



PROGRAMA INTEGRAL DE “ASISTENCIA TÉCNICA Y CAPACITACIÓN PARA LA FORMACIÓN DE ESPECIALISTAS EN AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE GUATEMALA”

**CURSO – TALLER
PROMOTORES DE AHORRO Y EFICIENCIA DE
ENERGÍA ELÉCTRICA**

MÓDULO V: AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO



Guatemala, Guatemala

1 – 5 / Marzo / 2010



5. AHORRO DE ENERGÍA EN AIRE ACONDICIONADO.

El aire acondicionado representa una buena área de oportunidad para lograr ahorros de energía, para abordar sus potenciales de ahorro energético es preferible dividir esta área en tres etapas:

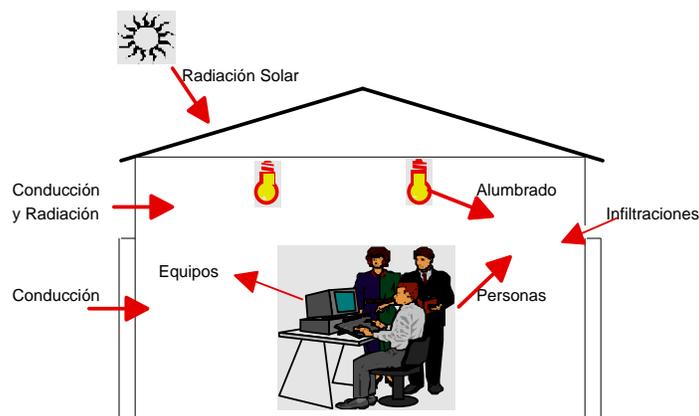
Usuarios del Servicio,
Distribución del Aire Acondicionado,
Sistema de Generación.

Usuarios del Servicio.

La carga térmica que debe contrarrestar el servicio de aire acondicionado se debe a la existencia de las siguientes fuentes de calor:

Radiación Solar incidente sobre el inmueble;
Transmisión de calor a través de paredes, ventanas y techos;
Aportación de calor por los equipos de iluminación;
Generación de calor por equipos de oficina y
Contribución del calor emitido por las personas.

Determinación de la carga térmica máxima



Para determinar la máxima carga térmica se deben considerar los valores extremos para cada uno de los conceptos:

- Radiación solar.
- Conducción a través de paredes, techos y vidrios al exterior.
- Conducción a través de divisiones internas hacia espacios no acondicionados.
- Alumbrado.
- Número de personas y la actividad que realizan.
- Equipos diversos.
- Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

Debe considerarse además la simultaneidad de las aportaciones de calor de cada concepto.

Los valores para la carga térmica por radiación solar dependen de: la época del año, la hora del día, la orientación de paredes y de la presencia de sombras adyacentes. En conclusión, las aportaciones difieren a lo largo del año, las fluctuaciones permiten seleccionar el día de máxima aportación a la carga térmica.

La atención y dedicación al cálculo para evaluar la máxima carga térmica permitirá dimensionar el equipo lo más cercano a la necesidad real.

En un caso general de acondicionamiento, la ganancia instantánea de calor para efectos de confort se compone de radiación solar, iluminación, personas, transmisión a través de las paredes, suelos y vidrio, infiltraciones, aire de ventilación y en algunos casos, maquinaria, utensilios y equipos eléctricos, etc.



Ejemplo Carga Térmica

Descripción de la Vivienda:

Es una casa habitación de una sola planta que cuenta con dos recamaras, sala, comedor, cocina y baño, las paredes están construidas de tabique con espesor de 20 centímetros de arena y grava, la distribución del aire se realiza con un aire acondicionado central para la casa completa; la medida de ahorro aplicada consistió en aplicar una capa de aislamiento térmico de poliuretano esparcido de 1 ¼ de pulgada sobre la superficie de loza de concreto.



La vivienda cuenta con el siguiente equipamiento eléctrico:

Aparato Eléctrico	Marca	Cantidad
Refrigerador	Kenmore	1
Lavadora de ropa	Estate	1
Licuada y/o extractor de jugos	Osterizer	1
Plancha	Windmore	1
Horno de microondas	Emerson	1
Videocasetera	Sony	1
Televisor	JVC	1
Computadora personal	Compaq	1
Ventiladores eléctricos	GE	1
Ventiladores eléctricos	Maytek	1
Ventiladores eléctricos	Hunter	3

Dispone además del siguiente equipo de iluminación: 2 lámparas incandescentes de 60 Watts y 7 de 100 Watts y fluorescentes compactas 1 de 17 Watts y 1 más de 22 Watts.

Incandescentes	
60 W	2
100 W	7
Fluorescentes Compactas	
17 W	1
22 W	1

En esta vivienda se cuenta únicamente con una unidad de aire acondicionado centralizada con las siguientes características:



Equipo	Unidad Central
Datos Generales	
Marca	York
Tipo	Central
Ubicación	Toda la casa
Capacidad (BTU/h ó TR)	3 TR
Antigüedad	12 años
Datos Eléctricos de Placa	
Voltaje	220 V
Corriente	12.3 A
Potencia	No disponible
Factor de Potencia	
Frecuencia de Operación	60 Hz
Datos de Operación	
Mantenimiento (Bueno, Regular, Malo)	Malo
Cuenta con Control de:	
Encendido - Apagado	Si
Velocidad (incluir valor)	2.3 m/s
Temperatura (incluir valor)	23 °C
Area del difusor (m ²)	0.2597
Horas de Operación Día	8 horas
Días Operación por Mes	30

Facturación Eléctrica:

La vivienda presenta un consumo promedio bimestral de todo el año es de 2142 kWh y durante el verano el promedio bimestral es de 4450 kWh.

Carga Térmica

En esta casa habitación se cuenta con un equipo de tipo central que distribuye a toda la casa el aire acondicionado, el techo de la casa es únicamente la loza de concreto, por esto, la radiación solar por esta superficie es mucho mayor al promedio encontrado en otras casas, las ventanas del patio trasero no cuentan con cejas que le puedan hacer sombra, tan solo las cortinas interiores, estas últimas reciben buena parte de la radiación solar que se tiene en la paredes.

Material de paredes y techo.	Coefficiente Global de Transferencia de Calor U (W/Cm ²)
Paredes, tabique gris de arena y grava, recubierto de una capa de arena y cemento	1.991
Techo de loza de concreto con recubrimiento impermeabilizante y yeso en el interior	2.896
Vidrio sencillo 3 mm de espesor	5.893
Puerta de madera de 3.8 cm de espesor	0.9

De la evaluación de la carga térmica resulta que las necesidades de refrigeración de la casa antes de aislar son de más de cinco toneladas de refrigeración (TR).

