

UNIDAD DE GESTIÓN DEL PROYECTO



Curso de capacitación: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SERVICIOS AUXILIARES: Chillers y redes de agua fría

Expositor: Ing. Victor Arroyo – Consultor Nacional Proyecto ZIS
Lima, 08 al 22 de julio de
2021

Operado por:



Punto focal The GEF:



Financiado por:



Implementado por:



MODULO 2

Eficiencia en chillers y redes de agua fría

1. Introducción
2. Tipos de chiller
3. Eficiencia de un chiller
4. Oportunidades de eficiencia energética
5. Preguntas

Introducción

Los chillers se emplean en muchas industrias para producir agua fría o helada (0 a 17°C).

El objetivo del chiller es extraer el calor sensible del agua empleando un refrigerante.

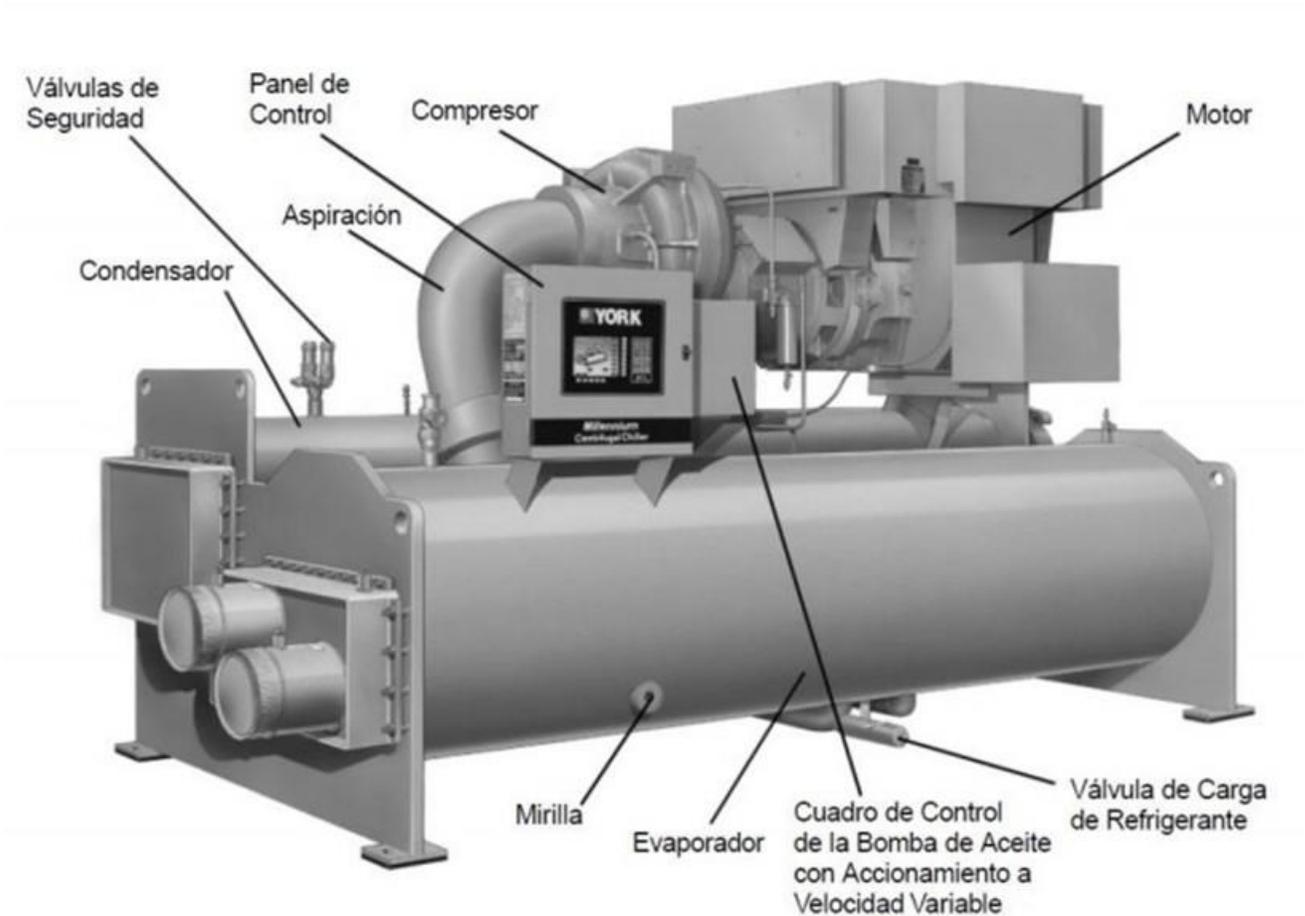
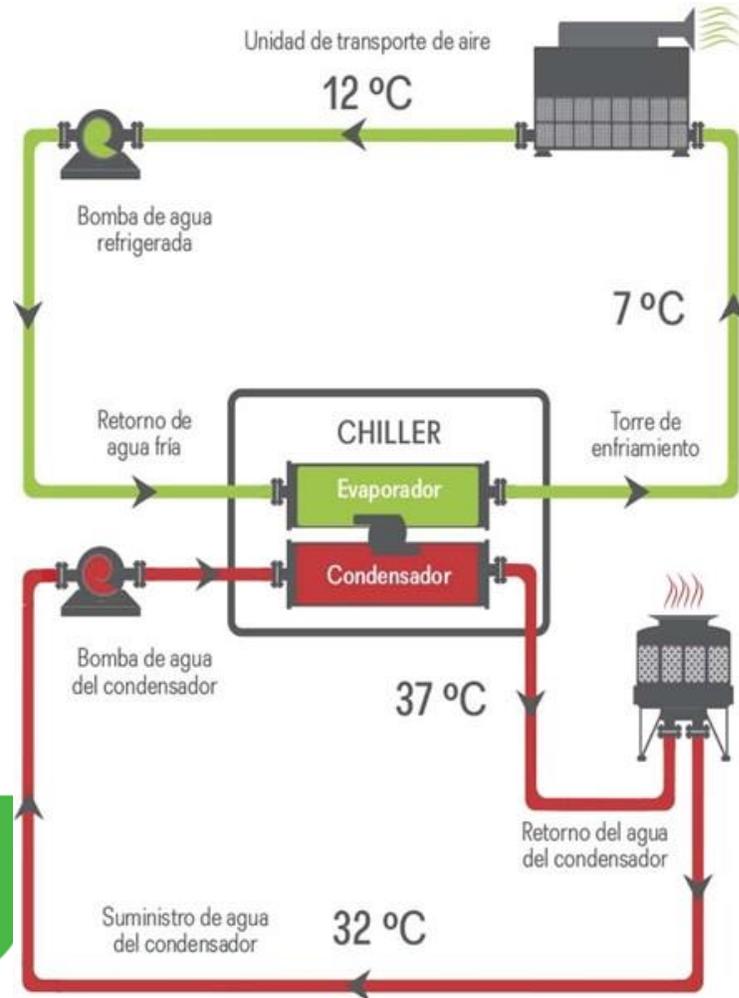
El costo de energía de los sistemas de frío puede ser de 6 a 10 veces su costo inicial durante su vida útil.

