

## **EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN UTILIZANDO COMO ENERGIA UNA FUENTE DE CALOR**



### **PLANTAS ENFRIADORAS DE AGUA, POR ABSORCIÓN, ALIMENTADAS POR AGUA CALIENTE**



**MODELOS WFC SC10, WFC SC20 Y WFC SC30**

## Principio y antecedentes del ciclo de refrigeración por absorción.

El ciclo termodinámico de enfriamiento por absorción, al igual que el de compresión, se basa en la necesidad de obtener calor que tiene el fluido usado como refrigerante para poder cambiar del estado líquido al de vapor cuando se le hace pasar de una presión a otra más baja. En los equipos de refrigeración, el fluido en estado líquido se encuentra a más alta presión en el **condensador** y se le hace fluir al **evaporador** a baja presión donde obtiene de su entorno el calor necesario para poder evaporarse. Este refrigerante en estado vapor se devuelve a alta presión al condensador donde se le sustrae el calor que ha obtenido volviendo al estado líquido para empezar de nuevo el ciclo. Con ello se ha obtenido el objetivo de sacar calor de un espacio, el evaporador, enfriándolo, para disiparlo en otro, el condensador.

Mientras que en el ciclo de compresión, la circulación del fluido y el efecto de la presión se obtiene con un compresor mecánico, en el ciclo de absorción ello se logra aportando calor al generador donde el refrigerante está mezclado con otro fluido denominado absorbente cuya función es **absorber** el vapor en la zona de baja presión para poder devolverlo en forma líquida al generador.



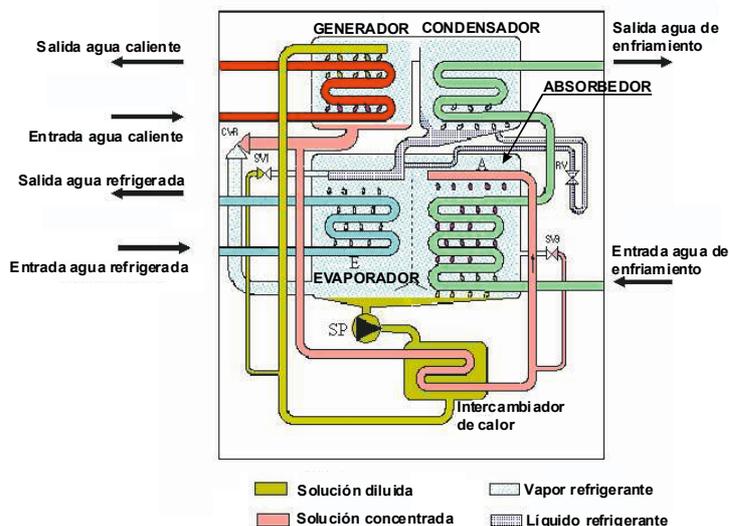
Ferdinand Carré

El ciclo de absorción no es un descubrimiento reciente. Sus antecedentes pueden situarse en 1755, cuando el escocés **William Cullen** consiguió obtener una pequeña cantidad de hielo en una campana donde mantenía una presión reducida. Poco después, en 1777, otro escocés, **Gerald Nairne**, introducía ácido sulfúrico en la campana de Cullen, de manera a que el vapor de agua fuera absorbido por este, dejando espacio para permitir una mayor evaporación de agua. Algo más tarde, en 1810, **John Leslie** coloca dentro de la campana bajo vacío, un recipiente con el agua a evaporar y en el fondo otro recipiente con el ácido sulfúrico, logrando una producción de 3 kg de hielo por hora. Pero es finalmente el francés **Ferdinand Carré**, quién construye y comercializa en 1890 la primera máquina de absorción, destinada principalmente a la fabricación de hielo, utilizando amoníaco como refrigerante y agua como absorbente.

Hasta los años sesenta del pasado siglo XX, ésta técnica se desarrolló especialmente en lo Estados Unidos, pero posteriormente ha evolucionado particularmente en el Japón, siendo de este origen las unidades **YAZAKI** que describimos en este documento. Se fabrican en versión de llama directa en las que el calor es aportado por un quemador de gas, y por agua caliente, donde se utiliza la energía contenida en agua caliente de origen solar o procedente de equipos de cogeneración u otras fuentes de calor gratuito o residual. Esta última versión es la que se trata en éste opúsculo.