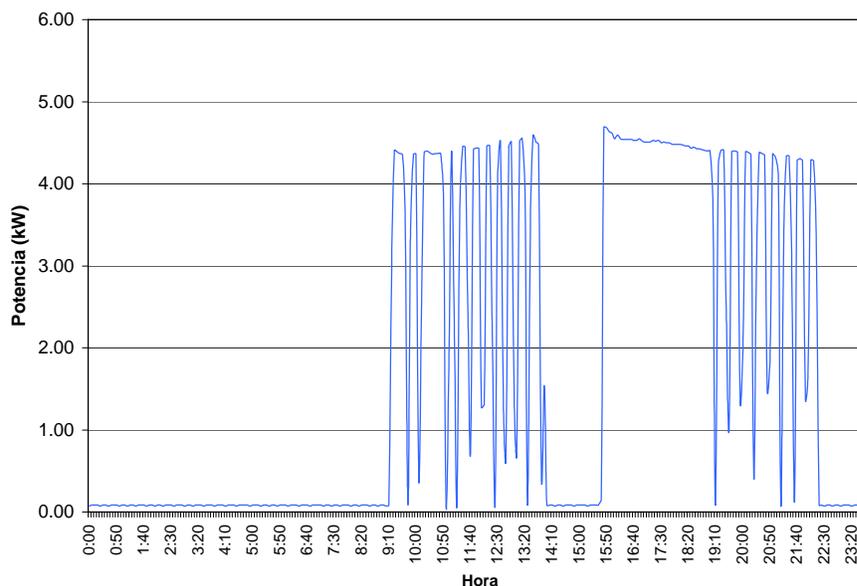


TIPO	Q Tonelada Refrigeración	% PARTICIPACION
Conducción Exterior - Interior		
Pared SO	0.243	4.82%
Pared SE	0.099	1.96%
Pared NE	0.224	4.46%
Pared NO	0.110	2.18%
Ventana SO	0.040	0.79%
Techo	3.836	76.23%
Subtotal	4.55	90.44%
Radiación		
Ventana SO	0.044	0.88%
Equipos	0.15	3.06%
Personas	0.16	3.14%
Infiltraciones	0.12	2.47%
TOTAL en TR	5.03	100.00%

Medición Eléctrica de la Unidad Central

Esta unidad opera de manera intermitente durante todo el día, el tiempo de operación promedio con carga fue de 8 horas al día, pero se tienen tiempos de operación con carga hasta 13 horas por día, nominalmente es de 3 toneladas de refrigeración, es de marca York, esta conectada a 220 V y en las mediciones eléctricas registro una demanda máxima promedio de 4.6 kW, el consumo de energía por mes es de 859 kWh únicamente los meses de mayor calor, es decir, de julio a octubre.

Operación de la Unidad Central, Capacidad 3 Toneladas



Mediciones Térmicas de la Unidad Central

Se midió la operación de la unidad central en las diferentes secciones de la casa, en términos promedio registro los siguientes valores, aunque cabe aclarar que la temperatura de succión depende en gran medida de las condiciones climáticas de la región. A su vez la temperatura de descarga es función de la succión y condiciones del equipo. Por las mediciones efectuadas esta unidad entrega 2.28 toneladas de refrigeración.

Área	Velocidad	T Succ °C	T Desc °C	Q (TR)
Sala Comedor	3.2	33	23	0.97
Estancia	2.1	33	23	0.47
Recamara 1	2.2	33	23	0.5
Recamara 2	1.7	33	23	0.34
Total				2.28



Relación Potencia Eléctrica entre Capacidad de Enfriamiento (kW/TR)

Esta Unidad de Central esta entregando 2.28 toneladas de refrigeración, con una demanda eléctrica de 4.6 kW. Por ello su relación de eficiencia kW/TR es de 2.02.

Potencia Eléctrica Promedio (kW)	4.6
Capacidad de Enfriamiento (TR)	2.28
Relación kW/TR	2.02

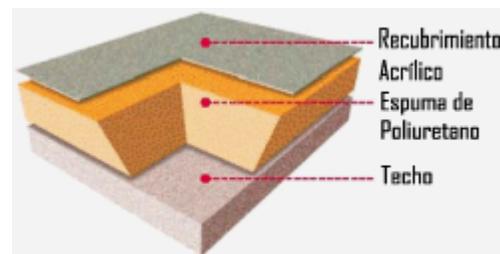
De acuerdo a la evaluación de carga térmica la casa durante día tiene necesidades de 5 TR, con el equipo que inicialmente se tenía no se podría obtener confort. Los usuarios de esta vivienda para alcanzar confort deberían aislar la casa.

Evaluación de Ahorros de Energía:

Como medida para ahorro de energía se aplico aislamiento térmico (Poliuretano Esreado) en todo el Techo de la casa. El poliuretano esreado (espuma de poliuretano) es el más eficiente aislante, ideal para regiones extremas como Hermosillo, Sonora, ya que soporta temperaturas entre los 30°C y los 100°C.

La espuma de poliuretano proyectada se obtiene mediante máquinas de espumación fácilmente transportables hasta el mismo lugar de la aplicación final. La mezcla reactiva expande y cura en un período de tiempo extremadamente pequeño. Si se dan condiciones atmosféricas favorables -calor y ausencia de precipitaciones- se pueden aislar cubiertas, tanto por su cara superior como inferior, por el método de la proyección de una manera rápida y económica.

El excelente coeficiente de conductividad térmica permite aplicar espesores inferiores a los necesarios con otros materiales aislantes alternativos para obtener el mismo poder aislante del cerramiento.



La baja densidad de la espuma aligera las estructuras, mientras que la extraordinaria adherencia del Poliuretano permite eliminar etapas de trabajo intermedias, ahorrando tiempo y dinero a la vez que permite reforzar estructuras poco estables. Ya que la espuma de poliuretano se aplica en continuo, la ausencia de juntas de todo tipo permite asegurar la ausencia de puentes térmicos, así como una segura protección frente al agua de las precipitaciones atmosféricas. Por el contrario, la permeabilidad al vapor de agua del material aislante permite "respirar" a los cerramientos, lo que es importante para evitar condensaciones de agua.

Ventajas de aplicar el Poliuretano Esreado

- Aplicación del material sin ningún tipo de juntas y con cualquier grosor.
- Posibilidad de aplicación de diferentes capas con densidades diversas.
- Muy buena adherencia de la mezcla reactiva con casi todos los materiales de construcción y superficies durante la "fase adhesiva" de la espuma.
- Rapidez de la aplicación.
- Factor K de 0.14 a 0.16

Aplicación de Aislamiento Térmico

Como medida para reducir las toneladas de refrigeración necesarias para mantener un ambiente agradable en esta casa habitación se aplicó una capa de 1 ¼" de poliuretano esreado sobre el techo, reduciendo drásticamente las toneladas de refrigeración necesarias para esta construcción, con lo que se consiguió una notable disminución del calor en el interior de la casa, en el siguiente cuadro se muestran el resumen de las aportaciones de carga térmica para esta casa en particular, donde es notable que la conductividad del techo se reduce:



Material de paredes y techo.	Coefficiente Global de Transferencia de Calor U (W/°Cm ²)
Paredes, tabique gris de arena y grava, recubierto de una capa de arena y cemento	1.991
Techo de loza de concreto con aislante térmico de poliuretano esreado de 1 1/4" recubrimiento impermeabilizante y yeso en el interior	0.445
Vidrio sencillo 3 mm de espesor	5.893
Puerta de madera de 3.8 cm de espesor	0.9

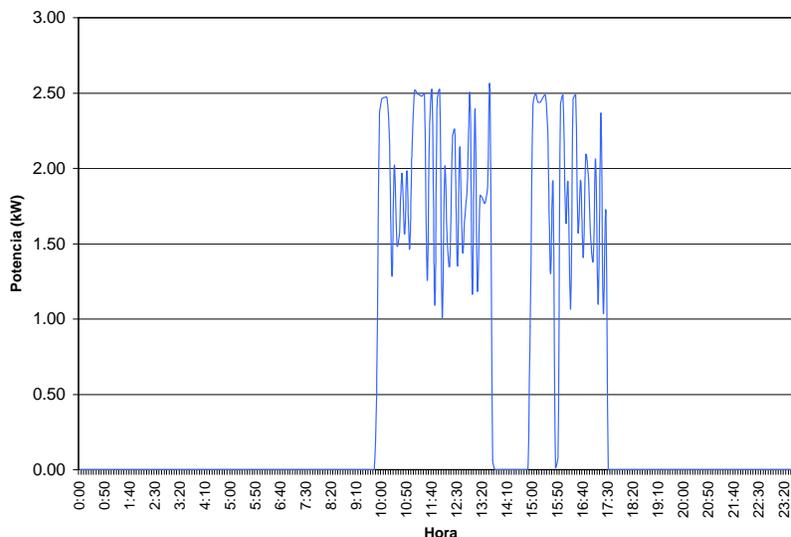
Con la aplicación de aislamiento se reducen las toneladas de refrigeración de cinco a casi dos toneladas de refrigeración, con lo que se tiene que el aire acondicionado instalado debe trabajar a menor carga y cortar mayor cantidad de veces su operación.

