



Clase Climatización Eficiente.

Rodrigo Pérez G.

Ingeniero en Climatización | MDCS.



Aire Acondicionado.

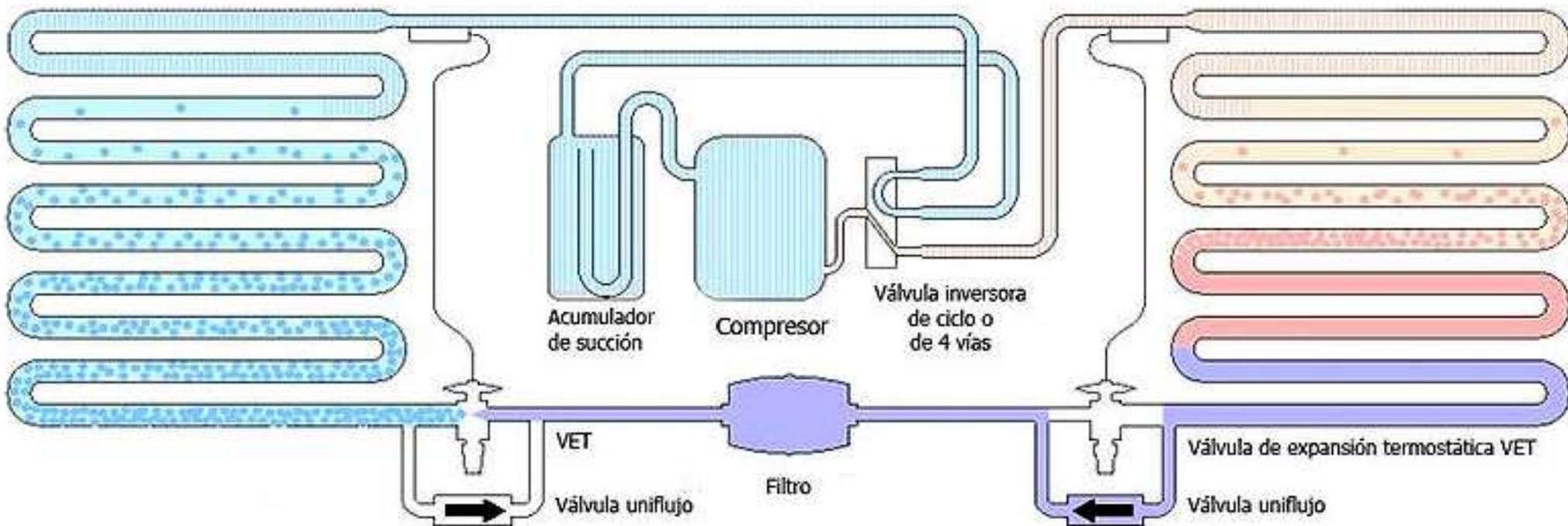
El acondicionamiento de aire es el proceso más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire adentro de los locales. Si no se trata la humedad, sino solamente de la temperatura, podría llamarse climatización.



Bomba de Calor Diagrama de flujo -en frío-

Intercambiador de calor
como evaporador

Intercambiador de calor
como condensador





Coeficiente de performance.

Tanto para bombas de calor como equipos de refrigeración, se define el Coeficiente de Performance, COP, como:

$$\varepsilon = COP = \frac{Q_{util}}{W_{el}}$$



Expansión Directa.

Sistema VRV.

Existen en el mercado 3 tipos de sistemas de caudal variable de refrigerante.

- Solo frío: la potencia que entrega es exclusivamente de refrigeración.
- Bomba de calor: todas las unidades interiores funcionan en modo frío o en modo calor.
- Recuperación de calor: proporciona refrigeración y calefacción simultáneamente adecuándose a las necesidades de cada zona. Una de las unidades interiores puede estar aportando frío y otras unidades calor al mismo tiempo, prácticamente en épocas intermedias.



Expansión Directa.

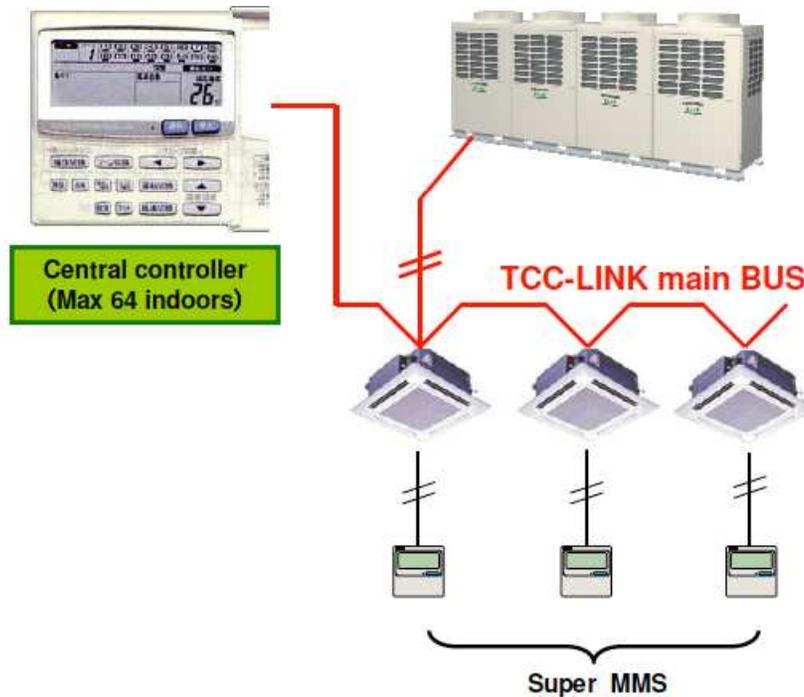
Sistema VRV.





Expansión Directa.

Control Sistema VRV.



Unidades exterior.



Clasificación de Sistemas de AA.

Sistemas Todo Agua.

Este tipo de sistema se divide en dos partes, las unidades terminales y la unidad enfriadora, unidas por cañerías y bomba circuladora principalmente.

La unidad terminal, denominada popularmente “fan – coil”, es aquella que esta colocada dentro del recinto o espacio a acondicionar, consta de un ventilador para recircular el aire del local y un serpentín que se alimenta de agua fría o caliente.





Clasificación de Sistemas de AA.

Sistemas Todo Agua.

Principales componentes del sistema:

- Enfriador de Agua (Chiller).
- Unidades terminales (fan coil).
- Red de cañerías.
- Bombas de circulación.
- Válvulas.
- Torres de enfriamiento (donde se requiera).



Unidad enfriadora.

