



Comisión Federal de Electricidad

Coordinación del Programa de Ahorro de Energía

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROGRAMA NACIONAL DE AHORRO DE ENERGÍA EN EL SECTOR EMPRESARIAL

CFEctiva empresarial

División de Distribución Golfo Norte

Foro de Ahorro de Energía Eléctrica

Reynosa, Tamaulipas

Ahorro de Energía en Aire Acondicionado

5 de Agosto 2011

Ing. Rubén Zagal



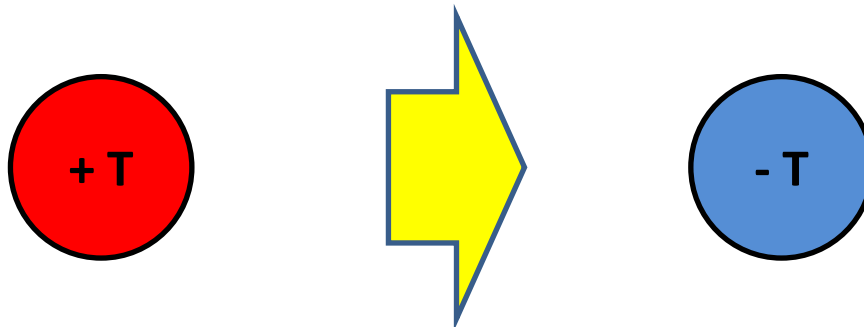
Conceptos Básicos de Aire Acondicionado



AIRE ACONDICIONADO:

Es producir y mantener una temperatura por debajo de la del medio ambiente que nos rodea. Esto significa, remover o quitar el calor de una sustancia.

El calor siempre fluye de un cuerpo caliente hacia uno frío hasta que ambos tengan la misma temperatura.



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOVIMOS EL USO RESPONSABLE DEL ENERGÍA CLASIFICADO

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Otros Conceptos Básicos de Aire Acondicionado



CALOR.- Es una forma de energía y la cantidad de calor depende de la cantidad de sustancia y el tipo de sustancia de la que se trate.

El calor no puede ser destruido, pero es transferido de una sustancia a otra y en este hecho se basa la refrigeración.



ENERGIA.- Es la habilidad para realizar un trabajo y existe en muchas formas tales como energía calorífica, energía mecánica, energía química, energía eléctrica y puede ser cambiada de una forma a otra.

POTENCIA.- Es la rapidez con que se desarrolla un trabajo, es decir que tan rápido utilizamos la Energía.

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE Promoviendo el desarrollo del país

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

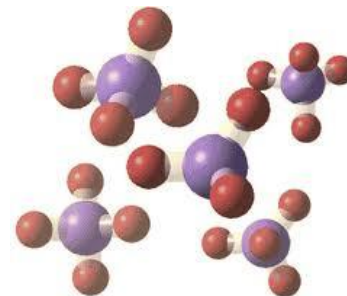
Características de Refrigerante y Cualidades Óptimas



REFRIGERANTE.- Es cualquier sustancia que actúa como agente enfriador, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia y que tiene propiedades químicas, físicas y termodinámicas que lo hacen seguro, económico y funcional.

CARACTERISTICAS:

- ✓ Que tenga bajo punto de ebullición
- ✓ Que no sea flamable, ni explosivo o tóxico
- ✓ No debe reaccionar con la humedad
- ✓ Que no contamine el medio ambiente, ni a los alimentos en caso de fuga
- ✓ Que no reaccione con el aceite lubricante ni con cualquier elemento de construcción del equipo de refrigeración
- ✓ Que sea eficiente



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOVIMOS EL USO DE ENERGÍA EN EL SECTOR EMPRESARIAL

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Tipos de Refrigerantes



No existe el refrigerante ideal ya que los gases conocidos tienen cierto nivel de toxicidad, inflamabilidad, perjuicios al medio ambiente o cualquier otra característica no deseada.

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOVIMOS EL USO DE ENERGÍA EN SU MEJOR CLASIFICACIÓN

CFE activa empresarial

REFRIGERANTE 11 ó 12



Dañan la Capa de Ozono

REFRIGERANTE 134 A



REFRIGERANTE 404, 410 A

REFRIGERANTE 22 (CHCLF₂)

REFRIGERANTE 717 ó AMONIACO ANHIDRO (NH₃)



Vivir Mejor

Efectos Sobre la Capa de Ozono



Para preservar la Capa de Ozono hay que disminuir a cero el uso de compuestos químicos como los **clorofluorocarbonos** usados como refrigerantes industriales y en fungicidas de suelo como el bromuro de metilo que destruyen la capa de ozono a un ritmo 50 veces .