TIPO	Q Tonelada Refrigeración	% PARTICIPACION
Conducción Exterior - Interior		
Pared SO	0.243	13.59%
Pared SE	0.099	5.53%
Pared NE	0.224	12.56%
Pared NO	0.110	6.15%
Ventana SO	0.040	2.22%
Techo	0.590	33.02%
Subtotal	1.31	73.07%
Radiación		
Ventana SO	0.044	2.49%
Equipos	0.15	8.63%
Personas	0.16	8.84%
Infiltraciones	0.12	6.97%
TOTAL en TR	1.79	100.00%

Mediciones Eléctricas en la Unidad Central con la Aplicación de Aislamiento

Al aplicar el aislamiento en el techo de la casa las necesidades de aire acondicionado se ven reducidas tanto en la carga de la Unidad Central ya que esta opera ahora a menor carga con una demanda máxima de 2.51 kW ya que hora no requiere entregar todas las toneladas de refrigeración, se utilizan en promedio 1.23 Toneladas, por otro lado, el tiempo de operación también se ha reducido, ahora se trabaja en promedio 5.2 horas por día, y el consumo de energía mensual es aproximadamente de 314 kWh.

Operación de la Unidad Central con la Aplicación de Aislamiento en el Techo de la Casa





Mediciones Térmicas

Se midió nuevamente la unidad central y en términos promedio se registraron los siguientes valores:

Área	Velocidad	T Succ °C	T Desc °C	Q (TR)
Sala Comedor	3.2	28.4	23	0.53
Estancia	2.1	28.4	23	0.25
Recamara 1	2.2	28.4	23	0.27
Recamara 2	1.7	28.4	23	0.18
			Total	1.23

Se redujo de manera importante las necesidades de enfriamiento en la casa ya que ahora se utilizan solamente 1.23 TR, la unidad central satisface los requerimientos de la casa en menor tiempo, las temperaturas de succión se redujeron a 28.4 °C en consecuencia de la reducción de la carga térmica.

Relación Potencia Eléctrica entre Capacidad de Enfriamiento (kW/TR).

La unidad central ahora opera a nivel de carga inferior ahora entrega 1.23 TR en conjunto de todos difusores de la casa, en esta condición su demanda eléctrica llega hasta 2.51 kW, en consecuencia a máxima carga entrega una tonelada de refrigeración por 2.04 kW/TR.

Potencia Eléctrica Promedio (kW)	2.51
Capacidad de Enfriamiento (TR)	1.23
Relación kW/TR	2.04

Comparación Antes y Después

Equipo	Equipo Central		Diferencia	Comentario
	Sin Aislamiento	Con Aislamiento		
Datos Generales				
Necesidades de refrigeración TR	5.03	1.79	3.24	Se redujo la carga térmica
Marca	York	York		Fabricante Reconocido Mundialmente
Tipo	Central	Central	Ninguna	
Ubicación	Azotea	Azotea	Sin cambio	Se Aplico Aislamiento térmico (Poliuretano Espreado) en Techo
Capacidad (BTU/h ó TR)	3	3	0	Es la misma
Antigüedad años	12	12	0	Es la misma
Datos de Operación				
Potencia Nominal kW	N D	N D		Es la misma
Potencia Máxima kW	4.6	2.51	2.09	Existe un ahorro en la potencia máxima
Potencia Demandada Promedio kW	3.58	1.75	1.83	Existe un ahorro en la potencia promedio
Capacidad Real de Enfriamiento TR	2.28	1.23	1.05	El equipo trabaja a menor carga de enfriamiento
Enfriamiento Promedio TR	1.78	0.72	1.06	Se utilizan en promedio menor enfriamiento
Relación Potencia Eléctrica entre Capacidad de Enfriamiento kW/TR	2.02	2.04	0.02	La relación de eficiencia del equipo es la misma pero ahora trabaja a menor carga
Horas Mensuales de Operación	240	180	60	Con aislamiento se trabaja menos numero de horas
Consumo de Energía Mensual	859	314	545	Se ahorran 545 kWh al mes con la aplicación de aislamiento
Costo calculado del consumo	1589	581	1008	Existe un ahorro económico mensual considerable



Aplicación de aislamiento en techo



- Se limpia la superficie a aislar.
- Si hay algún recubrimiento deteriorado como pintura elastomerica o algún tipo de recubrimiento se procede a levantarse y retirarlo con espátulas hasta quedar lo más limpio posible.
- Se cubren con bolsas todos los elementos que se encuentran en la azotea o cercanos a la pared a aislar y que no se desea que se impregnen de poliuretano.
- Se retiran los automóviles del domicilio del lugar donde se va a aislar así como también los de los vecinos.
- Las condiciones más óptimas para la aplicación de poliuretano es en días de baja humedad, por lo que días con posibilidades de lluvias o lluviosos no se aplica este aislante.
- Se aplica el poliuretano esparcido con aire a presión de un compresor portátil y pistola para tal fin.
- Se deja secar por lo menos 24 hrs antes de aplicar cualquier recubrimiento para que endurezca un poco.
- Se aplica la primera capa de pintura elastomerica para evitar la degradación del poliuretano por efecto de las lluvias en el caso de que no se le haya aplicado un recubrimiento a base de mortero encima.
- Dos días después de haber aplicado la primera capa de pintura elastomerica blanca se aplica una segunda capa.
- En el caso de que se prefiera aplicar una plancha de mortero para reducir el mantenimiento, se aplica una vez que ha secado y endurecido el poliuretano esparcido, una vez curado el mortero se aplican capas de pintura elastomerica blanca para dar un mejor terminado a la superficie a aislar.

La Radiación Solar.

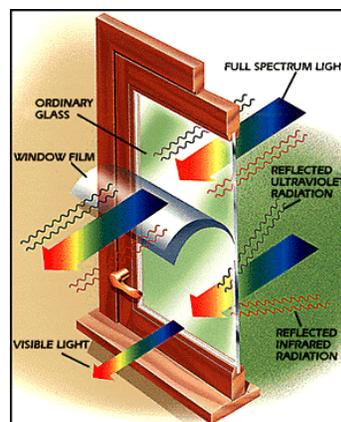
La Radiación Solar incidente sobre un inmueble puede ser controlada mediante la creación de sombras especiales; por ejemplo, con algunos parasoles en la parte superior de un edificio se puede disminuir el aporte de los rayos verticales, esto dependiendo de la orientación y localización del inmueble.

Transmisión de calor por paredes, techos y ventanas.

Gran parte de la energía solar incidente sobre el inmueble es absorbida por los materiales con que esta construido, posteriormente este calor es transmitido al interior del edificio por conducción, convección y radiación. Por ello valorar las temperaturas del exterior, de pared y ventanas es de suma importancia.

La aportación de calor a través de las ventanas puede ser significativa. Existen diversas formas de minimizar esta aportación como son la instalación de persianas, cortinas y películas altamente reflejantes. La reducción de la ganancia de calor por ventanas es posible lograrla con la instalación de una película del tipo Reflectante. En la actualidad existen películas con alto factor solar.

A continuación, se presenta una comparación de propiedades de reflectancia, transmitancia y absorción de películas reflectantes y sin película para un cristal de 1/8". Por otro lado, gran parte de la radiación incidente pertenece a Ultravioleta la cual como todos sabemos es dañina, adicionalmente se evita la decoloración de los muebles y productos que provoca la radiación ultravioleta.