Unidad enfriadora de agua (Chiller), el agua enfriada es distribuida luego a unidades terminales de aire acondicionado (Fan Coil).

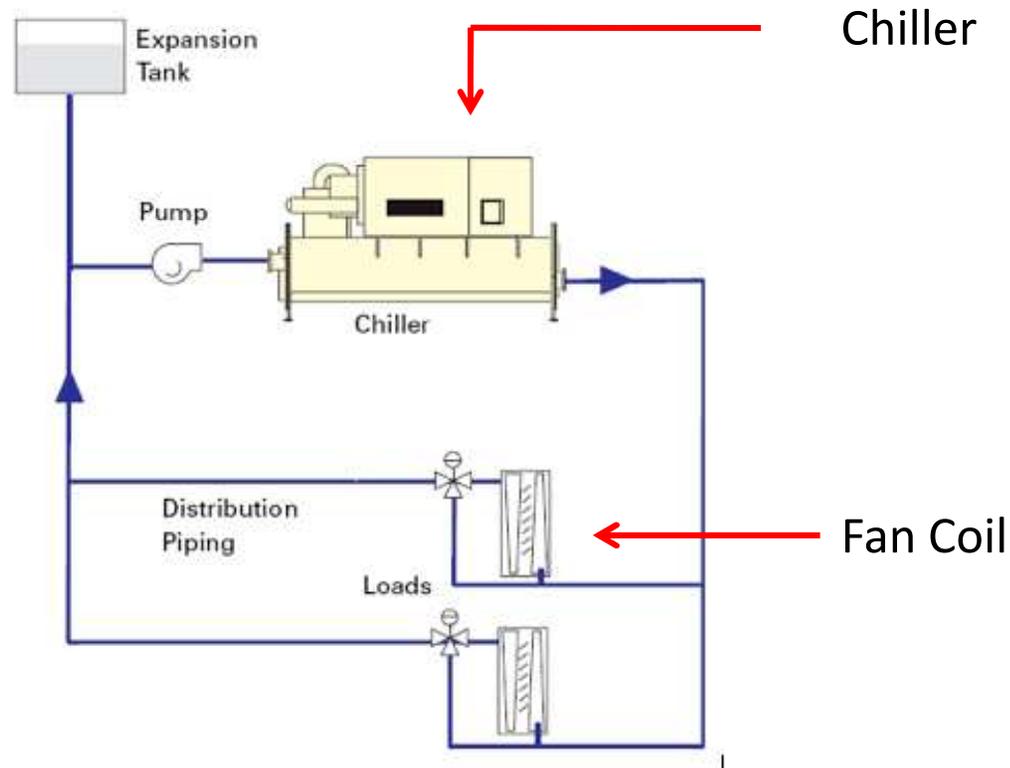
Los enfriadores de agua (Chiller's) son un caso especial de la maquina de refrigeración cuyo objetivo es enfriar un medio liquido, generalmente agua. En modo bomba de calor también puede calentar este liquido.





Unidad enfriadora.

Chiller enfriados por aire:

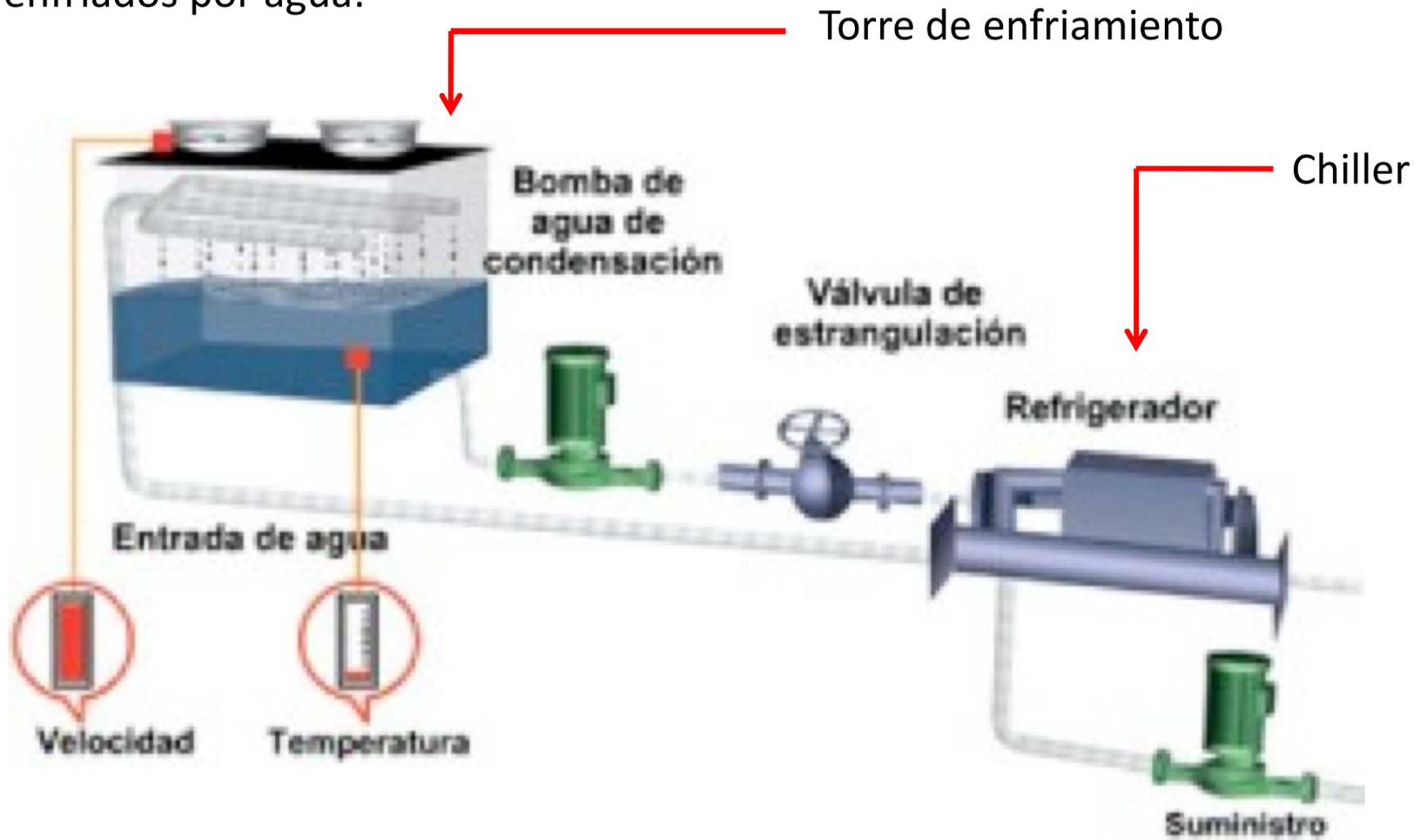


Sistema Típico.