## Como funciona el ciclo de absorción con bromuro de litio y agua.

El fluido utilizado en las plantas enfriadoras de agua YAZAKI, es una solución de agua y Bromuro de litio (LiBr), siendo el agua el refrigerante y el LiBr el absorbente. Ello significa que los agentes utilizados son totalmente inocuos para el medio ambiente. El LiBr es una sal similar a la sal común (NaCl) que tiene una gran afinidad con el agua, absorbiéndola fácilmente. Por otra parte, cabe saber que a una presión absoluta de 0,9 kPa (muy por debajo de la presión atmosférica) el agua se evapora a solo 3°C.



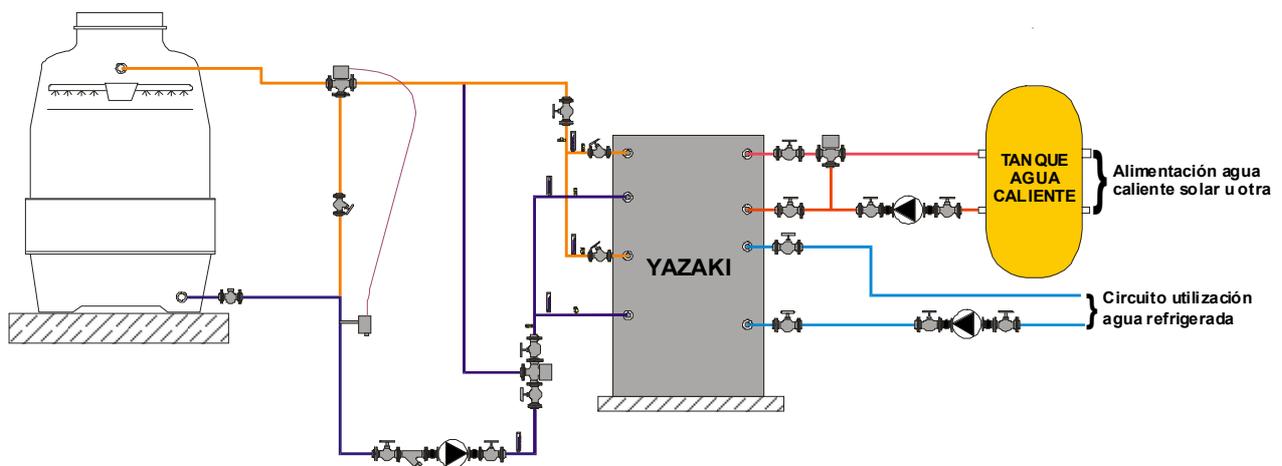
Para explicar el funcionamiento seguiremos el esquema que aparece a la izquierda. Empezamos en el generador que está situado en la parte superior izquierda del gráfico, donde la solución acuosa contiene un 56% de LiBr, siendo la temperatura nominal de entrada del agua caliente de 88°C y la de salida de 83°C, mientras que la presión interior absoluta es de 8 kPa. Como efecto del calor aportado a dicha presión ambiente, el agua de la solución entra en ebullición y el vapor formado se encamina hacia el

Para explicar el funcionamiento seguiremos el esquema que aparece a la izquierda. Empezamos en el generador que está situado en la parte superior izquierda del gráfico, donde la solución acuosa contiene un 56% de LiBr, siendo la temperatura nominal de entrada del agua caliente de 88°C y la de salida de 83°C, mientras que la presión interior absoluta es de 8 kPa. Como efecto del calor aportado a dicha presión ambiente, el agua de la solución entra en ebullición y el vapor formado se encamina hacia el