Cristal 1/8"	Producto Aplicado	Reflección	Absorción	Transmisión
Claro	Ninguno	8%	5%	87%
Claro	3M con Tinte	12%	13%	75%
Claro	Performance Films con Tinte	7%	38%	55%
Claro	Performance Films Metalizado	43%	35%	22%

Ejemplo de ganancia de calor por radiación solar a través de vidrios.

$$Q = GM \times A \times CS$$

Donde.

GM: Ganancia máxima de radiación solar.

A: Area total de vidrio

CS = Coeficiente de sombreado o reflexión (cantidad proporcional GM, debido a sombreado, película reflejante o persianas).

Aportaciones de calor en kcal/hr x m² de abertura de vidrio sencillo, según latitud

Epoca	Orientación	0	10	20	30	40	50
24-ago y 20-abr	N	92	43	38	38	38	57
	NE	382	352	320	292	276	317
	E	442	442	447	447	439	442
	SE	214	254	306	349	396	387
	S	38	38	38	170	276	287
	SO	214	254	306	349	396	387
	O	442	442	447	447	439	442
	NO	382	352	320	292	276	317
	Horizontal	664	678	669	637	580	572
22-sep y 22-mar	N	38	38	38	38	38	32
	NE	320	279	235	244	157	157
	E	452	444	442	428	404	374
	SE	320	344	379	412	439	442
	S	38	75	176	284	379	428
	SO	320	344	379	412	439	442
	O	452	444	442	428	404	374
	NO	320	279	235	244	157	157
	Horizontal	678	669	631	574	496	401

Este local esta en Matamoros ubicado a los 26.8° de latitud. Tomemos para un ejemplo 30°, en caso de un calculo exacto se debe realizar una interpolación.

Supongamos un cristal de 2m de altura por 5 de largo, el área es de 10 m². El Área es de 10 m². En una orientación viendo al "este", donde GM = 447 kcal/hr.

Sin Película reflejante:

$$GS = 1$$

$$Q = \frac{447 \text{ kcal/hr m}^2 \times 10 \text{ m}^2 \times 1}{3024.2 \text{ kcal / hr TR}} = 1.47 \text{ TR (Toneladas de Refrigeración)}$$

Con película reflejante:



A continuación, se presenta una comparación de propiedades de reflectancia, transmitancia y absorción de películas reflectantes y sin película para un cristal de 1/8”.

Supongamos la utilización de la Performance Films Metalizado GS = 1 – 0.43 = 0.57

$$Q = \frac{447 \text{ kcal/hr m}^2 \times 10 \text{ m}^2 \times 0.57}{3024.2 \text{ kcal / hr TR}} = 0.84 \text{ TR (Toneladas de Refrigeración)}$$

Ahorro en necesidades de refrigeración es:

$$\text{Ahorro} = 1.47 \text{ TR} - 0.84 \text{ TR} = 0.63 \text{ TR}$$

Supongamos que la Relación de Eficiencia Energética de los chillers es de 1.5 kW/TR

Entonces el ahorro es:

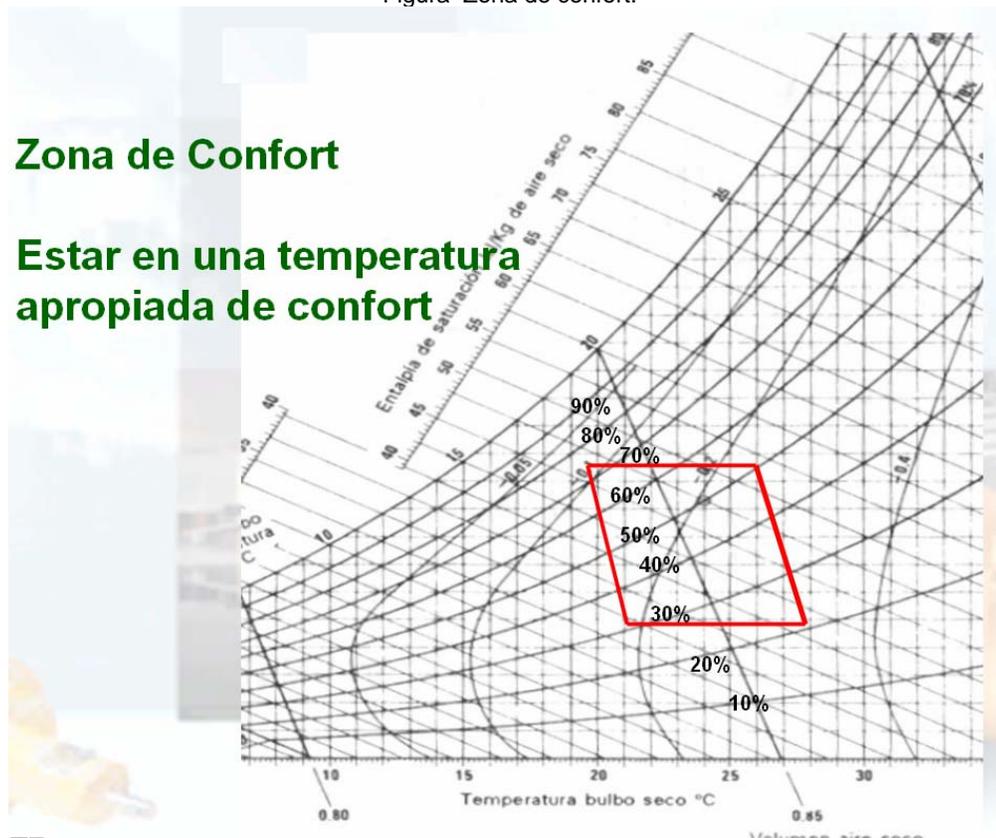
$$\text{Ahorro} = 0.63 \text{ TR} \times 1.5 \text{ kW/TR} = 0.945 \text{ kW.}$$

ZONA DE CONFORT.

En la figura se muestra la zona de confort para actividades desarrolladas dentro de edificios. Esta zona está establecida por el estándar 55-1981 de ANSI/ASHRAE a partir de estudios sobre los efectos de temperatura, humedad, movimiento del aire, movimiento de las personas y las prendas de vestir.

La zona sombreada se llama **zona de confort** y señala las combinaciones para cuando al menos el 80% de los ocupantes opinarían que el medio ambiente es confortable, esta zona de confort es propia para el verano y actividades de ocupantes sedentarios.

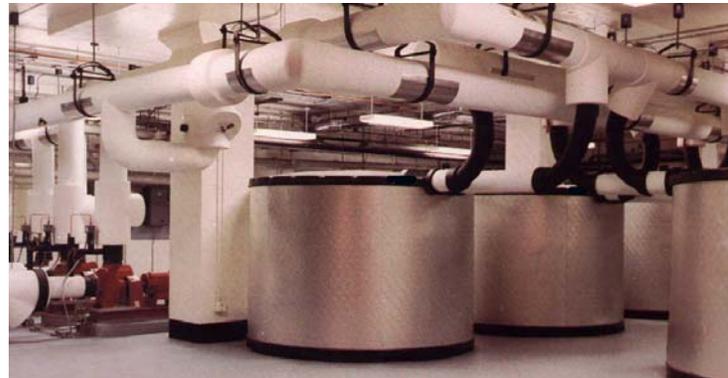
Figura Zona de confort.





La zona de confort tal como se muestra en el diagrama, permite al operador o diseñador del sistema de aire acondicionado una amplia gama de opciones.

Bancos de Hielo.