Por ello aplicar medidas de eficiencia energética puede generar grandes ahorros.



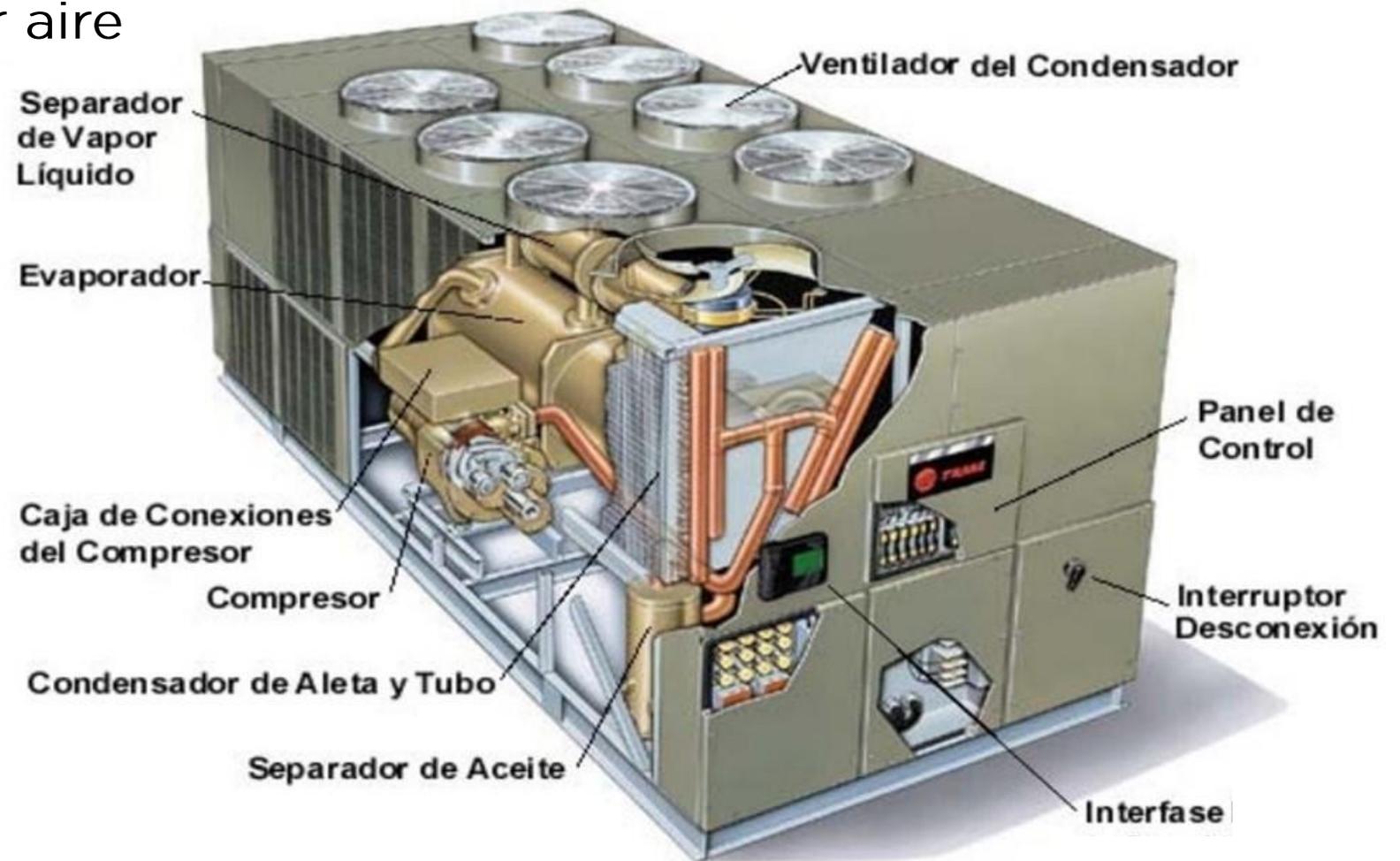
Tipos de chillers

Chiller enfriado por agua



Tipos de chiller

Chiller enfriado por aire



Tipos de chiller

Cuál chiller es mejor?

Chiller enfriado por agua:

- Una disminución de 1°F (0.56°C) puede aumentar la eficiencia del compresor entre 1% a 2%.
- Una torre de enfriamiento descuidada puede reducir la eficiencia del chiller entre 10% a 35%.
- Se requiere buena calidad del agua para la torre y no apto para zonas con polvo.

Chiller enfriado por aire:

- Son menos eficientes que los enfriados por agua, y cuestan menos.
- Un serpentín sucio del condensador puede reducir la eficiencia del chiller entre 5% a 15%.
- Una limpieza química de las superficies del condensador y evaporador ahorran entre 5% a 10% de energía.
- Requieren buena ventilación y sombra.

Eficiencia de un chiller

Se especifica como el Índice de Eficiencia Energética (IEE) para modo frío y como Coeficiente de Performance (COP) en modo calor:

