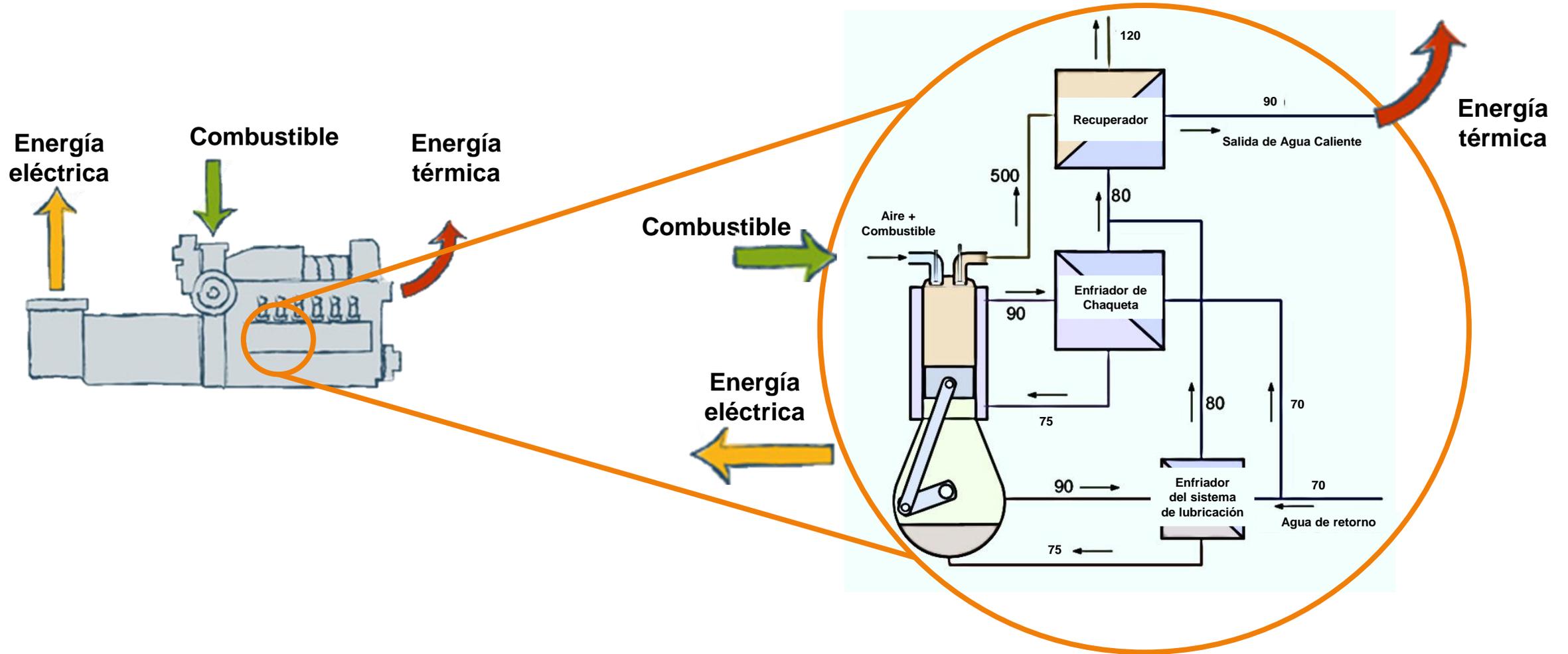
*“...aquella instalación en la que se genera energía eléctrica y calor en un solo proceso”.*

Además, para instalaciones  $<100 \text{ kW}_e$  la eficiencia global debe ser  $>75\%$ .