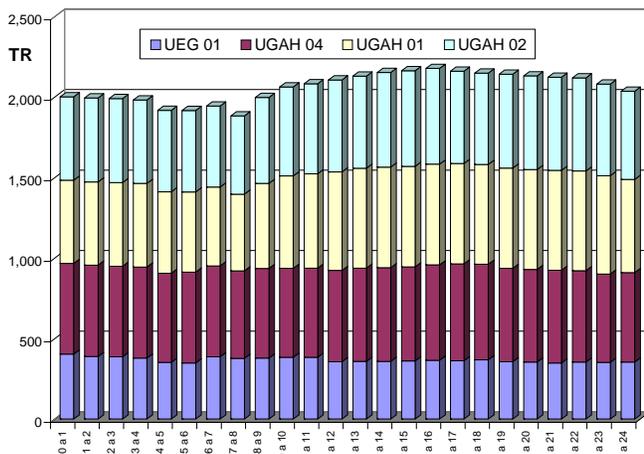


Un sistema de bancos de hielo puede significar reducir costos de facturación eléctrica por concepto de aire acondicionado, debido a que se puede generar toneladas de refrigeración y almacenarlas mediante bancos de hielo, y de acuerdo al perfil de demanda de cada inmueble se pueden utilizar cuando se presenten los picos en la demanda, así estar controlando la demanda máxima, por otro lado, en horas punta 18:00 a 20:00 horas en verano y 18:00 a 22:00 en invierno, se puede generar parte o su totalidad de la refrigeración mediante bancos de hielo, cabe mencionar que en horas punta el costo de la energía es 3 a 4 veces mayor que en horas base. Por lo tanto, los bancos de hielo se deben producir o abastecer en horas base para disminuir el costo por tonelada de refrigeración.

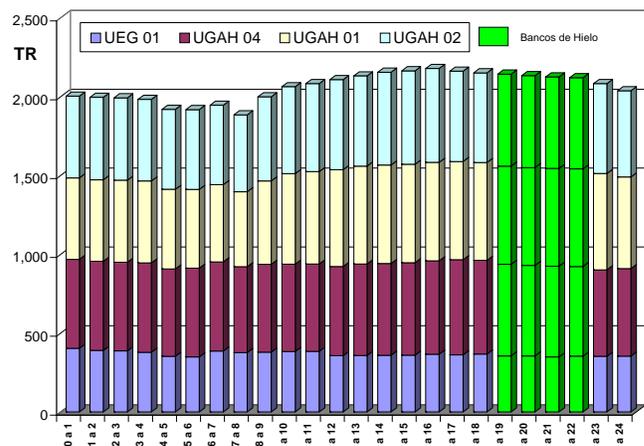
Los bancos de hielo usualmente son de forma cilíndrica y tienen en su interior esferas de agua, las cuales llegan al punto de congelación. Estas son enfriadas por una solución de etileno – glicol, la cual tiene una temperatura de congelación inferior al agua.



Toneladas de Refrigeración (TR) en un día Típico



Toneladas de Refrigeración (TR) en un día Típico





Tipos de Equipos de Aire Acondicionado.

Se entiende por aire acondicionado la creación y mantenimiento de un ambiente que tenga condiciones apropiadas de Temperatura, Humedad, Ventilación y Pureza de aire, de tal forma que se procure el confort térmico de los ocupantes y/o las condiciones térmicas de producción de un proceso especializado.

Los equipos de aire acondicionado pueden clasificarse de varias maneras, aquí se aborda algunas clasificaciones desde un punto de vista que contribuye a entender las oportunidades para ahorro de energía.

Por su tipo de operación, en algunos equipos se sopla aire sobre una parilla o serpentín frío, inyectando el aire a menor temperatura hacia el recinto que se desea enfriar, la sustancia que produce el frío puede ser un refrigerante o bien agua helada. Por ello podemos hacer una primera clasificación como:

1. Por inyección de aire frío soplado sobre el refrigerante. Estos son las unidades ventana, los mini split, las unidades paquete y otras de expansión directa.

2. Por circulación de agua helada (fan-coil). El equipo enfriador es un sistema central y las unidades interiores son separadas, distribuyéndose en los ambiente a tratar. El agua llega a cada uno de los equipos interiores por sistema de alimentación y retorno. Circula por un serpentín que tiene por un ventilador que sopla el aire frío al ambiente, a través de la rejilla superior del equipo. Cada unidad necesita de una conexión a un circuito de drenaje que eliminará el agua de condensación.

Otra clasificación es tecnológica, de acuerdo al tipo de equipo que se utiliza.

Equipos Individuales

- Unidades de Ventana
- Unidades Mini- Split
- Equipos Paquete

Equipos Compartidos o Centrales

- Unidades Multi- Split
- Equipos de Expansión Directa
- Generadores de agua helada enfriados por aire
- Generadores de agua helada enfriados por agua

Equipos de Expansión Directa.

Los sistemas de expansión directa normalmente son equipos autocontenidos, paquetes Mini Split y de ventana, mismos que no requieren la instalación de ningún circuito de refrigeración porque de fábrica vienen todos los elementos en un gabinete y con la carga de refrigerante necesaria.

Cuando el equipo es del tipo dividido, la Unidad Manejadora de Aire contiene en su sección correspondiente el o los serpentines de enfriamiento, los cuales se tienen que interconectar con su Unidad(es) Condensadora(s), normalmente enfriada por aire- complementaria(s), por medio del o los circuitos de tuberías de refrigeración.

Relación de Eficiencia Energética (kW/TR)

Es un índice que manifiesta la potencia que debe absorber un equipo de refrigeración para producir una tonelada de refrigeración. Expresado como kiloWatt /Tonelada de Refrigeración un equipo es más eficiente entre menor sea este indicador. Por ejemplo: la relación de eficiencia de compresores recíprocos oscila entre 1.4 a 2 kW por Tonelada de Refrigeración (TR) producida. En el caso de los compresores centrífugos la relación de eficiencia de equipos de los años sesenta es del orden de 0.5 a 1.3 kW/TR. En la actualidad se tienen compresores centrífugos y de tornillo con relaciones de eficiencia de 0.4 a 0.8 kW/TR.



En México la NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000 establece en su punto 4.32 la Relación de Eficiencia Energética (REE), como la eficiencia energética de un acondicionador de aire tipo cuarto y se determina dividiendo el valor del efecto neto de enfriamiento en el lado interno, en W, entre el valor de la potencia eléctrica de entrada, en W, estos dos valores se obtienen de la prueba de eficiencia energética en un calorímetro de cuarto y se expresa en W/W.

La Relación de Eficiencia Energética tal como se define en la norma es un concepto recíproco al que utilizamos en este reporte. En la norma se divide efecto de enfriamiento entre potencia eléctrica, expresado como Watt entre Watt; el caso nuestro relaciona potencia eléctrica entre capacidad de enfriamiento y o expresamos como kiloWatt sobre Tonelada de Refrigeración. Es posible también encontrar valores semejantes en otras unidades, como las inglesas, por ejemplo en BTU/hp o su valor recíproco hp/BTU/h, inclusive como BTU/h / Watt eléctrico.

La equivalencia de 1 W/W es $0.2843 \text{ TR} / \text{kW}_{\text{Elec}} = 0.3811 \text{ TR} / \text{HP}_{\text{Elec}} = 3.412 \text{ BTU/h/W}$.

En forma recíproca 1 W térmico / W eléctrico es equivalente 3.517 kW eléctrico / Tonelada de Refrigeración. La tabla 2, muestra la relación que existe entre diferentes formas de expresar la Relación de Eficiencia Energética.



REE W/W Térmico/Elec	REE (TR /kWElec)}	REE (TR /HP Elec)}	BTU/h/W	Equivalente kW/TR Elec/Térmico
1.17	0.33	0.45	4.00	3.00
1.47	0.42	0.56	5.00	2.40
1.76	0.50	0.67	6.00	2.00
2.05	0.58	0.78	7.00	1.71
2.34	0.67	0.89	8.00	1.50
2.64	0.75	1.01	9.00	1.33
2.93	0.83	1.12	10.00	1.20
3.22	0.92	1.23	11.00	1.09
3.52	1.00	1.34	12.00	1.00
3.81	1.08	1.45	13.00	0.92
4.1	1.17	1.56	14.00	0.86
4.4	1.25	1.68	15.00	0.80
4.69	1.33	1.79	16.00	0.75
4.98	1.42	1.90	17.00	0.71
5.28	1.50	2.01	18.00	0.67
5.57	1.58	2.12	19.00	0.63
5.86	1.67	2.23	20.00	0.60
6.15	1.75	2.35	21.00	0.57
6.45	1.83	2.46	22.00	0.55
6.74	1.92	2.57	23.00	0.52
7.03	2.00	2.68	24.00	0.50



Normatividad Mexicana.