recipiente contiguo que es el condensador. Debido a esta separación de vapor, la solución restante se concentra hasta un 56% de LiBr dirigiéndose en estas condiciones hacia el intercambiador de calor situado en la parte inferior del esquema. Mientras, en el condensador, el vapor de agua es enfriado hasta 36°C gracias al circuito de agua procedente, por ejemplo, de una torre de enfriamiento y que entra a la máquina a una temperatura de 29,5°C, condensando el vapor y convirtiéndolo en agua. Esta agua es introducida en el evaporador donde se mantiene una presión absoluta de 0,9 kPa por lo que se evapora adquiriendo el calor necesario para ello del circuito de agua a refrigerar rebajando su temperatura a 7°C suponiendo que ha entrado de la instalación a una temperatura de 12°C. Al mismo tiempo, la solución concentrada al 56% de LiBr procedente del generador fluye en el absorbedor que comparte espacio y presión con el evaporador, siendo el vapor de agua del mismo absorbido por el LiBr debido a su afinidad con el agua. Ello permite eliminar el vapor de agua a medida que se produce y continuar manteniendo la presión de 0,9 kPa en el espacio compartido por el evaporador y el absorbedor. El fenómeno de la absorción produce calor que a su vez es eliminado por el mismo circuito de enfriamiento antes de dirigirse al condensador. Finalmente, la solución diluida al 52% de LiBr por la absorción del vapor, vuelve al generador para reiniciar el proceso, pasando previamente por un intercambiador de calor que permite aumentar el rendimiento del ciclo.

### Esquema general de instalación.

Para la instalación de estas máquinas, es necesario prever una alimentación continua de agua caliente a una temperatura mínima de 77°C con el caudal que se indica en la tabla de características que figura más adelante. Por otra parte debe instalarse también un sistema de disipación de calor o enfriamiento del circuito, lo que generalmente se efectúa con una torre de enfriamiento atmosférico a dimensionar de acuerdo con la potencia total de calor a disipar según se indica en la mencionada tabla de características y teniendo en cuenta para su selección la temperatura húmeda del lugar donde se efectúa la instalación.



**ABSORSISTEM** es una empresa especializada en los sistemas de refrigeración por ciclo de absorción. Ha sido creada para ofrecer calidad en esta especialidad, tanto en el suministro de máquinas como en el servicio técnico.