De acuerdo a la iniciativa Cogeneración Eficiente de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ):

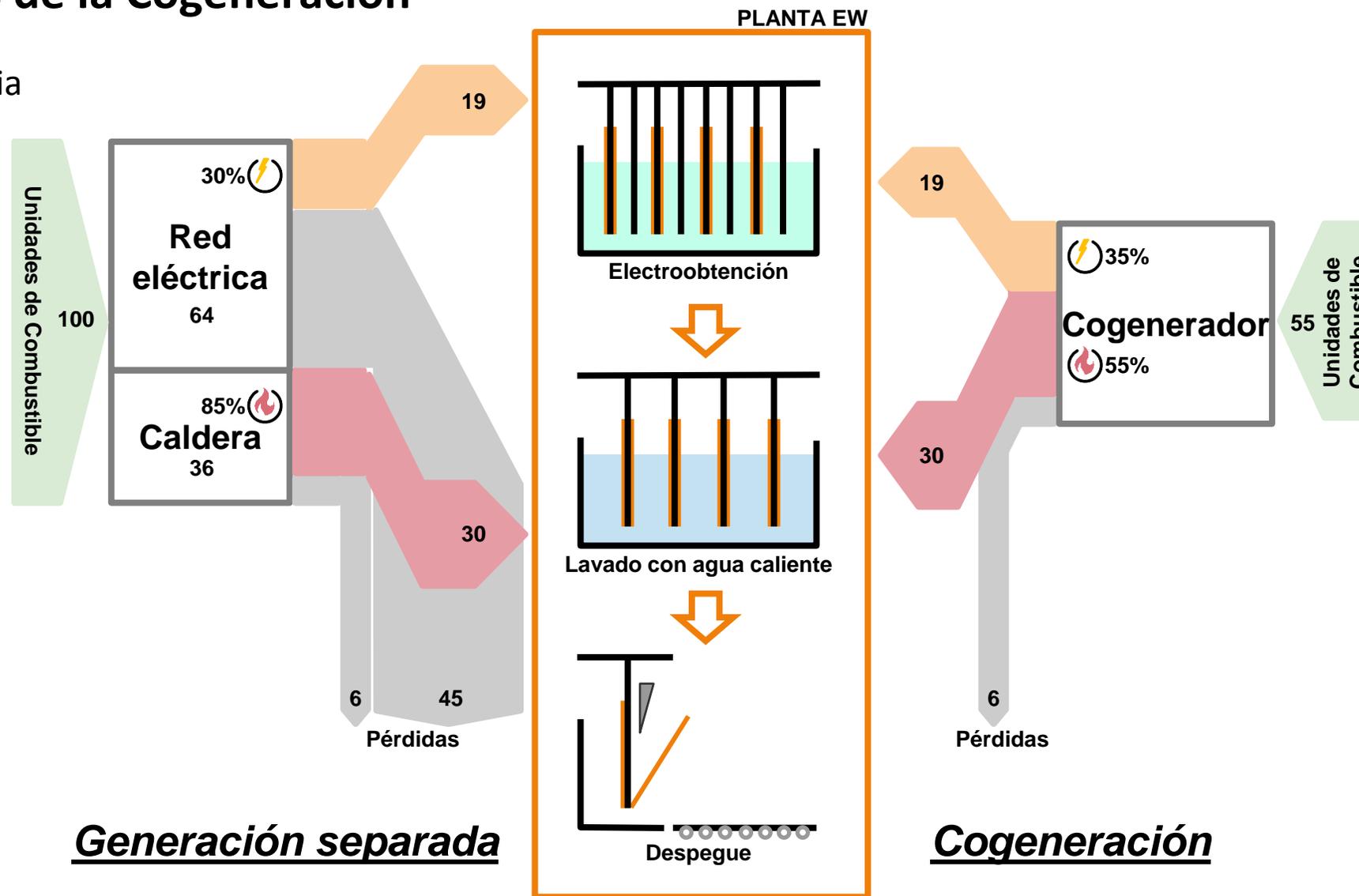
*“La cogeneración es la generación simultánea de energía eléctrica y calor útil a partir de un único proceso de consumo de energético primario. Esta tecnología engloba todos los conceptos y tecnologías en las cuales el calor y la potencia eléctrica son conjuntamente generadas por una sola unidad y utilizadas por uno o varios consumidores.”*