Unidad enfriadora.

Chiller enfriados por agua:





Unidad enfriadora.

Diferencias:

Chiller enfriado por aire.

- Menor rendimiento (COP)
- Menor cantidad de componentes en el sistema.
- Menor capacidades.
- Menor costo de inversión.
- Menor mantención.

Chiller enfriado por agua.

- Mayor rendimiento (COP)
- Mayor cantidad de componentes en el sistema.
- Mayor capacidad.
- Mayor costo de inversión.
- Mayor mantención.



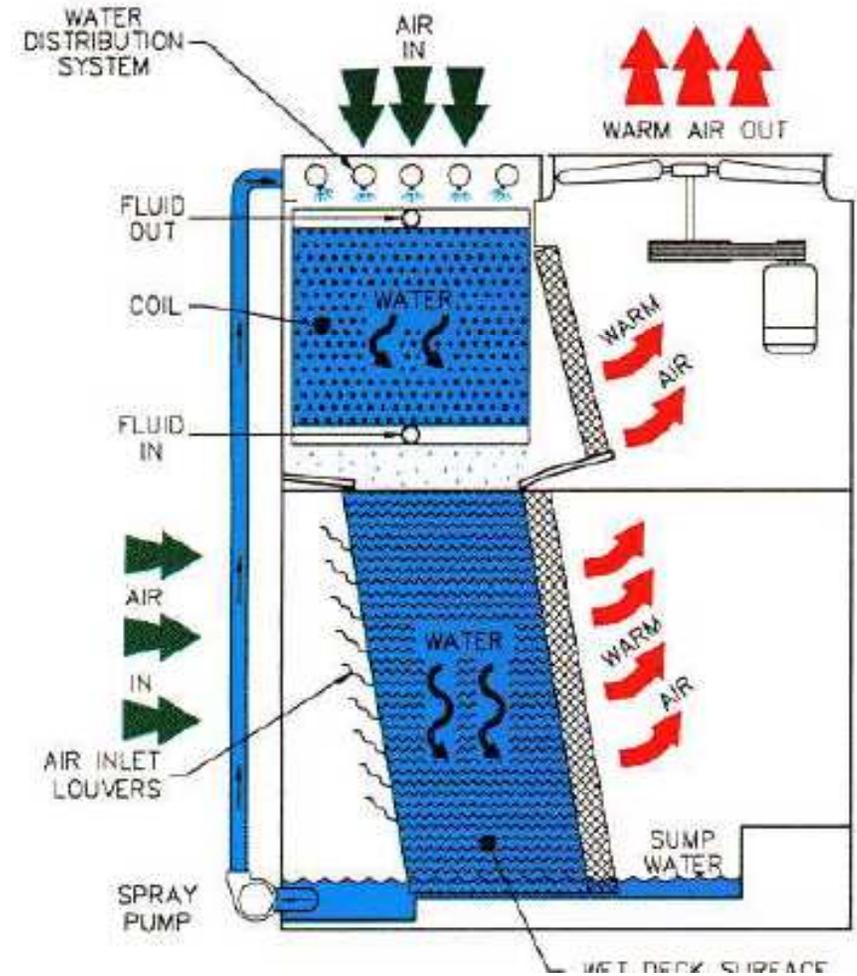
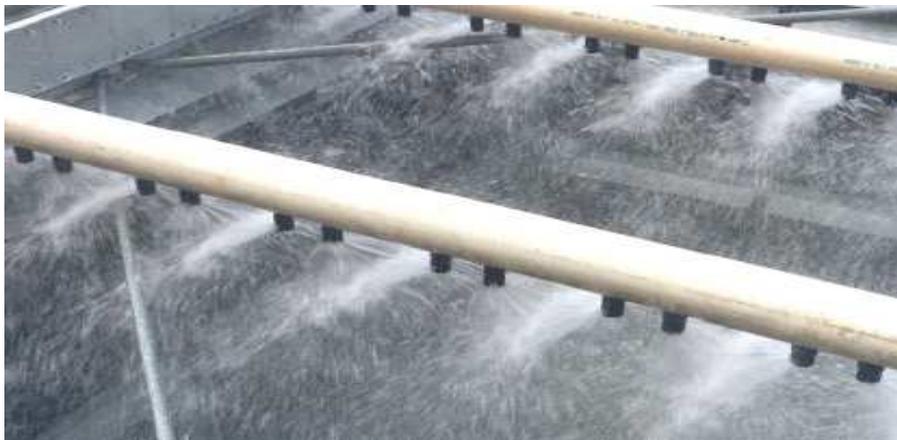
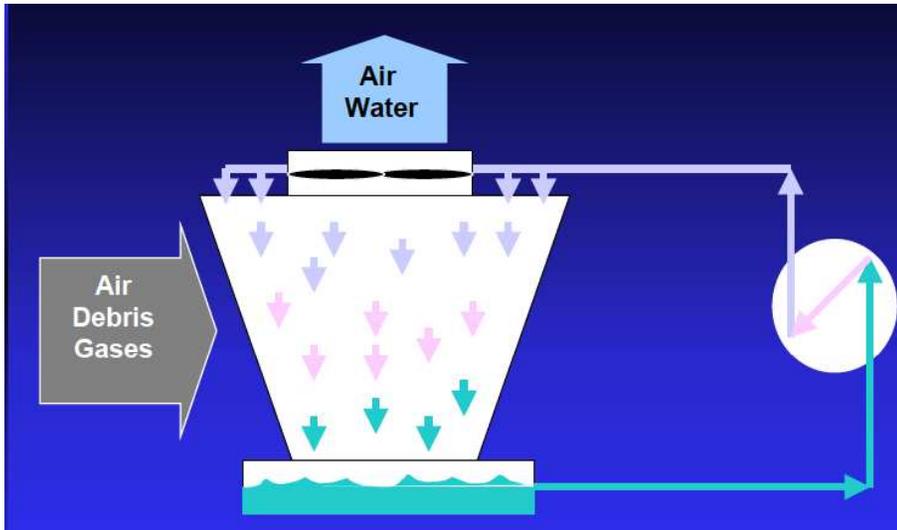
Torre de enfriamiento.

Las torres de enfriamiento se utilizan para enfriar el agua de condensación de sistemas Chiller's enfriados por agua. Esta agua absorbe el calor de la sección condensador del Chiller y lo libera a la atmosfera a través de la torre de enfriamiento. Los ventiladores de la torre proporcionan aire en movimiento para enfriar el agua mediante vaporización.