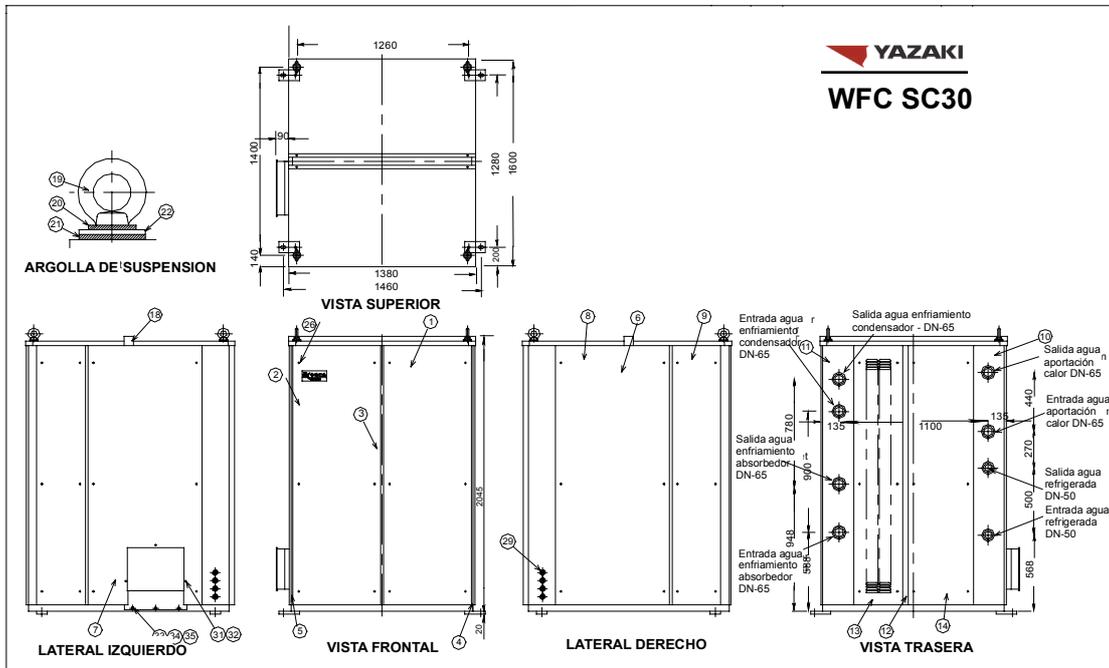
## TABLA ESPECIFICACIONES UNIDADES POR AGUA CALIENTE

			Unidad de medida	MODELOS		
				WFC-SC10	WFC-SC20	WFC-SC30
Capacidad frigorífica			kW	35,2	70,3	105,0
Agua refrigerada	Temperatura agua refrigerada	entrada	°C	12,5		
		salida	°C	7		
	Pérdida de carga evaporador		kPa	56,1	65,8	70,0
	Presión estática máxima		kPa	588		
	Caudal de agua		l/s	1,53	3,06	4,58
	Volumen de agua contenido		l	17	47	73
Agua de enfriamiento (torre)	Calor a disipar		kW	85,4	171,0	256,0
	Temperatura	entrada	°C	31,0		
		salida	°C	35,0		
	Pérdida de carga absorb/cond.		kPa	85,2	45,3	46,4
	Factor ensuciamiento		kW/h/K/m <sup>2</sup>	0,086		
	Presión estática máxima		kPa	588		
	Caudal de agua		l/s	5,1	10,2	15,3
Volumen de agua contenido		l	66	125	194	
Agua caliente aportada al generador	Potencia de calor a aportar		kW	50,2	100,0	151,0
	Temperatura	entrada	°C	88		
		salida	°C	82,5		
		rango	°C	70 ~ 95		
	Pérdida de carga en generador		kPa	90,4	46,4	60,39
	Presión estática máxima		kPa	588		
	Caudal de agua		l/s	2,4	4,8	7,20
Volumen de agua contenido		l	21	54	84	
Electricidad	Potencia suministro			380V c.a. - III - 50Hz		
	Consumo		W	210	260	310
	Intensidad		A	0,43	0,92	1,25
Control	Refrigeración			Todo - nada		
Dimensiones	Ancho		mm	760	1.060	1,380
	Fondo		mm	970	1.220	1.520
	Alto (incluidas placas fijación)		mm	1.920	2.030	2.065
Peso	En vacío		kg	500	930	1.450
	En carga		kg	600	1.155	1.800
Acústica	Nivel sonoro		dB(A)	46	49	52
Sección tubos agua	Agua refrigerada			DN-40	DN-50	
	Agua enfriamiento (torre)			DN-50		DN 65
	Agua caliente generador			DN-40	DN-50	DN-80