En México la NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000 establece, en su punto 4.32, la Relación de Eficiencia Energética (REE), como la eficiencia energética de un acondicionador de aire tipo cuarto y se determina dividiendo el valor del efecto neto de enfriamiento en el lado interno, en Watts térmicos, entre el valor de la potencia eléctrica de entrada, en Watts eléctricos. La Relación de Eficiencia Energética, tal como se define en la norma, es un concepto recíproco al que se utiliza en este reporte, donde se relaciona potencia eléctrica entre capacidad de enfriamiento y se expresa como kiloWatt sobre Tonelada de Refrigeración. La tabla siguiente muestra los valores mínimos que deben cumplirse cuando se expresan en Wt/We o máximos cuando se expresan en kW/TR.

Tabla.- Valores de la Relación de Eficiencia Energética

Clase	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO en Watt	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO en TR	REE W/W (Térmico /Elec) NOM 021 Valores Mínimos	Recíproco kW/TR Reporte Valores Máximos
sin ciclo inverso y con ranuras laterales				
1	menor o igual a 1 758	menor o igual a 0.5	2.84	1.24
2	mayor a 1 759 hasta 2 343	mayor a 0.5 hasta 0.66	2.84	1.24
3	mayor a 2 344 hasta 4 101	mayor a 0.66 hasta 1.16	2.87	1.23
4	mayor a 4 102 hasta 5 859	mayor a 1.16 hasta 1.66	2.84	1.24
5	mayor a 5 860 hasta 10 600	mayor a 1.66 hasta 3.01	2.49	1.41
sin ciclo inverso y sin ranuras laterales				
6	menor o igual a 1 758	menor o igual a 0.5	2.64	1.33
7	mayor a 1 759 hasta 2 343	mayor a 0.5 hasta 0.66	2.64	1.33
8	mayor a 2 344 hasta 4 101	mayor a 0.66 hasta 1.16	2.49	1.41
9	mayor a 4 102 hasta 5 859	mayor a 1.16 hasta 1.66	2.49	1.41
10	mayor a 5 860 hasta 10 600	mayor a 1.66 hasta 3.01	2.49	1.41
con ciclo inverso y con ranuras laterales				
11	menor o igual a 5 859	menor o igual a 1.66	2.64	1.33
12	mayor a 5 860 hasta 10 600	mayor a 1.66 hasta 3.01	2.49	1.41
con ciclo inverso y sin ranuras laterales				
13	menor o igual a 4 101	menor o igual a 1.16	2.49	1.41
14	de 4 102 a 10 600	de 1.16 a 3.01	2.34	1.50

Unidades de Ventana

Estos equipos son propicios para aplicaciones limitadas de aire acondicionado como por ejemplo acondicionar solo recamaras o pocos espacios dentro de un inmueble donde la gran mayoría de los espacios no requieren de aire acondicionado. El frío se inyecta al cuarto mediante un ventilador que sopla aire sobre el serpentín del evaporador donde fluye el refrigerante a baja temperatura. Cuentan con una sección de inyección y otra de retorno para la renovación del aire.

Equipos Carrier



MODELO	CAPACIDAD BTU/HR.	CONSUMO DE ENERGÍA WATTS	TIPO DE REFRIGERANTE	Nº DE ENFRAMAMIENTO	DIMENSIONES / Cm.			PESO UNID.	PESO SPLIT
					ALTO	LARGO	ANCHO		
LÍNEA SIESTA I									
GCA051B	5,300	540	1	3	32.51	51.05	45.72	24 kgs.	27 kgs.
GCA061B/P*	5,850	555	1	3	32.51	51.05	45.72	25 kgs.	27 kgs.
GCA081B/P*	8,000	800	1	3	32.51	51.05	45.72	25 kgs.	28 kgs.
LÍNEA SIESTA II									
GCD101B/P*	10,500	1,000	1	3	38.10	55.88	50.80	34 kgs.	38 kgs.
GCD121B/P*	12,000	1,200	1	3	38.10	55.88	50.80	35 kgs.	39 kgs.
GCD123B/P*	12,000	1,200	3	3	38.10	55.88	50.80	35 kgs.	39 kgs.
GCD143B/P*	14,900	1,520	3	3	38.10	55.88	50.80	35 kgs.	39 kgs.
LÍNEA SIESTA III									
DDC183D*	17,800	2,020	3	3	42.5	64.0	60.3	24 Kgs.	27 Kgs.
DCC213D*	20,500	2,400	3	3	42.5	64.0	60.3	29 Kgs.	31 Kgs.

Estructura interna mejorada

El gabinete exterior tiene un recubrimiento de metal para prevenir la oxidación y acumulación de polvo. La cubierta superior de acero y la barrera de acero dan a la unidad un interior robusto que soporta cosas pesadas

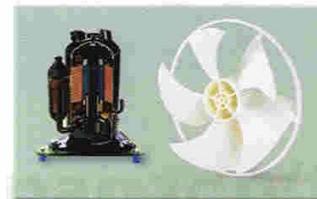


Súper Compresor

E.E.R 9.9
LWC1232AAG
LWC1232PAG

Control Remoto

Usted puede usar el control remoto o el panel de toque para operar los aires acondicionados



Para un ruido bajo y un alto volumen de aire

- El sistema de flujo de aire fue rediseñado para ventilar uniformemente.
- El más grande y potente ventilador con alta eficiencia y bajos RPM'S
- El compresor rotativo LG cuenta con una alta eficiencia con sonido y vibración bajos además de una alta confiabilidad (Scroll:hasta 18K Btu)

Sistemas Mini y Multi -Split

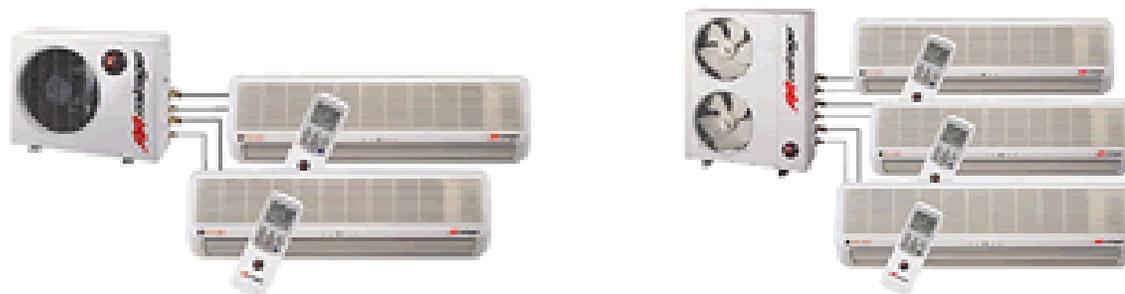
Son sistemas individuales con uno o mas evaporadores, el termino Split viene de que se trata de un equipo dividido. Por un lado se tiene la unidad compresora junto con el condensador que debe instalarse fuera del cuarto acondicionado y por otro la unidad evaporadora se instala dentro del cuarto que se acondicionará, interconectándolos por medio de dos tuberías de cobre las cuales deberán ir aisladas así como líneas de control. El término Mini se asocia con el tamaño, ya que no son los únicos equipos divididos, alguna unidades paquete o de expansión directa también lo son. Este Sistema es muy usado en la actualidad por las facilidades en su instalación así como un bajo costo de instalación, existen diferentes tipos de evaporadoras.