Una vez enfriada el agua, se capta en una pileta donde es bombeada nuevamente al condensador del Chiller. Estas instalaciones comúnmente se encuentran en grandes sistemas de aire acondicionado (Retail, Hospitales, Hoteles, etc)



Torre de enfriamiento.





Manejadoras de Aire.

Es un aparato de acondicionamiento de aire que se ocupa de mantener caudales de aire sometidos a un régimen de temperatura preestablecidas. También se encarga de mantener la humedad dentro de valores apropiados, así como filtrar el aire.

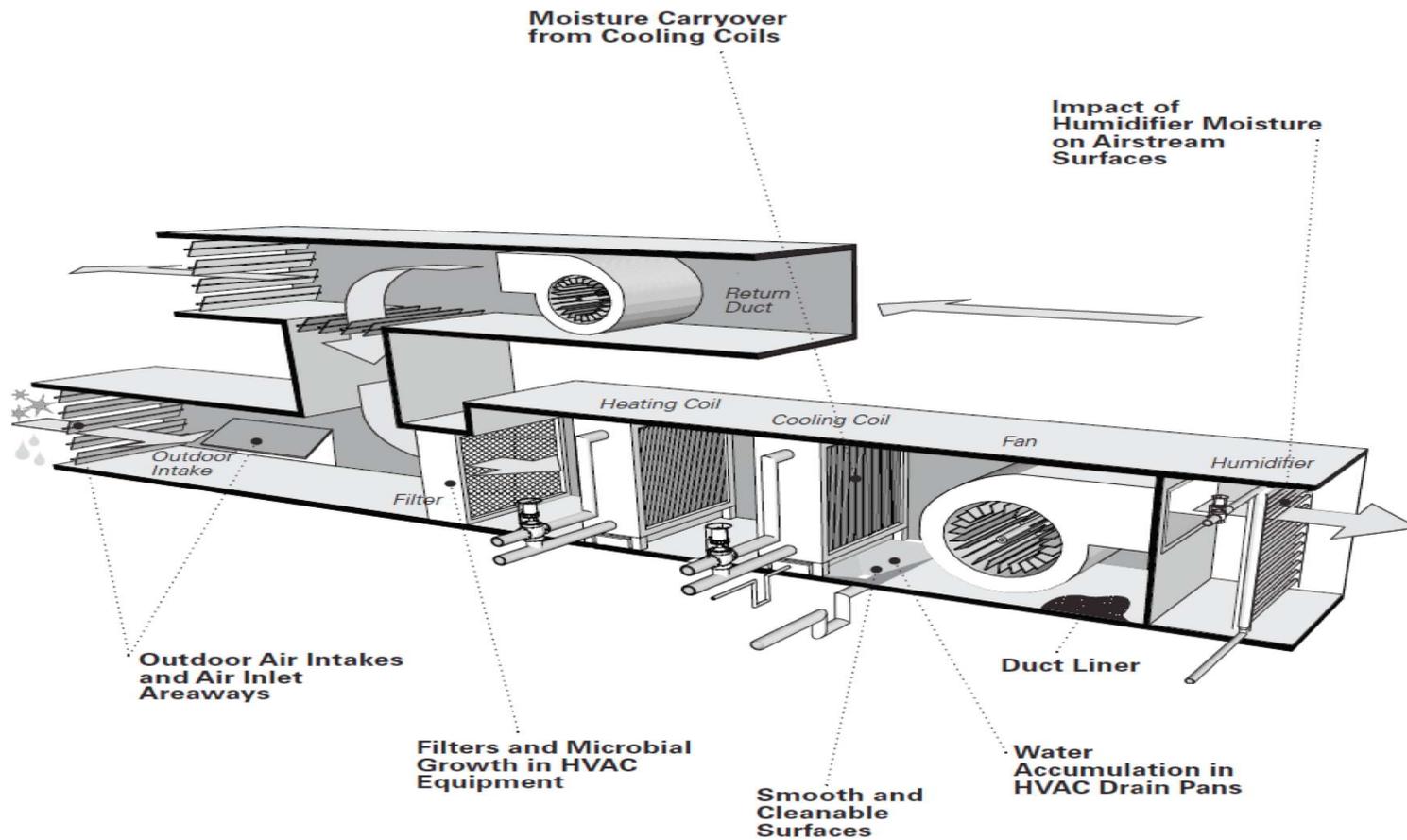
Por si mismos no producen frío ni calor, necesitan de una fuente externa (calderas o chiller's), también pueden recibir aportes desde una resistencia eléctrica.

Componentes.

- Batería de filtros.
- Baterías de frío y calor.
- Ventilador.
- Conductos de ventilación.



Manejadoras de Aire.





Comparación sistemas.

Condiciones Ambientales Exteriores:

Localidad: Concepción.

Temperatura Bulbo Seco, Exterior Verano: 28°C

Humedad Relativa, Exterior Verano: 62%

Temperatura Bulbo Seco, Exterior Invierno: 5°C

Condiciones Interiores:

Temperatura Aire Interior Verano: 24°C.

Temperatura Aire Interior Invierno: 21°C.

Humedad Relativa: No controlada.



Comparación sistemas.

Características del edificio.

Area a Climatizar: 1278 m²

Potencia Térmica Total (Frío): 840.000 Btu/Hr.

Potencia Térmica Total (calefacción): 124.800 Kcal/hr.

| Detalle | W/m ² k | Factor de sombra |
|--|---------------------|------------------|
| Coefficiente de Transmisión muro Hormigón 150mm. | 2.1 | |
| Coefficiente de Transmisión Temopanel 6 mm. | 2.8 | 0.5 |
| Coefficiente de Transmisión Techo. | 2.08 | |
| Humedad relativa Verano | 62 % | |
| Rango diario de temperatura | 11° C | |
| Temperatura Bulbo seco, Exterior Invierno | 5° C | |
| Temperatura Bulbo seco, Interior Verano | 24° C | |
| Humedad Relativa (No controlada) | 50 % | |
| Temperatura Bulbo seco, Interior Invierno | 20° C | |
| Humedad Relativa (No controlada) | 50 % | |
| Iluminación | 15 W/m ² | |
| Otros equipos | 15 W/m ² | |



Comparación sistemas.