$IEE = \text{Capacidad de enfriamiento (kW)} / \text{Potencia ingresada (kW)}$

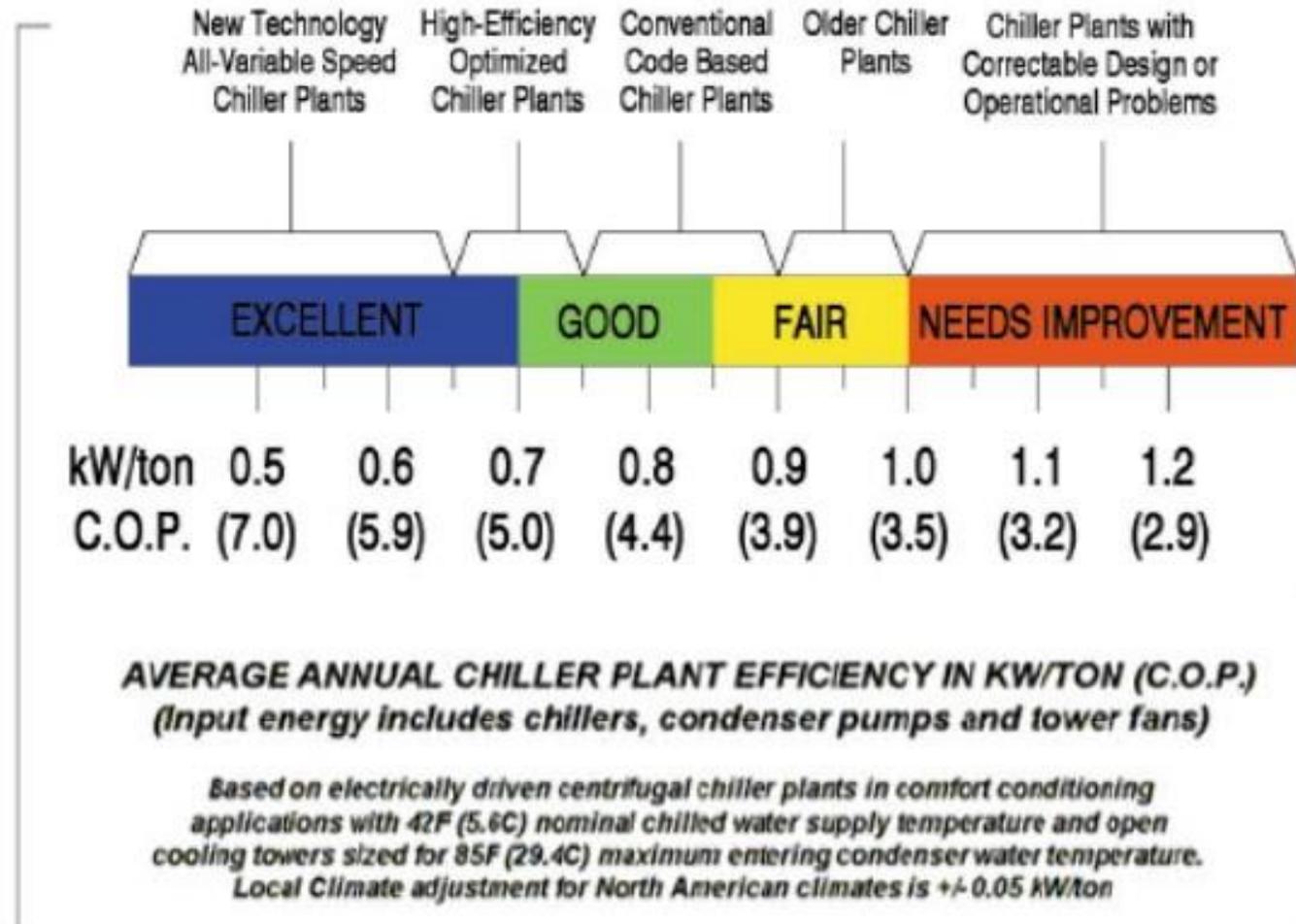
$COP = \text{Capacidad de calentamiento (kW)} / \text{Potencia ingresada (kW)}$

La potencia ingresada incluye el compresor, motores de ventiladores y bombas asociados al chiller.

Cuanto mayor sea el IEE o COP, mejor será la eficiencia y menos costará el funcionamiento del chiller.



Eficiencia de un chiller



Eficiencia de un chiller

Factores comunes que reducen la eficiencia de un chiller:

- Suministro inadecuado y falta de tratamiento del agua.
- Fugas de refrigerante.
- Fallas eléctricas y mecánicas.
- Mantenimiento inadecuado o falta del mismo:
 - Bitácora de operación diaria.
 - Limpieza de serpentines e intercambiadores de calor.
 - Análisis del aceite.
 - Análisis de vibración.
 - Monitoreo del consumo de energía.
 - Mantener la carga del refrigerante.