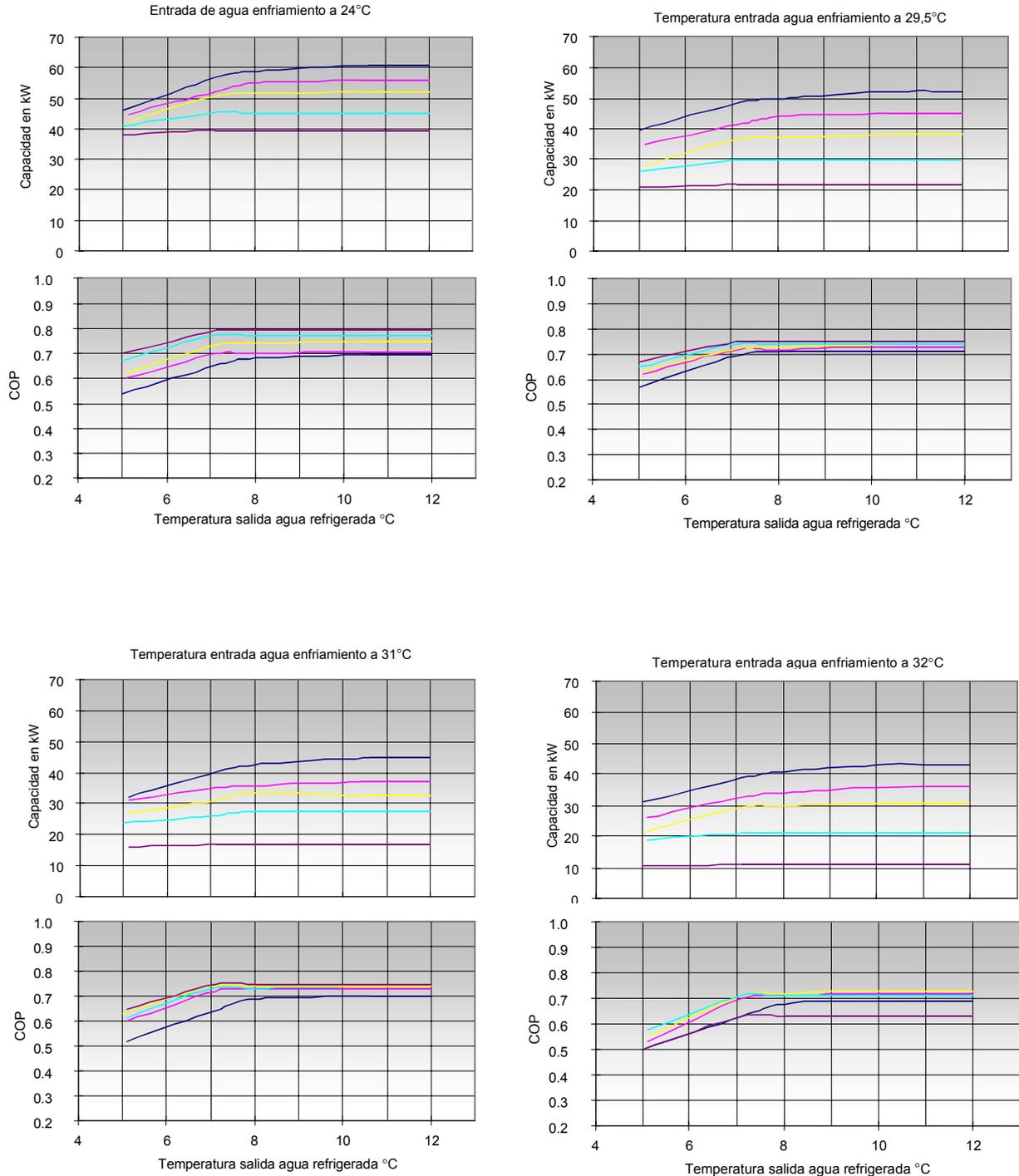
**Envoltente y acabado exterior:** Envoltente de chapa galvanizada y pintada en caliente de color metalizado plata, resistente al agua e instalable tanto en el interior como en el exterior.