Eficiencias de los sistemas:

| Sistema | COP Frío | COP Calor | % Rend. Caldera |
|--|----------|-----------|-----------------|
| Sistema Chiller modular solo frío; Fan-coils con resistencia Eléctrica | 2.86 | 1 | |
| Sistema Chiller modular Bomba de calor | 2.86 | 3 | |
| Sistema VRV Heat Recovery | 3.57 | 4.16 | |
| Sistema Chiller modular solo frío; Calefacción por Radiadores | 2.86 | - | 90 |
| Sistema Chiller modular solo frío; Calefacción por Losa Radiante | 2.86 | - | 90 |
| Sistema de Calefacción | | | 90 |



Comparación sistemas.

Consideraciones eléctricas.

Sistema Chiller Modular solo frío; Fan-coils con resistencia Eléctrica

| | Cap. Térmica (Btu/hr) | Pot. Eléctrica (Kw.) |
|--------------------------|-----------------------------|--|
| 1 modulo | 228000 | 21.5 |
| Cap. Total frío (Btu/hr) | 840000 | |
| Cap Equipo frío (Btu/hr) | 912000 | (4 módulos de 19TR) |
| Cap. Total calef. | 124800 Kcal/hr | Resistencias |
| Cap Equipo calef. | 124800 Kcal/hr | |
| Pot. Eléctrica | 88 Kw. 28 Kw. 145 Kw. | Chiller Equipamiento Resistencias Eléctricas |
| Consumo Total frío | 112 Kw. | |
| Consumo Total Calor | 171 Kw. | |
| Capacidad Total Empalme | 171 Kw. | |



Comparación sistemas.

Consideraciones eléctricas.

Sistema Chiller Modular Bomba de calor

| | Cap. Térmica (Btu/hr) | Pot. Eléctrica (Kw.) |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1 modulo | 228000 (frío) 240000 (calor) | 21.5 23.5 |
| Cap. Total frío (Btu/hr) | 840000 | (4 módulos de 19TR) |
| Cap Equipo frío (Btu/hr) | 912000 | |
| Cap. Total calef. | 124800 Kca/hr | (4 módulos de 19TR) |
| Cap Equipo calef. | 240840 Kcal/hr | |
| Pot. Eléctrica frío | 86 Kw. 26 Kw. | Chiller Equipamiento |
| Pot. Eléctrica Calor | 94 Kw. 26 Kw. | Chiller Equipamiento |
| Consumo Total frío | 112 Kw. | |
| Consumo Total Calor | 120 Kw. | |
| Capacidad Total Empalme | 120 Kw. | |



Comparación sistemas.

Consideraciones eléctricas.

Sistema Chiller modular solo frío; Calefacción por Radiadores

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| 1 modulo | Cap. Térmica 228000 Btu/hr |
| 1 caldera | 129533 Kcal/hr |

| |
|-----------------------------------|
| Pot. Eléctrica 21.5 Kw. |
| 0.8 Kw. |

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Cap. Total frío (Btu/hr) | 840000 |
| Cap Equipo frío (Btu/hr) | 912000 |
| Cap. Total calef. | 124800 Kcal/hr |
| Cap. Total Caldera | 129533 Kcal /hr |

(4 módulos de 19TR)

Caldera
Consumo Combustible 6 L/hr

| | |
|----------------|----------|
| Pot. Eléctrica | 88 Kw. |
| | 28 Kw. |
| | 0.8 W |
| | 1.38 Kw. |

Chiller
Equipamiento
Caldera
Equipamiento

| | |
|---------------------|-----------------|
| Consumo Total frío | 112 Kw. |
| Consumo Total Calor | 2.16 Kw. |
| Consumo Combustible | 6 m3/hr |



Comparación sistemas.

Consideraciones eléctricas.

Sistema Chiller modular solo frío; Calefacción por Losa Radiante

| | | |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 modulo | Cap. Térmica 228000 Btu/hr | Pot. Eléctrica 21.5 Kw. |
| 1 caldera | 129533 Kcal/hr | 0.8 Kw. |
| Cap. Total frío (Btu/hr) | 840000 | (4 módulos de 19TR) |
| Cap Equipo frío (Btu/hr) | 912000 | |
| Cap. Total calef. | 124800 Kcal/hr | |
| Cap. Total Caldera | 129533 Kcal /hr | |
| Pot. Eléctrica | 88 Kw. | Caldera |
| | 26 Kw. | Consumo Comb. 6 L/hr |
| | 0.8 W | Chiller |
| | 1.36 Kw. | Equipamiento |
| | | Caldera |
| | | Equipamiento |
| Consumo Total frío | 112 Kw. | |
| Consumo Total Calor | 2.16 Kw. | |
| Consumo Combustible | 6 m3/hr | |



Comparación sistemas.

Consideraciones eléctricas.

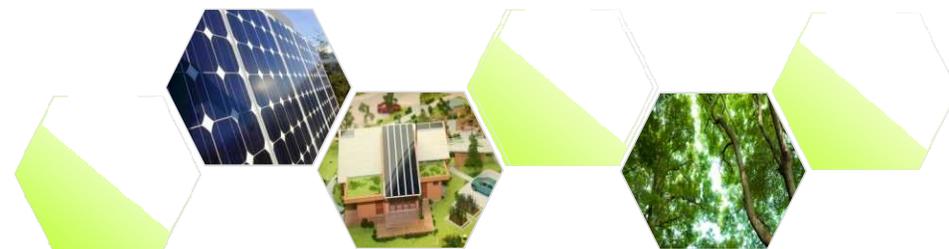
Sistema VRV Heat Recovery

| | Cap. Térmica frío (Btu/hr) | Cap. Térmica Calor (Btu/hr) |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|
| 1er Nivel | 143304 | 80523 |
| 2do Nivel | 214958 | 129658 |
| 3er Nivel | 167188 | 102360 |
| 4to Nivel | 167188 | 102360 |
| 5to Nivel | 143304 | 83594 |

Capacidad de Selección 120%

| | Cap. Térmica Equipo (frío) Btu/hr | Cap. Térmica Equipo (Calor) Btu/hr |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1er Nivel | 133750 | 150469 |
| 2do Nivel | 191072 | 193460 |
| 3er Nivel | 133750 | 150469 |
| 4to Nivel | 133750 | 150469 |
| 5to Nivel | 133750 | 150469 |

| | Pot. Eléctrica frío Kw. | Pot. Eléctrica Calor Kw. |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|
| 1er Nivel | 11 Kw. | 10.4 Kw. |
| 2do Nivel | 15.56 Kw. | 14.32 Kw. |
| 3er Nivel | 11 Kw. | 10.4 Kw. |
| 4to Nivel | 11 Kw. | 10.4 Kw. |
| 5to Nivel | 11 Kw. | 10.4 Kw. |



Comparación sistemas.