Oportunidades de eficiencia energética

1) USAR AGUA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO PARA ENFRIAR

En ciertos procesos reemplazar el agua de chiller por agua de torre de enfriamiento:

- Se requiere un flujo más alto para conseguir el mismo enfriamiento.
- Es necesario una mayor área de transferencia de calor en el intercambiador.
- Podría aplicar a aguas con 10 a 20 °C en ciertas zonas geográficas



Oportunidades de eficiencia energética

2) ELEVAR LA TEMPERATURA DEL EVAPORADOR

Se ha observado que al incrementar la temperatura del evaporador:

- Aumenta la capacidad del sistema.
- Aumenta la potencia alimentada, pero:
- Disminuye el consumo específico de potencia (kW/TR)

Regla práctica: Por cada 1°C mayor temperatura en el evaporador, el consumo específico de potencia se reduce 2 a 3%.



Oportunidades de eficiencia energética

3) VENTILACIÓN DE LOS CONDENSADORES

La ventilación es fundamental para un buen desempeño de un chiller, pero con frecuencia se descuida este aspecto.

- El aire debe circular y descargarse libremente, sin obstáculos.
- La descarga del aire caliente no debe regresar hacia la unidad.
- Evitar fuentes cercanas de polvo o agentes corrosivos, lo cual ensucia o corroe el serpentín del condensador:
 - Reduce su enfriamiento.
 - Aumenta presión del refrigerante
 - Aumenta consumo de energía



Oportunidades de eficiencia energética

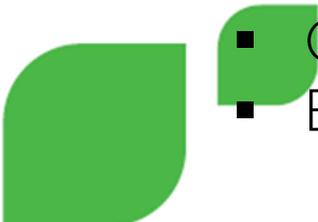
4) PRESTAR BUENA ATENCIÓN A LA TORRE DE ENFRIAMIENTO

La torre de enfriamiento es un componente crítico para la operación eficiente de un chiller.

Son afectadas por elementos tales como:

- Polvo, hojas y otros residuos que obstruyen el empaque.
- Crecimiento biológico, que obstruye el empaque y boquillas rociadoras.

Medidas:

- Programar inspecciones periódicas y reparaciones.
 - Implementar programa de tratamiento de agua.
 - Controlar el nivel de agua (cuidado con la purga y agua de aporte).
 - El ventilador de la torre debe funcionar correctamente.
- 

Oportunidades de eficiencia energética

5) EMPLEO DE BUENOS AISLAMIENTOS

Reducir las pérdidas de calor en tuberías de agua fría y máquinas o ambientes enfriados es fundamental para ahorrar energía.

Materiales aislantes

Material	Conductividad W/m°K
Espuma de vidrio celular	0.050
Poliuretano celular	0.023
Poliestireno expandido	0.035
Poliestireno extruido	0.027
Fibra de vidrio	0.036
Poli isocianato	0.020



Oportunidades de eficiencia energética

6) EMPLEO DE VARIADORES DE FRECUENCIA (VFD)

- Aplica cuando el chiller está sobredimensionado o trabaja a cargas parciales.
- Reemplazo de una unidad antigua e ineficiente.
- El VFD puede instalarse en el compresor del chiller, en la torre de enfriamiento, bombas de agua.
- Permite ahorros de hasta 30% en el consumo de energía.



VALORES DE PCG Y PROTOCOLO DE MONTREAL

Sustancia	Valor PCG (100 años)
HFCs	
HFC-134	1100
HFC-134a	1430
HFC-143	353
HFC-245fa	1030
HFC-365mfc	794
HFC-227ea	3220
HFC-236cb	1340
HFC-236ea	1370
HFC-236fa	9810
HFC-245ca	693
HFC-43-10mee	1640
HFC-32	675
HFC-125	3500
HFC-143a	4470
HFC-41	92
HFC-152	53
HFC-152a	124
HFC-161	12
HFC -23	14800

Sustancia	Valor PCG (100 años)
HCFCs	
HCFC-21	151
HCFC-22	1810
HCFC-123	77
HCFC-124	609
HCFC-141b	725
HCFC-142b	2310
HCFC-225ca	122
HCFC-225cb	595

Fuente: Anexo C y Anexo F del Protocolo de Montreal.
N.B. Los valores de PCG para cinco CFCs seleccionados han sido agregados al Anexo A.

UN ULTIMO PUNTO:

Hay refrigerantes que no agotan la capa de ozono, pero tienen alto potencial de calentamiento global del planeta.

PCG del CO₂ = 1



Muchas gracias.

**Unidad de Gestión del
Proyecto**



Zonas Industriales Sostenibles