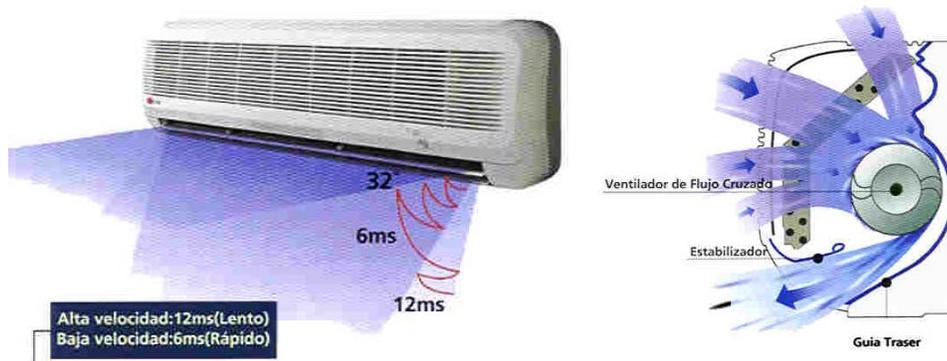
Se puede lograr el acondicionamiento ambiental con Multisplits, es decir sistemas individuales con 1 y varios evaporadores, lo que conlleva a ahorros debido a la variabilidad de la carga térmica y ocupación.



Manejamos distintas capacidades dependiendo del tamaño de la casa, las capacidades son 0.75, 1, 1.5, 2, 3, 4 y 5 TR.

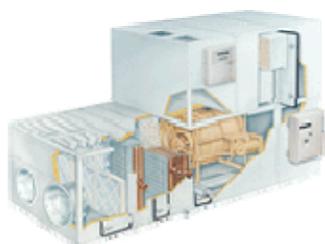


Existen sistemas minisplit para aplicaciones comerciales y residenciales. El término mini-split se refiere a una pequeño sistema de aire acondicionado y sin requerimientos de ducto. Los tres componentes clave para definir un minisplit son:



La unidad interior del Mini - Split (equipo que suministra el aire) está disponible en diferentes configuraciones, básicamente depende de la posición de su instalación.

Unidades Paquete



En áreas donde se tenga espacio en plafón para paso de ductos, se pueden utilizar unidades tipo paquete, debiéndose localizar la unidad en el exterior; podrán ser en capacidades de 3, 4, 5, 6, 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 25, 30, 40 TR. Unidades tipo paquete con bomba de calor en capacidades de 2, 2.5, 3, 4, 5, 7.5, 10, 15, 20 T.R. Unidades tipo paquete con volumen variable solo en capacidades de 25 T.R. en adelante. Se deben utilizar equipos divididos con serpentín por expansión directa en capacidades de 1.5, 2.5, 3.5, 4, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 40 y 50 T.R.



Equipos Unitarios (Expansión Directa) TRANE

Compacto Convertible



Modelo: TCC
Refrigerante: R22
Aplicación: Residencial, Comercial, Centro Comercial, Hotel, Hipermercado, Comercial / Industrial
Capacidad: 1 1/2 a 5 Toneladas

Voyager



Modelo: TCD Descarga Vertical - TCH Horizontal
Refrigerante: R22
Aplicación: Residencial, Comercial, Industrial, Centro Comercial, Hipermercado, Comercial / Industrial
Capacidad: 3 a 25 Toneladas (disponibilidad alta eficiencia)

IntelliPak



Modelo: SFHF, SXHG
Refrigerante: R22
Aplicación: Industrial, Farmacéutica, Centro Comercial, Petroquímica, Hospital, Hipermercado, Comercial / Industrial
Capacidad: 20 a 130 Toneladas

Voyager Alta Capacidad

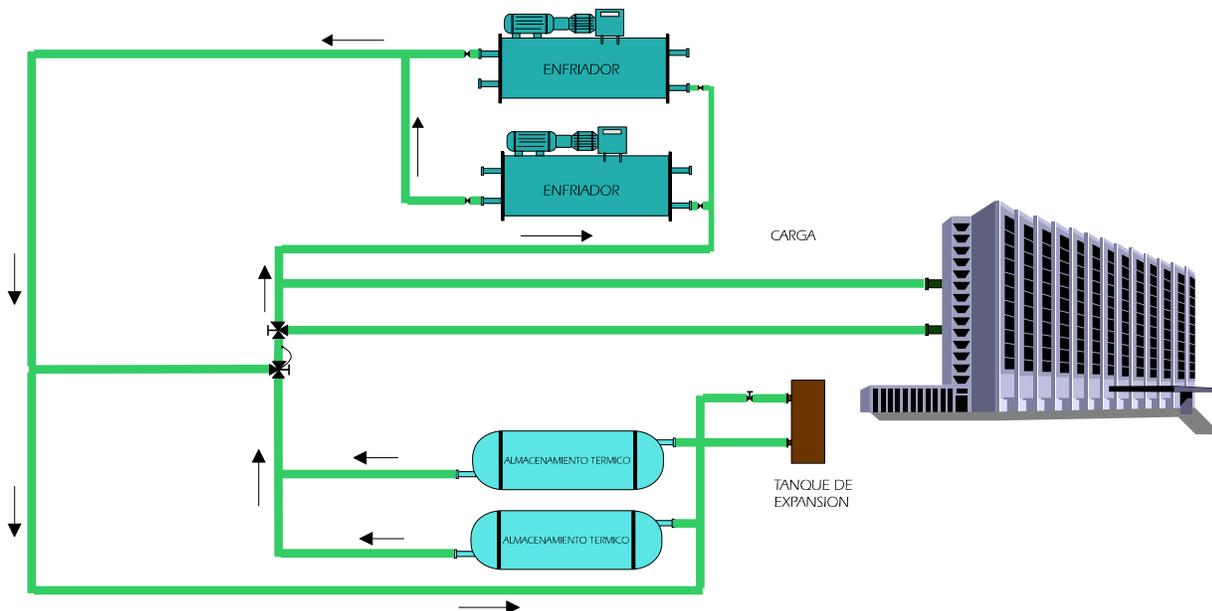


Modelo: TCD Descarga Vertical - TCH Horizontal
Refrigerante: R22
Aplicación: Comercial, Industrial, Centro Comercial, Petroquímica, Hospital, Hipermercado, Comercial / Industrial
Capacidad: 27 a 50 tons (disponibilidad alta eficiencia)



GENERADORES DE AGUA HELADA ENFRIADOS POR AIRE, CHILLERS,

Son equipos que enfrían agua en su evaporador, luego ésta es enviada por medio de una red de tuberías hacia una serie de manejadoras de aire que soplan el frío a los locales que se acondicionaran. Los compresores de refrigeración pueden ser del tipo: tornillo, centrífugo, scroll y recíprocante



Los sistemas de generación de acondicionamiento de aire que es común encontrar en cualquier edificio comprenden: compresores, evaporadores y condensadores; el suministro de aire se realiza mediante manejadoras de aire y mezcladoras. Los posibles potenciales de ahorro de energía se derivan de:

Comprobar y en su caso ajustar el funcionamiento real de las válvulas de control de capacidad de cada compresor.

Ajuste de las presiones de succión y descarga en compresores,

Optimar el acoplamiento del sistema motor eléctrico y equipos de servicio.

Aplicar motores Eléctricos de Alta Eficiencia.

Aprovechar la Tecnología de Convertidores de Frecuencia en Bombas y Ventiladores.

Regulación de temperatura del agua de enfriamiento del condensador,

Optimización de la torre de enfriamiento con la finalidad de proporcionar agua de refrigeración a condiciones tales de temperatura y flujo que se reduzca el consumo de energía en el compresor.