Consideraciones eléctricas.

Pot. Eléctrica Total

| | Pot. Eléctrica frío | Pot. Eléctrica Calor |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|
| 1er Nivel | 11 Kw. | 10.4 Kw. |
| Equipamiento | 3.3 Kw. | 3.12 Kw. |
| Total 1er Nivel | 14.3 Kw. | 13.52 Kw. |
| 2do Nivel | 15.50 Kw. | 14.32 Kw. |
| Equipamiento | 4.7 Kw. | 4.3 Kw. |
| Total 2do Nivel | 20.3 Kw. | 18.62 Kw. |
| 3er Nivel | 11 Kw. | 10.4 Kw. |
| Equipamiento | 3.3 Kw. | 3.12 Kw. |
| Total 3er Nivel | 14.3 Kw. | 13.52 Kw. |
| 4to Nivel | 11 Kw. | 10.4 Kw. |
| Equipamiento | 3.3 Kw. | 3.12 Kw. |
| Total 4to Nivel | 14.3 Kw. | 13.52 Kw. |
| Consumo Total frío | 77.5 Kw. | |
| Consumo Total Calor | 72.7 Kw. | |
| Capacidad Total Empalme | 78 Kw. | |



Comparación sistemas.

Consideraciones eléctricas.

Sistema de Calefacción

| | | |
|----------------------------|---------------------------------------|---|
| 1 caldera | Cap. Térmica 129533 Kcal/hr | Pot. Eléctrica 0.8 Kw. |
| Cap. Total calef. | 124800 Kcal/hr | |
| Cap. Total Caldera | 129533 Kcal /hr | Caldera Consumo Comb. 6 L/hr |
| Pot. Eléctrica | 0.8 W 1.38 Kw. | Caldera Equipamiento |
| Consumo Total Calor | 2.16 Kw. | |
| Consumo Combustible | 6 m3/hr | |



Comparación sistemas.

Costos.

| Nº | Sistemas | Costo Inv. UF m2 | Costo Inversión UF | Costo Operacional UF |
|----|--|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | Sistema Chiller modular solo frío; Fan-coils con resistencia Eléctrica | 3.7 | 4773 | 2626 |
| 2 | Sistema Chiller modular Bomba de calor | 4.4 | 5615 | 2195 |
| 3 | Sistema VRV Heat Recovery | 6.0 | 7616 | 1735 |
| 4 | Sistema Chiller modular solo frío; Calefacción por Radiadores | 4.7 | 6021 | 1967 |
| 5 | Sistema Chiller modular solo frío; Calefacción por Losa Radiante | 4.7 | 6021 | 1967 |
| 6 | Calefacción | 1.2 | 1534 | 879 |