## MEDIDAS EXTERIORES Y POSICIÓN DE LAS CONEXIONES DEL MODELO WFC SC30



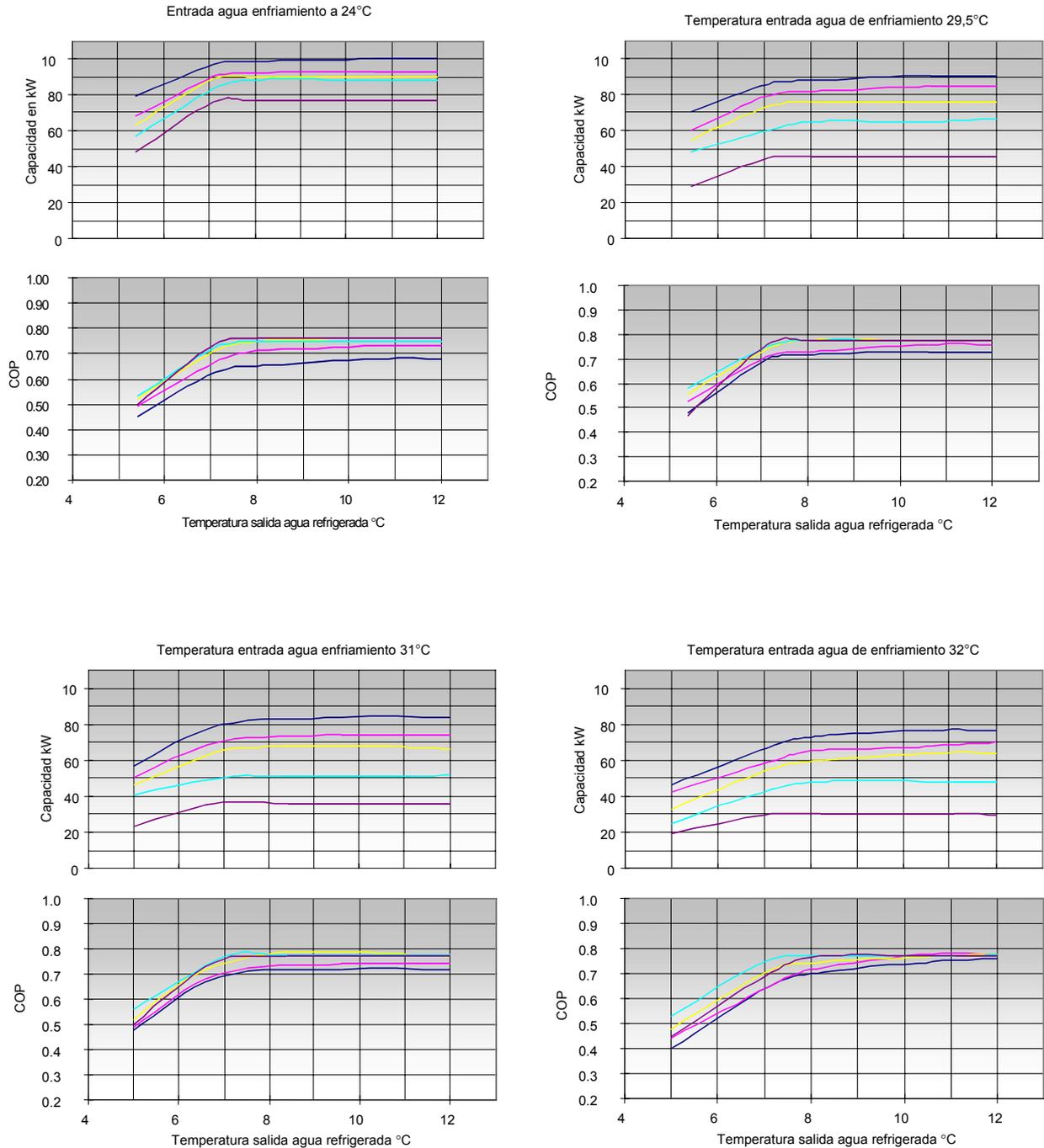
## WFC SC10 – CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN Y COP EN FUNCIÓN DE LAS TEMPERATURAS DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO, DEL AGUA CALIENTE Y DEL AGUA REFRIGERADA