# Principio del Funcionamiento de Equipos de Cogeneración



# Beneficios principales de la Cogeneración

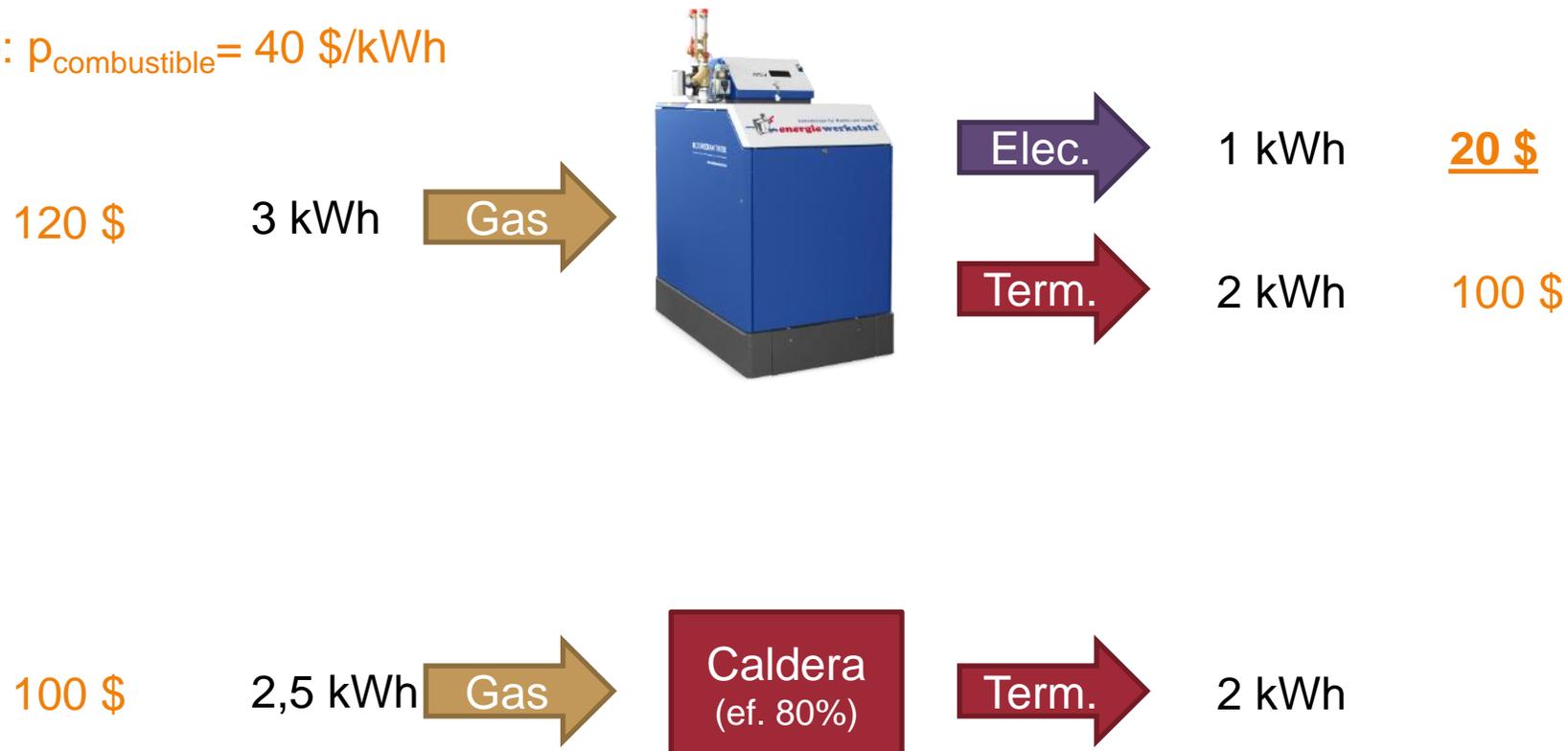
1. Ahorro de energía primaria
2. Reducción de emisiones



# Beneficios principales de la Cogeneración

## 3. Ahorro monetario

Supuesto:  $p_{\text{combustible}} = 40 \text{ \$/kWh}$



# Tecnologías de Cogeneración a diferentes escalas

- Motores de Combustión Interna (Gas-Otto)
- Microturbinas
- Turbinas de Vapor con extracción
- Ciclos combinados