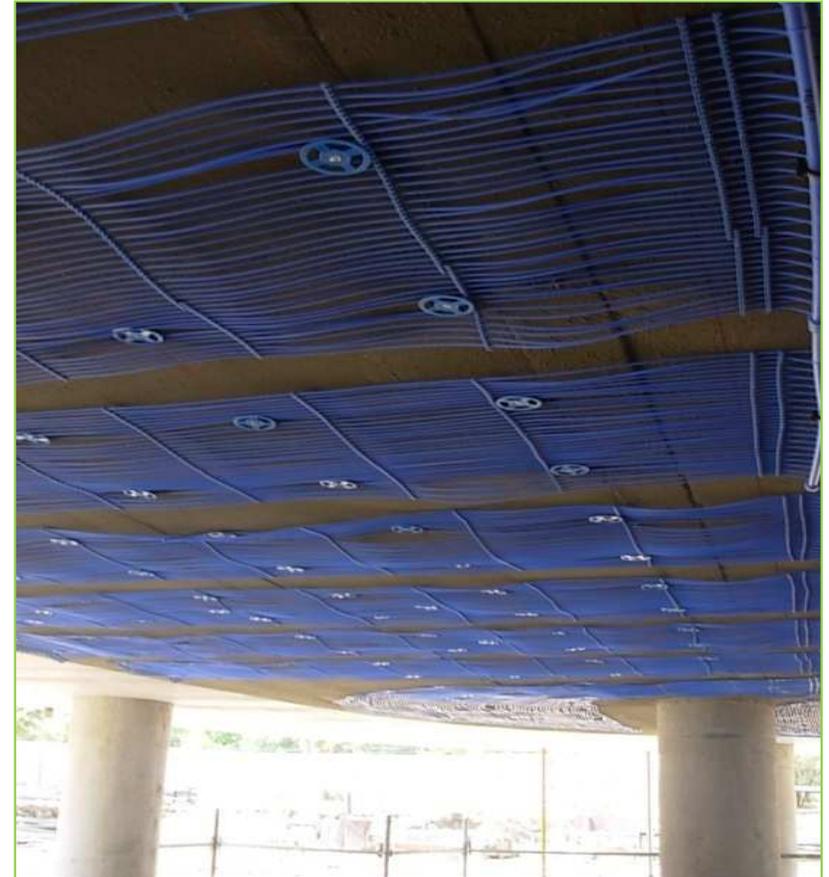


Sistema Climatización Ed. Transoceanica



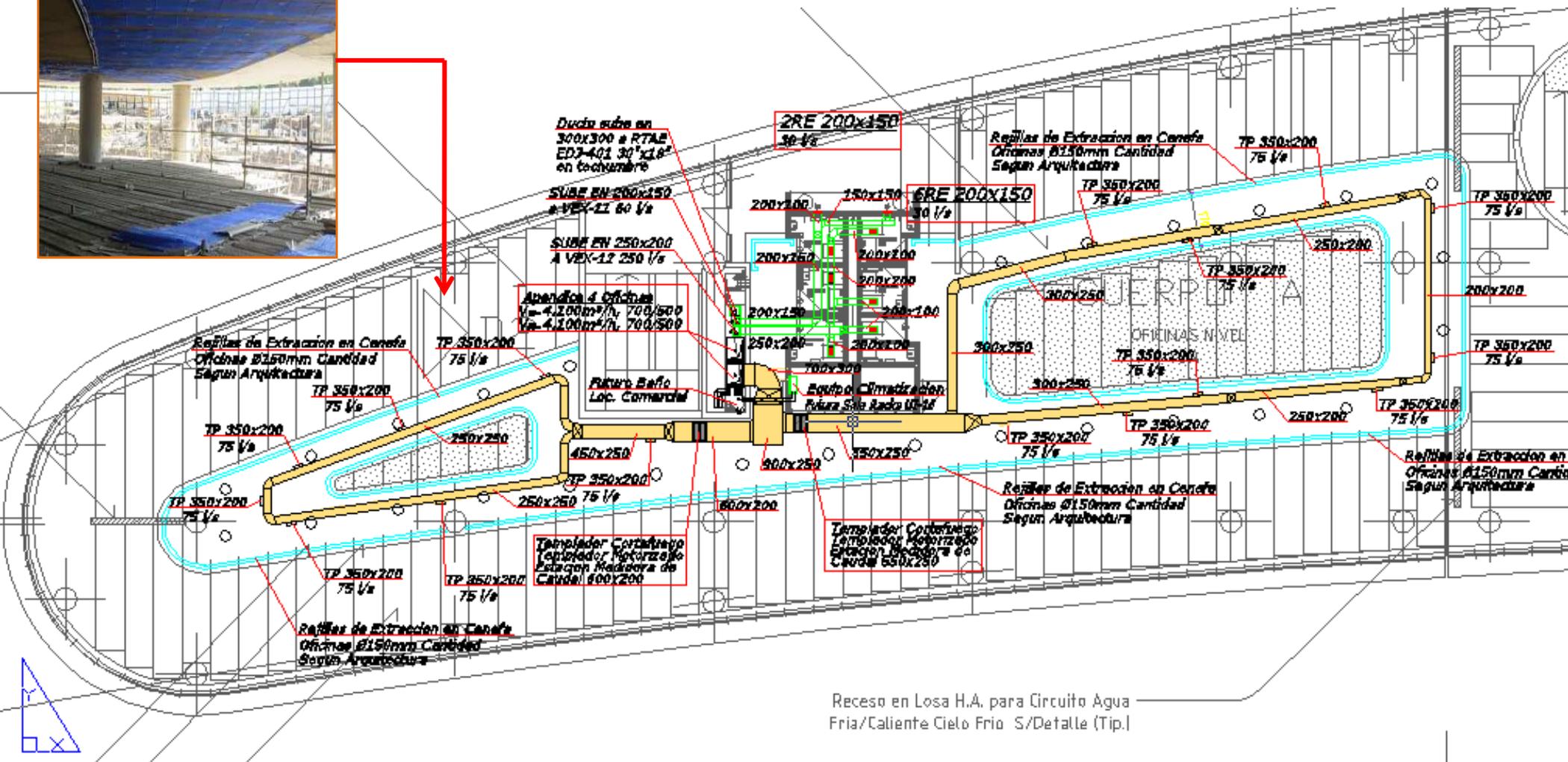


Sistema Climatización Ed. Transoceanica





Sistema Climatización Ed. Transoceanica



Ciclo primario de refrigeración / bomba de calor Chiller a co Free Cooling

1x Chiller Bomba de Calor
 T_r / T_c = 3 / 15 ° C, 35% de glació Overall
 T_r / T_c = 50/54 ° C Overall
 Marca Carrier
 Modelo 30001140
 Potencia Frio 300 kW
 Potencia Calentación 305 kW
 Modelo Hidráulico Integrado

1x Chiller Split Frio con Free Cooling
 T_r / T_c = 3 / 15 ° C, 10% de glació
 Marca Carrier
 Modelo 30002052
 Potencia Frio 200 kW
 Con Modelo Hidráulico Integrado

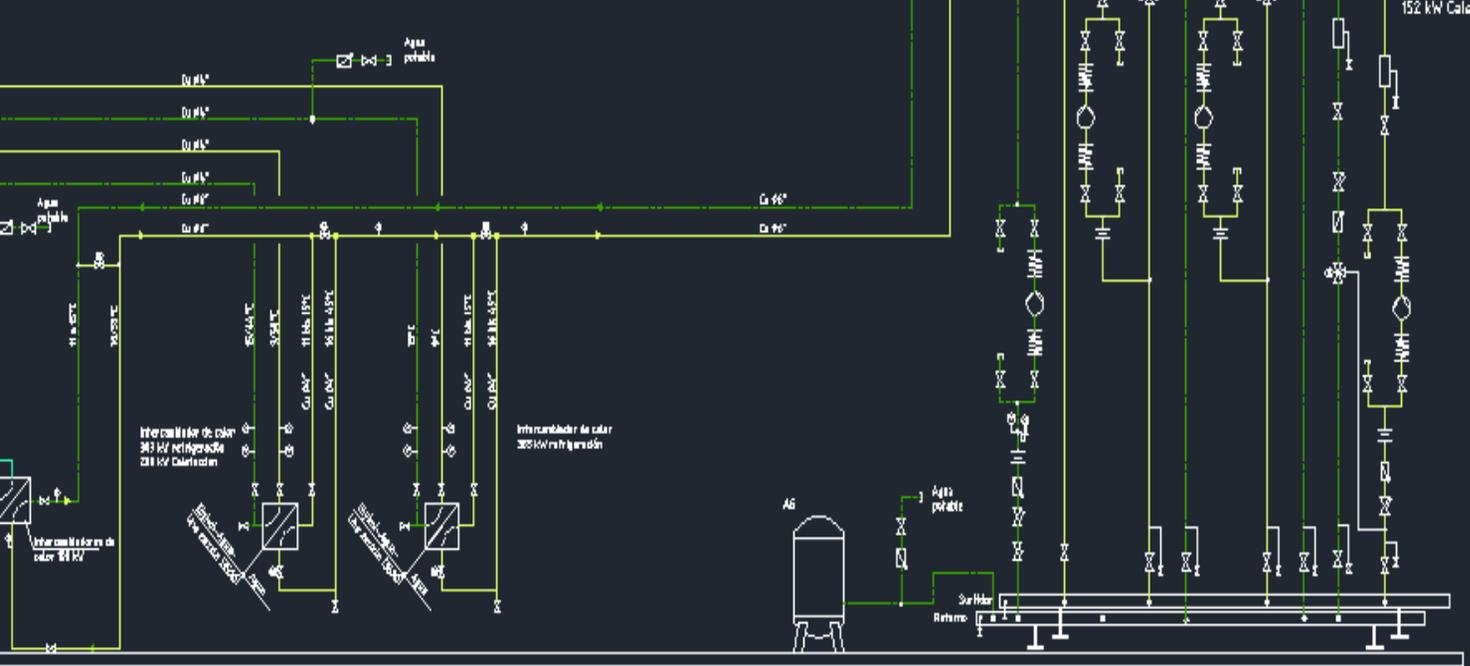
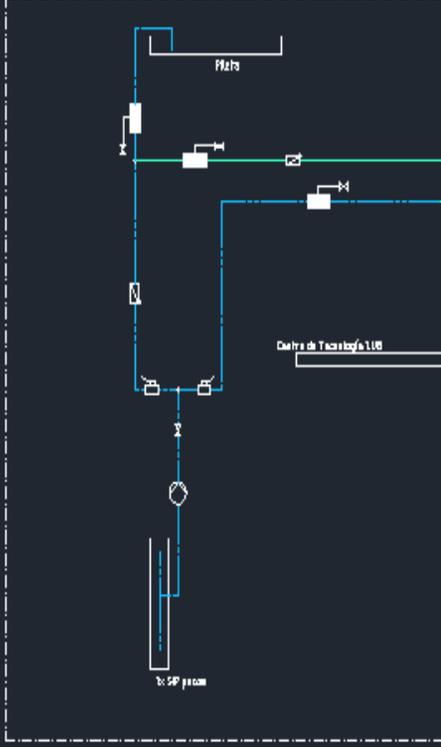
| Orden | Grupo | Calefacción | | Refrigeración | | Válvula de Control con el actuator | | | Bomba | |
|---------------|----------------------------|-------------|------|---------------|-----------------|------------------------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| | | DavD | DavD | n | K _{vs} | Q ₁ (l/min) | T (m) | V (m ³ /h) | T (m) | V (m ³ /h) |
| T-SubPm US | Distribución Principal | ① | 230 | 369 | - | - | - | 4,8 | 47,6 | |
| T-Baum A-3-28 | Unidad HVAC Oficinas | ② | 01 | 185 | - | - | - | 1,1 | 18 | |
| T-Baum A-3-28 | Unidad HVAC Cafetería | ③ | 16 | 30 | - | - | - | 4,8 | 3,2 | |
| T-Baum A-3-28 | Calef. / refrig. Capilares | ④ | 152 | 154 | - | - | - | 1,0 | 26,5 | |
| T-Baum A-3-28 | Calef. / refrig. Capilares | ⑤ | - | - | - | - | - | - | - | |