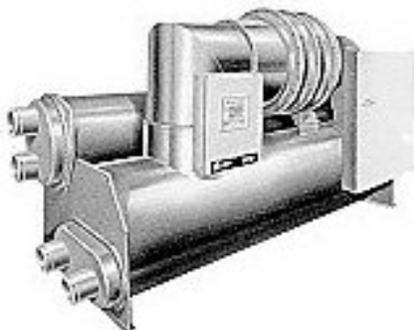
Adecuada transferencia de calor dentro de la torre, es decir que este libre de diversas incrustaciones de suciedad.

Ajuste del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo con la finalidad de disminuir el consumo de energía, esto quiere decir que los niveles y calidades del aceite y refrigerante sean adecuados para una operación eficiente del sistema.

Limpieza de serpentines, turbinas y filtros de manejadoras de aire.



Modernización Tecnológica.

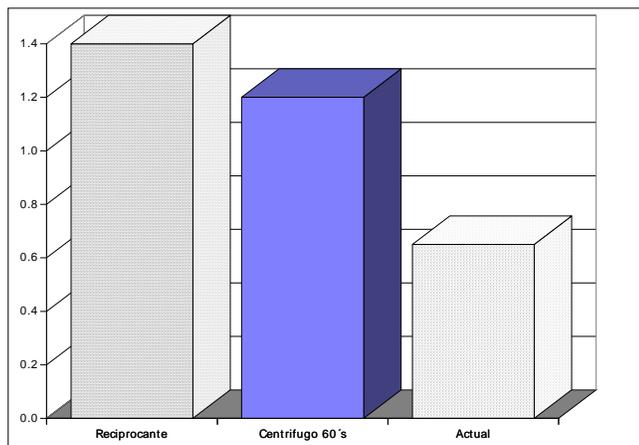


La aplicación de las medidas de ahorro de energía podrán derivar en el cambio total o parcial de los sistemas de aire acondicionado, debido a causas como; equipos viejos, nulo o mal mantenimiento, mala operación de los equipos, etcétera. Por lo tanto la modernización tecnológica seguramente redundará en ahorros de energía y económicos considerables.

Por ejemplo:

En efecto la relación de eficiencia de compresores reciprocantes oscila entre 1.4 a 2 kW por Tonelada de Refrigeración (TR) producida. En el caso de los compresores centrífugos la relación de eficiencia de equipos de los años sesenta es del orden de 1.3 kW/TR. En la actualidad se tienen compresores centrífugos y de tornillo con relaciones de eficiencia de 0.5 a 0.8 kW/TR.

Figura. Potencial de ahorro en kiloWatt de potencia eléctrica por tonelada producida: 1 compresor reciprocante, 2 compresor tipo ce centrífugo de los años 60's y compresor de tecnología actual.



A continuación, se presenta un resumen comparativo entre diferentes equipos de aire acondicionado de la misma capacidad (ver tabla).

Tabla. Resumen comparativo de algunos equipos de aire acondicionado.

EQUIPO	CARRIER	YORK	YORK	YORK (ORIGINAL)
	EVER GREEN	MILLENIUM	MILLENIUM	MILLENIUM
	19XR-3131	YKLCLCG4-CJC	YKMCMCG4-CMC	YTG3A2E1-CNH
Costo del equipo Dólares US	US\$104,102.31	US\$98,020.00	US\$103,998.00	US\$107,981.00
Tipo de Refrigerante	R-134 A	R-134 A	R-134 A	R-123
Toneladas de Refrigeración TR	350	350	350 - 400	350
Potencia Demandada kW	185	170	196	154
Relación de Eficiencia kW/TR 100%	0.529	0.486	0.560	0.440
Relación de Eficiencia kW/TR 75%	0.555	0.481	0.588	0.412
Relación de Eficiencia kW/TR 50%	0.614	0.543	0.651	0.423
Relación de Eficiencia kW/TR 25%	0.975	0.805	1.034	0.54
Horas de operación por mes	264	264	264	264
Consumo mensual de energía (kWh) 75%	46,886	40,635	49,674	34,806
Costo mensual de la Potencia Eléctrica	\$5,923.70	\$5,443.40	\$6,275.92	\$4,931.08
Costo mensual del Consumo de Energía	\$8,908.42	\$7,720.63	\$9,438.11	\$6,613.09
Costo mensual de operación por electricidad	\$14,832.12	\$13,164.03	\$15,714.03	\$11,544.17
Costo anual de operación por electricidad (PESOS)	\$200,844.53	\$178,256.62	\$212,786.63	\$156,321.88
inversión Anualizada a una tasa de 28% y 25 años \$USD	US\$29,209.64	US\$27,503.03	US\$29,180.37	US\$30,297.95



Ventajas y Desventajas de los diferentes tipos de equipos.

La siguiente tabla presenta una serie de comparaciones genéricas, validas desde el punto de vista del autor de estas notas, no deben tomarse como validas para todos los equipos de una misma línea, seguramente pueden encontrarse equipos con mejores características a las mencionadas, pero también seguro que habrá otros con cualidades muy inferiores.

Tipo de Equipo	Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
Ventana	Cuartos Individuales Recamaras Usos Esporádicos	Económicos No requiere ductos Acondicionamiento Individual Algunos cuentan con control de temperatura.	Son ruidosos Mayor consumo de energía??? Para una gran instalación sería costosa su operación Mayor mantenimiento con mayor uso
Tipo de Equipo Mini Split	Aplicaciones Cuartos Individuales Recamaras Salas y comedores Oficinas Pequeñas Usos Esporádicos Bibliotecas Salas de Juntas	Ventajas Acondicionamiento Individual No requiere ductos Mayor sensación de confort Operación silenciosa Cuentan con Temporizador Son programables Amplia gama de modelos Cuentan con control de temperatura.	Desventajas Mayor Costo de Compra Mayor consumo de energía??? Para una gran instalación sería costosa su operación Requieren espacio adicional para el condensador Una mala ubicación del condensador incrementa el consumo de energía No incluyen un retorno de aire al exterior No ayudan a la ventilación No es adecuado para lugares donde se vicie el aire.
Tipo de Equipo	Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
Unidades Paquete	Oficinas Una vivienda completa Laboratorios No Controlados Centros Comerciales Edificios pequeños y medianos Bibliotecas Escuelas Salas de Juntas	Acondicionamiento para varias áreas Menor consumo de energía que el equivalente de Equipos Ventana y Mini Split Acondicionamiento a zonas más grandes Mayor capacidad en un solo equipo Amplia gama de tamaños Pueden automatizarse	Mayor Costo de Compra Requiere ductos de inyección y retorno Mayor mantenimiento Es compleja la lógica de control en ductos Una mala ubicación del condensador incrementa el consumo de energía Desperdicio de energía en malas instalaciones Los ductos de inyección deben ir aislados



Tipo de Equipo	Aplicaciones	Ventajas	Desventajas
Sistemas Centrales con Generadores de Agua Helada	Grandes Consumidores de Aire Acondicionado	Acondicionamiento para varias áreas	Mayor costo de compra y de inversión del todo el sistema
	Industrias	Menor consumo de energía que el equivalente de Equipos Ventana, Mini Split y Paquetes	Requiere bombas, tuberías, manejadoras de aire, válvulas, sistemas control, ductos de inyección y retorno
	Laboratorios Controlados	Acondicionamiento a zonas más grandes	Requiere de Bombas y Tuberías para el agua de condensación
	Centros Comerciales	Mayor capacidad en un solo equipo	Se requiere de especialistas para automatizar su operación
	Edificios pequeños, medianos y grandes	Amplia gama de tamaños	Una mala ubicación del condensador incrementa el consumo de energía
	Bibliotecas	Pueden automatizarse	Desperdicio de energía en instalaciones NO automatizadas
	Escuelas Hoteles	En versiones de volumen variable permite un óptimo control de su operación	Mayor mantenimiento En los enfriados por agua el costo de la misma puede ser significativo Los enfriados por aire son menos eficientes