# Equipos disponibles en Chile y datos técnicos

Operación on-grid										
Gas	Marca	Tipo	Potencia eléctrica	Potencia térmica <sup>1</sup>	Consumo		Eficiencia eléctrica	Eficiencia térmica	Eficiencia total <sup>1</sup>	Intervalo Mantenición
Gas Natural	Senertec	DACHS G2.9	2,9 kW	7,0 kW	9,6 kW	1,0 Nm <sup>3</sup> /h	29,7%	72,9%	102,6%	9.000 h
	Senertec	DACHS G5.5	5,5 kW	14,8 kW	19,5 kW	2,0 Nm <sup>3</sup> /h	28,2%	75,9%	104,1%	7-11.000 h
	KW Energie	smartblock 7,5	7,5 kW	22,1 kW	27,1 kW	2,7 Nm <sup>3</sup> /h	27,7%	81,5%	109,2%	4.500 h
	Energiewerkstatt	ASV14	14,0 kW	32,0 kW	45,0 kW	4,5 Nm <sup>3</sup> /h	31,1%	71,1%	102,2%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV15	15,0 kW	34,0 kW	48,0 kW	4,8 Nm <sup>3</sup> /h	31,3%	70,8%	102,1%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV20	20,0 kW	44,0 kW	61,0 kW	6,1 Nm <sup>3</sup> /h	32,8%	72,1%	104,9%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV21	21,0 kW	46,0 kW	64,0 kW	6,4 Nm <sup>3</sup> /h	32,8%	71,9%	104,7%	6.000 h
	KW Energie	smartblock 22	22,0 kW	51,2 kW	67,9 kW	6,8 Nm <sup>3</sup> /h	32,4%	75,4%	107,8%	4.500 h
	KW Energie	smartblock 33	33,0 kW	73,4 kW	97,7 kW	9,8 Nm <sup>3</sup> /h	33,8%	75,1%	108,9%	4.500 h
	KW Energie	smartblock 50	50,0 kW	100,2 kW	137,4 kW	13,8 Nm <sup>3</sup> /h	36,4%	72,9%	109,3%	4.500 h
GLP	Senertec	DACHS F2.9	3,0 kW	6,9 kW	10,1 kW	0,8 kg/h	29,7%	68,3%	98,0%	9.000 h
	Senertec	DACHS F5.5	5,5 kW	13,8 kW	19,0 kW	1,4 kg/h	28,9%	72,6%	101,6%	7-11.000 h
	KW Energie	smartblock 7,5	7,5 kW	20,6 kW	26,5 kW	2,0 kg/h	28,3%	77,7%	106,0%	4.500 h
	Energiewerkstatt	ASV14	14,0 kW	32,0 kW	45,0 kW	3,4 kg/h	31,1%	71,1%	102,2%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV15	15,0 kW	34,0 kW	48,0 kW	3,6 kg/h	31,3%	70,8%	102,1%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV20	20,0 kW	44,0 kW	61,0 kW	4,6 kg/h	32,8%	72,1%	104,9%	6.000 h
	Energiewerkstatt	ASV21	21,0 kW	46,0 kW	64,0 kW	4,8 kg/h	32,8%	71,9%	104,7%	6.000 h
	KW Energie	smartblock 22	22,0 kW	54,1 kW	74,2 kW	5,6 kg/h	29,6%	72,9%	102,6%	4.500 h
	KW Energie	smartblock 33	33,0 kW	75,5 kW	103,0 kW	7,7 kg/h	32,0%	73,3%	105,3%	4.500 h
	KW Energie	smartblock 50	50,0 kW	105,9 kW	147,6 kW	11,1 kg/h	33,9%	71,7%	105,6%	4.500 h