Estanco Acumulación 1000 Litros

Estanco Acumulación 1000 Litros

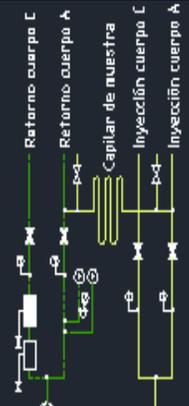
El motor de la bomba
 Torque de arranque en la unidad

Circuito primario fuente de agua



MA - 02 30 30MM CARRIER
 Unidad HVAC Oficinas
 Ubicación: Subterráneo Cuerpo C

MA - 01 04 30MM CARRIER
 Unidad HVAC equipo Capilares
 Ubicación: En el Cuerpo D



Intercambiador de Calor
 Capilares Cielo Frio
 154 kW refrigeración
 152 kW Calentación

Apósito descomedia
 Torneo de 300 litros

to SP grupo



Instalaciones.





Instalaciones.



DISEÑO DE EDIFICACIONES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES





Ahorro de energía en sistemas de Climatización.

Técnicas de EE aplicables a sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Disminución de las necesidades de energía.

- Diseño adecuado del sistema y selección de equipos.
- Correcto uso de la aislación térmica.
- Consideraciones adecuadas de la insolación en el diseño del acristalamiento.
- Iluminación, control y artefactos eficientes.
- Set point y control de temperaturas.

Utilización de energías gratuitas.

- Aprovechamiento de aire exterior (Free cooling)
- Enfriamiento evaporativo.



Ahorro de energía en sistemas de Climatización.

Técnicas de EE aplicables a sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Incremento de la eficiencia energética.

- Zonificación de los equipamientos para satisfacer sus necesidades particulares.
- Empleo de sistemas de distribución de fluidos (ventiladores y bombas circuladoras) con motores de velocidad variable.
- Aplicación de equipos bomba de calor.
- Sistemas de cogeneración.
- Utilización del calor de condensación de equipos de refrigeración o calor de humos de caldera.
- Recuperación de calor del aire de descarga de la ventilación.
- Métodos de acumulación térmica.



Ahorro de energía en sistemas de Climatización.

Técnicas de EE aplicables a sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Correcta regulación del sistema.

- Correcta regulación inicial (puesta en marcha del sistema)
- Regulación periódica para mantener altos niveles de eficiencia en el rango de trabajos.

Selección adecuada del equipo.

- Ductos o cañerías de escaso diámetro producen una mayor pérdida de carga en el sistema necesitándose ventiladores y bombas circuladoras más grandes. Asimismo ocurre con el tipo y cantidad de singularidades (codos, derivaciones, válvulas, etc) del trazado. Un buen diseño del sistema permite ventiladores y bombas circuladoras de menor tamaño y con menos consumo de energía.



Ahorro de energía en sistemas de Climatización.

Técnicas de EE aplicables a sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Selección adecuada del equipo.

- Un motor eléctrico sub utilizado trabaja con bajo rendimiento pudiendo consumir incluso más energía que un motor más pequeño utilizado a altos niveles de carga.
- Serpentines muy pequeños – en relación a la capacidad dada – demandan caudales de líquido mayores para cumplir con la capacidad.
- Ventiladores seleccionados en un punto de trabajo muy alejados de su punto de máximo rendimiento, demandan mas potencia por unidad de caudal desplazado.
- Evidentemente el aspecto energético no es lo único a considerar al seleccionar un equipo y no siempre es posible compatibilizar los requerimientos con la máxima rendimiento de un equipo.



Ahorro de energía en sistemas de Climatización.

Técnicas de EE aplicables a sistemas de calefacción y aire acondicionado.

Free Cooling.

- Por free cooling (o enfriamiento gratuito) se entiende el aprovechamiento de las condiciones ambientales exteriores para enfriar o calentar, evitando o disminuyendo el consumo de energía.

Recuperadores de calor aire – aire.

- Cuando se requiere renovar el aire de un recinto se agrega carga térmica al sistema (o se pierde si se trata de calefacción). Esa pérdida de energía puede ser importante en especial cuando no es posible recircular parte del aire (clínicas, hospitales, laboratorios) permite reducir la carga térmica. Asimismo en locales que requieran de altas tasas de renovación de aire (restaurantes, teatros, etc)



Ahorro de energía en sistemas de Climatización.

Normativas y/o Guías de recomendación.

ASHRAE Estándar 90.1 – 2007

Regula todos los sistemas de la edificación relacionados con el consumo de energía, como iluminación, distribución y potencia eléctrica, sistemas de ventilación y aire acondicionado y sistemas de servicio de agua caliente sanitaria.