Temperatura de entrada del agua caliente al generador

— 95°C   
 — 88°C   
 — 85°C   
 — 80°C   
 — 75°C

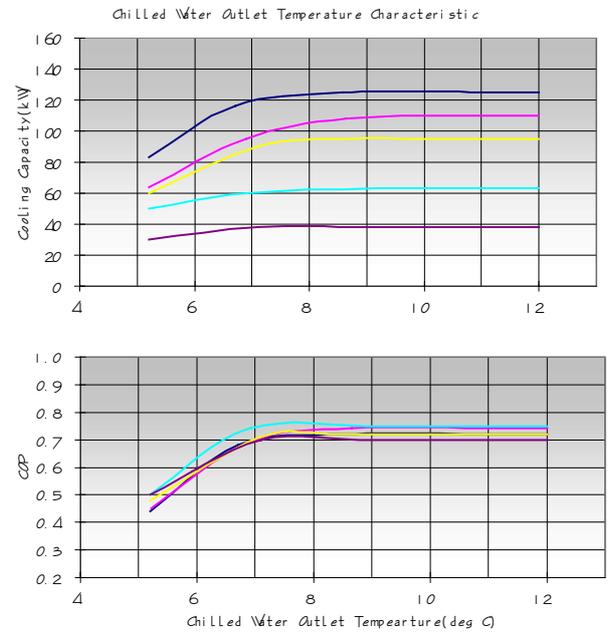
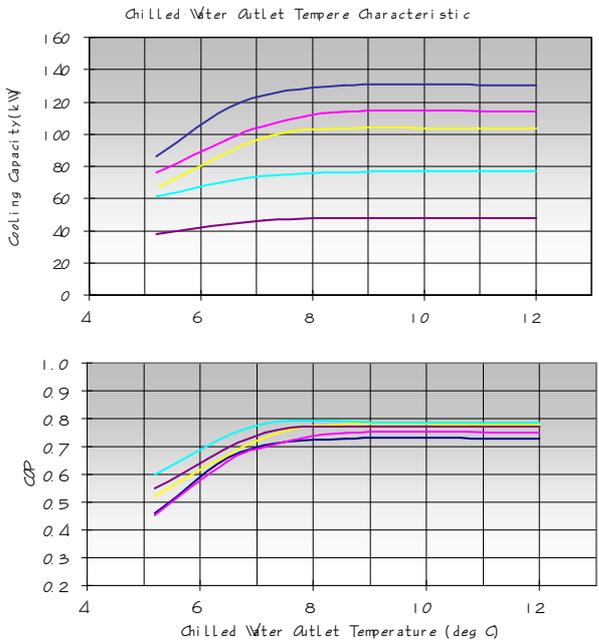
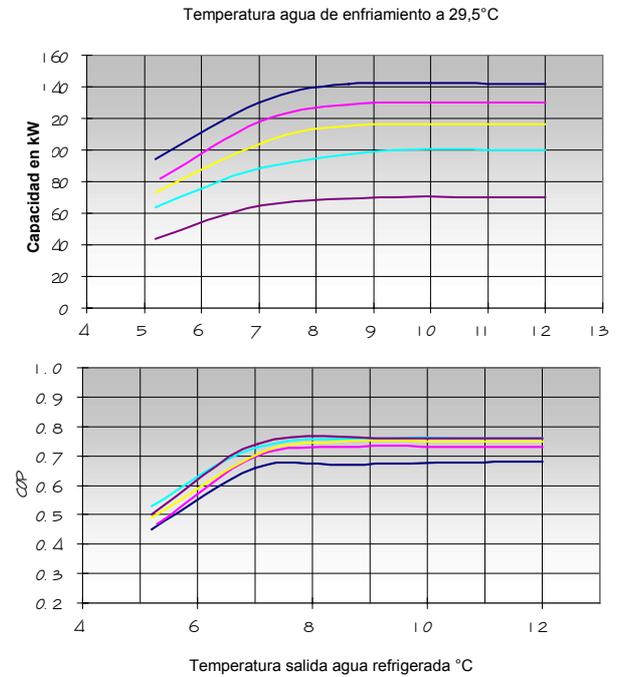
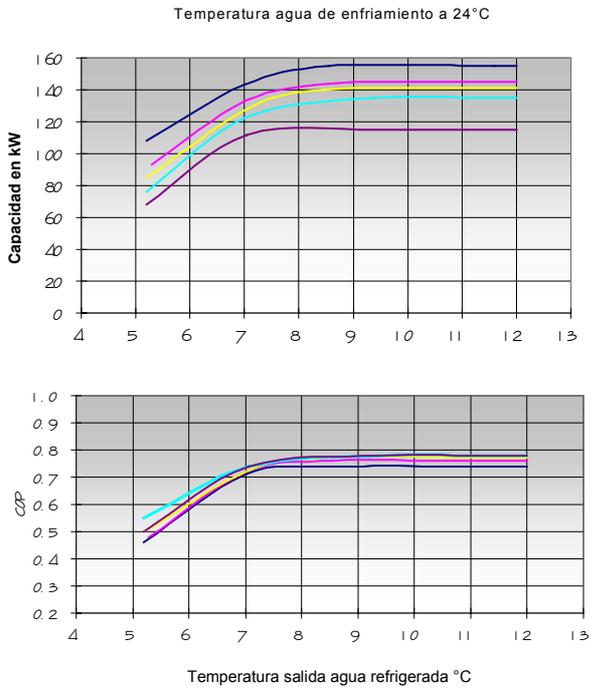
## WFC SC20 – CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN Y COP EN FUNCIÓN DE LAS TEMPERATURAS DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO, DEL AGUA CALIENTE Y DEL AGUA REFRIGERADA



Temperatura de entrada del agua caliente al generador

— 95°C   
 — 88°C   
 — 85°C   
 — 80°C   
 — 75°C

## WFC SC30 – CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN Y COP EN FUNCIÓN DE LAS TEMPERATURAS DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO, DEL AGUA CALIENTE Y DEL AGUA REFRIGERADA



Temperatura de entrada del agua caliente al generador

— 95°C   
 — 88°C   
 — 85°C   
 — 80°C   
 — 75°C