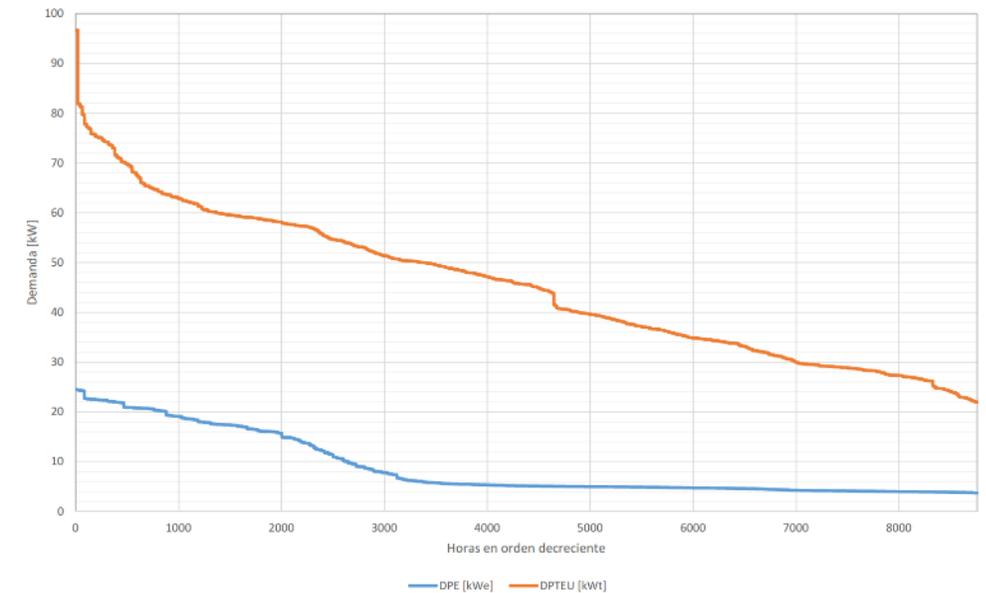
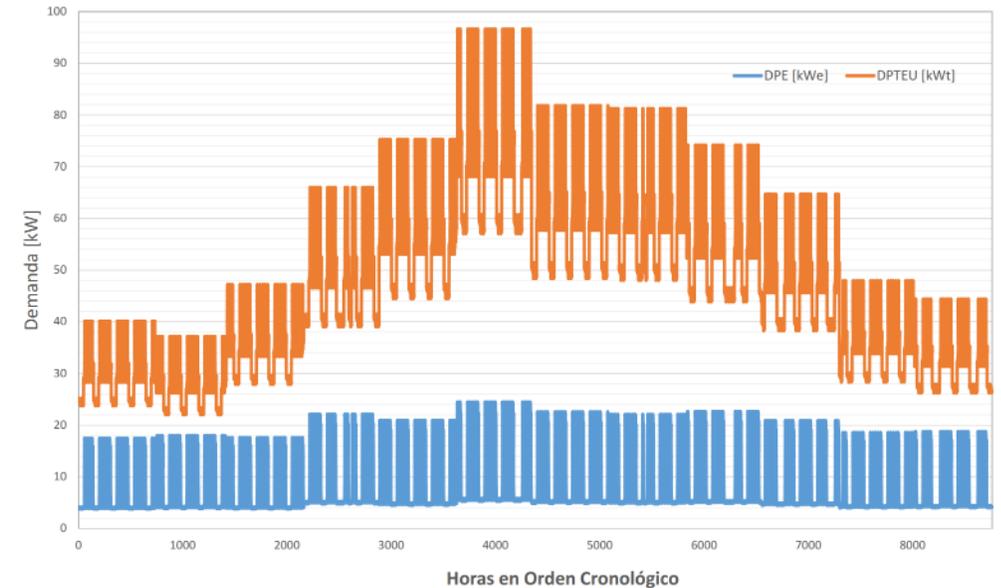
Operación off-grid											
Gas	Marca	Tipo	Potencia eléctrica on-grid	Potencia eléctrica off-grid	Potencia térmica <sup>1</sup>	Consumo		Eficiencia eléctrica	Eficiencia térmica	Eficiencia total <sup>1</sup>	Intervalo Mantenición
Gas Natural	KW Energie	smartblock 16s	16,0 kW	14,0 kW	34,5 kW	5,16 kW	5,2 Nm <sup>3</sup> /h	31,0%	66,9%	97,9%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 22s	22,0 kW	18,0 kW	49,6 kW	68,6 kW	6,9 Nm <sup>3</sup> /h	32,1%	72,3%	104,4%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 33s	33,0 kW	30,0 kW	68,1 kW	97,0 kW	9,8 Nm <sup>3</sup> /h	34,0%	70,2%	104,2%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 50s	50,0 kW	40,0 kW	100,2 kW	142,7 kW	14,4 Nm <sup>3</sup> /h	35,0%	70,2%	105,3%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 75s	75,0 kW	60,0 kW	139,8 kW	209,6 kW	21,1 Nm <sup>3</sup> /h	35,8%	66,7%	102,5%	3.000 h
GLP	KW Energie	smartblock 16s	16,0 kW	14,0 kW	34,5 kW	5,16 kW	3,9 kg/h	31,0%	66,9%	97,9%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 22s	22,0 kW	18,0 kW	51,4 kW	72,7 kW	5,5 kg/h	30,3%	70,7%	101,0%	3.000 h
	KW Energie	smartblock 33s	33,0 kW	30,0 kW	71,1 kW	103,6 kW	7,8 kg/h	31,9%	68,6%	100,5%	3.000 h

<sup>1)</sup> Nótese: Los fabricantes determinan la potencia térmica en base a diferentes temperaturas de retorno. Los valores aquí indicados deben confirmarse con base en los datos de cada proyecto.

# Dimensionamiento de Proyectos

## Procedimiento:

- Análisis del consumo energético histórico (facturas)
- Mediciones de la demanda eléctrica y térmica
- Extrapolación de mediciones en base a demanda histórica
- Generación de curvas características de la demanda
  - DPE: Demanda de Potencia eléctrica
  - DPTEU: Demanda de Potencia Térmica a nivel de Energía Útil
- Consideraciones de excesos de generación:
  - Eléctrico: Inyección Netbilling, disipación en energía térmica
  - Térmico: Modulación de carga, detención, enfriamiento



# Aplicaciones típicas de equipos de cogeneración

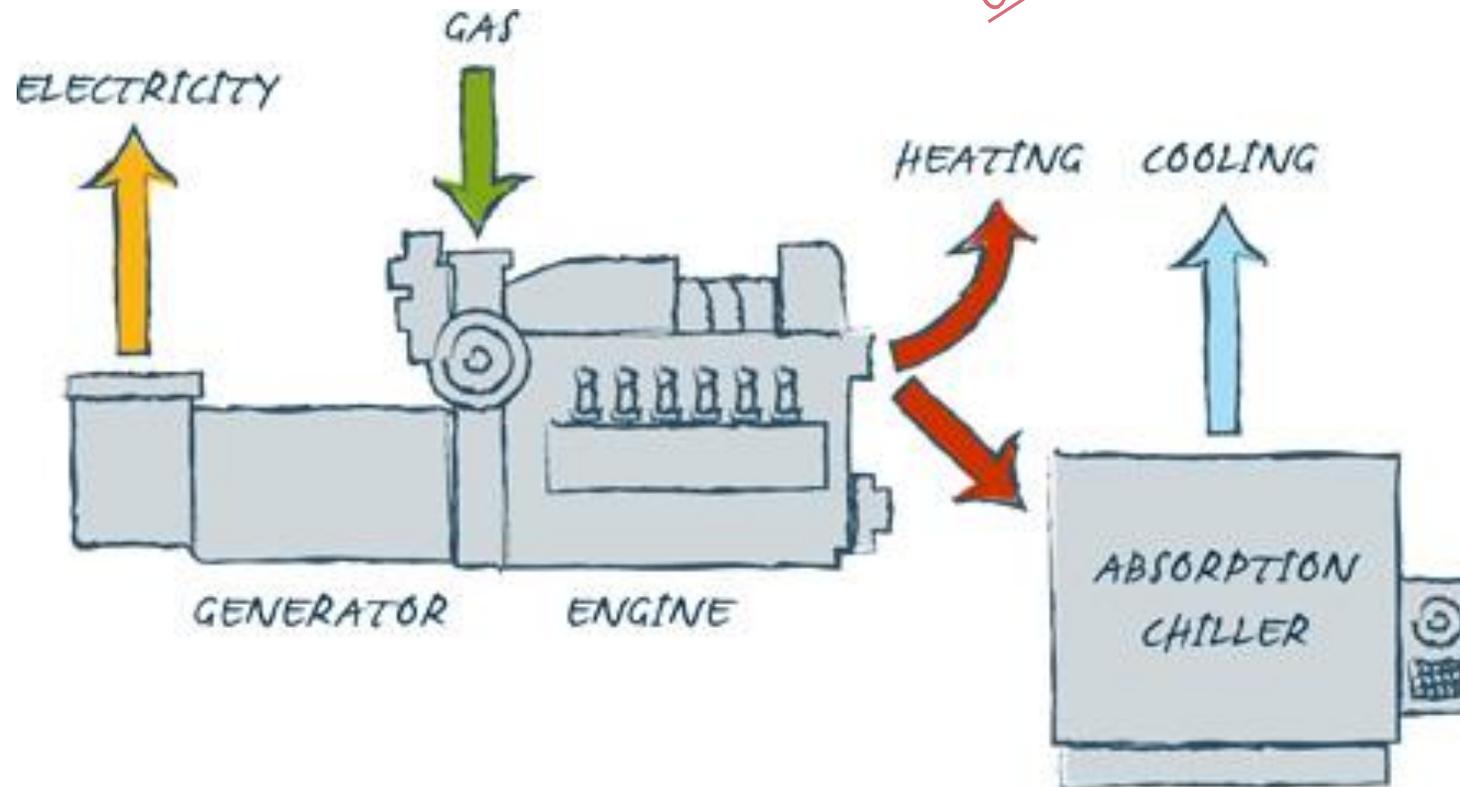
- Industria con demanda térmica / vapor
- Hoteles, idealmente con áreas de SPA
- Edificios de administración pública
- Plantas agroindustriales
- Edificios de vivienda
- Hospitales
- Colegios
- Viveros
- Acuicultura
- Campings
- Gimnasios
- Hogares / Residencias



# TRIGENERACIÓN

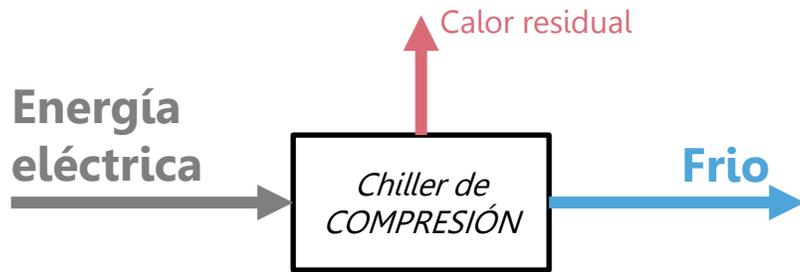
La forma sustentable de generar **electricidad, calor y frío.**

*Enfriar con calor...!*

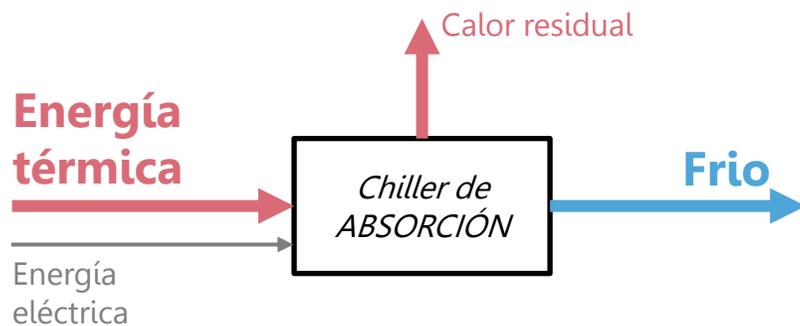


# Funcionamiento de Bombas de Calor de Absorción

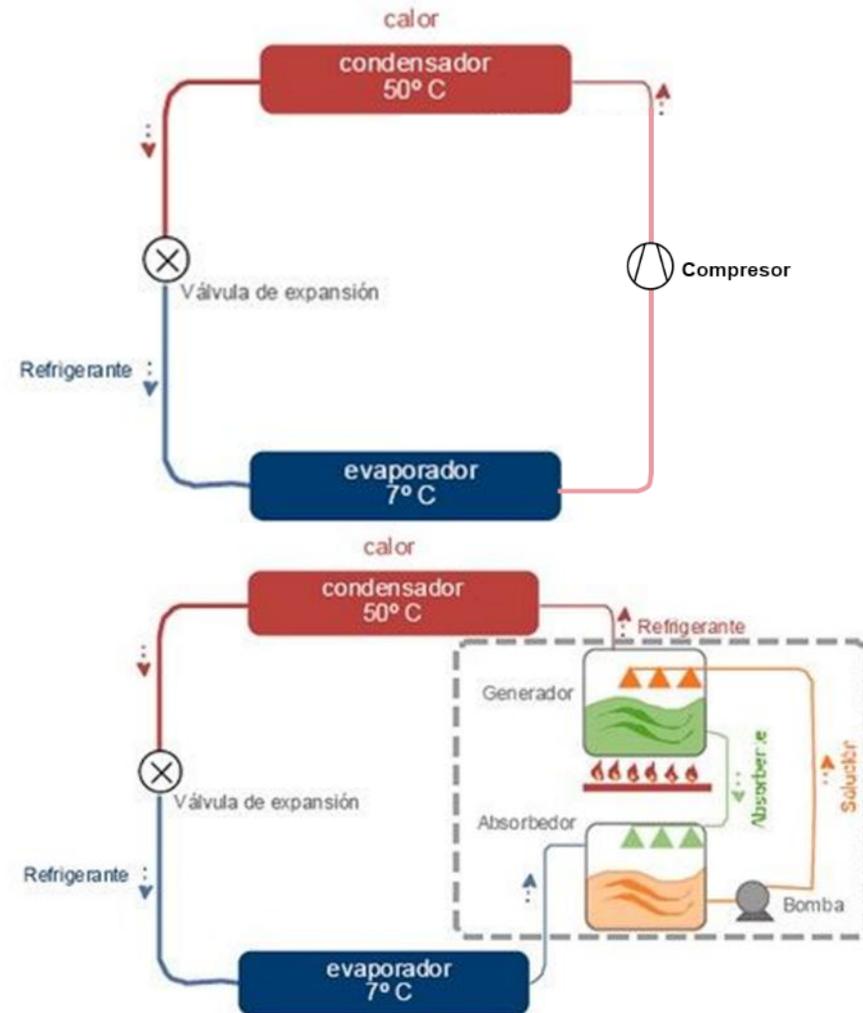
## Sistema convencional de refrigeración



## Sistema innovador de refrigeración



*...se ahorra un -85% de energía eléctrica!!*



# Tipos de Bombas de Calor de Absorción – por temperatura entregada

**“Climatización”** – temperaturas bajas, pero mayor a 0°C

Refrigerante: H<sub>2</sub>O-LiBr – agua como refrigerante y una solución acuosa de bromuro de litio (LiBr) como solvente

Aplicaciones:

- Climatización de edificios
- Refrigeración de alimentos, datacenters etc. a 5-10°C
- Procesos industriales

**“Refrigeración”** – temperaturas sub-cero

Refrigerante: NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O – amoníaco como refrigerante y agua como solvente

Aplicaciones:

- Frigoríficos
- Procesos industriales

# Tipos de Bombas de Calor de Absorción – por fuente calórica disponible

- Agua caliente o Vapor de baja presión

Estas máquinas logran en una configuración simple, de “un efecto” o de “una etapa” con valores COP alrededor de 0,7 unidades de frío por unidad de calor suministrada.

En otras palabras, para cada kW de frío requerido se necesita de  $1/0,7 = 1,43$  kW de la fuente térmica a 85° a 95°C.

- Gases de escape, vapor de alta presión o fuego directo

Un nivel mayor de temperatura de la fuente térmica permite la configuración de doble etapa (operan dos circuitos internos en cascada de alta y baja presión), mejorando el COP a un valor típico de 1,3.

En otras palabras, para cada kW de frío requerido se necesita de  $1/1,3 = 0,77$  kW de la fuente térmica, por sobre 120°C.

- Se están desarrollando máquinas de triple efecto, pero su costo aún no justifica la aplicación comercial.

# Oportunidades de Aplicación de la Trigeneración

- Agroindustria
- Alimentos
- Climatización, Refrigeración y Congelado
- Secado
- Plásticos
- Edificios
- Datacenters
  
- ...dónde haya demanda eléctrica, de calefacción y de enfriamiento en un solo lugar!

**¡Muchas gracias por su atención!**