El enrarecimiento grave de la capa de ozono provocará el aumento de los casos de cáncer de piel, cataratas oculares, supresión del sistema inmunitario en humanos y en otras especies.

También afectará a los cultivos sensibles a la radiación ultravioleta.



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOVIMOS LAS EMPRESAS DEL PAÍS

CFEctiva empresarial



Vivir Mejor

Definiciones



- **Condensador**

Es la parte del equipo que rechaza calor a una fuente externa al flujo de aire interior

- **Evaporador**

Es la parte del equipo que remueve el calor del flujo de aire interior

- **BTU (British Thermal Unit)**

Es la cantidad de calor para elevar en un grado Fahrenheit una libra de agua (de 59°F a 60°F). Equivalencias: 3.967 BTU = 1 Caloría

$$12,000 \text{ BTU/h} = 1 \text{ T.R.}$$

CFE Una empresa
de clase mundial

PAESE
PROMUEVE AL SECTOR DEL PAÍS
AL SECTOR CLÁSICO

CFEctiva
empresarial



Vivir Mejor

Sistema de Refrigeración del Aire Acondicionado



CFE Una empresa de clase mundial

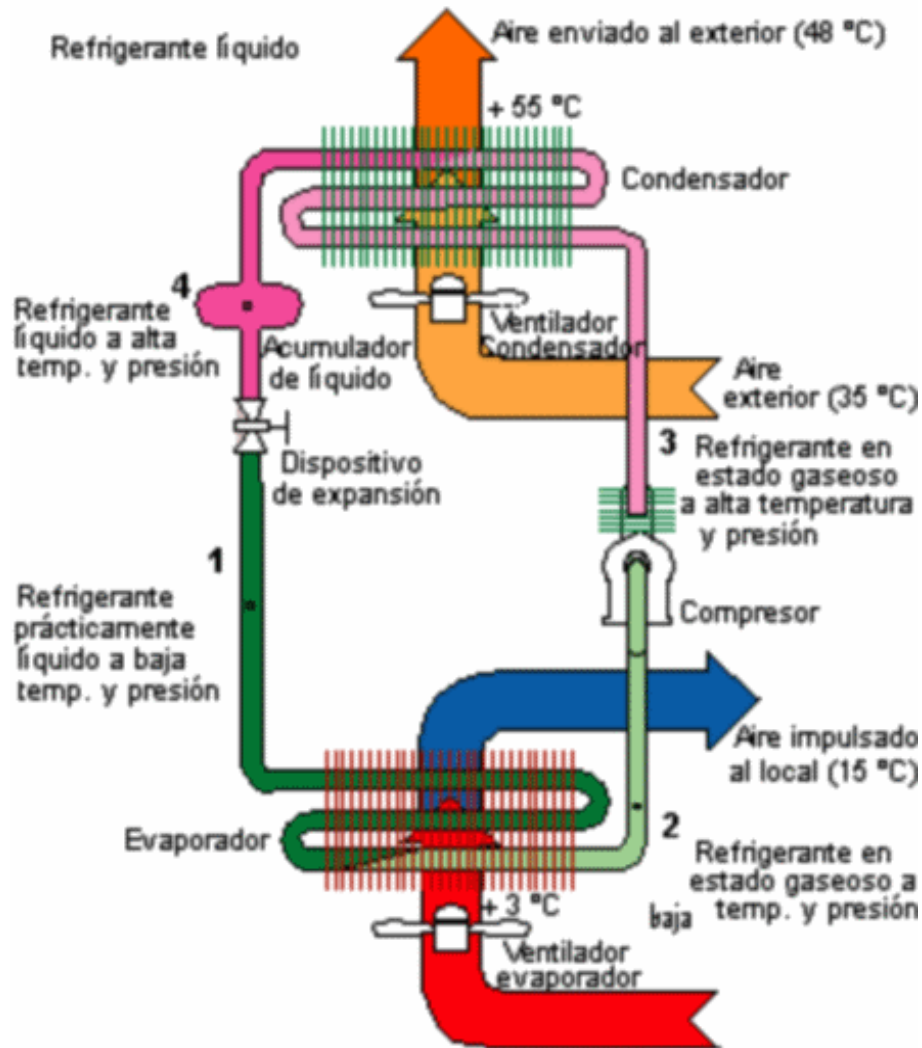
PAESE

CFE activa empresarial

Elementos que Componen un Sistema de Aire Acondicionado



- a) EVAPORADOR o ENFRIADOR
- b) COMPRESOR
- c) CONDENSADOR
- d) CONTROL DE EXPANSION



Vivir Mejor

Equipo Tipo Ventana

- Extraen calor y humedad del aire de un cuarto cerrado
- Se instala a través de una ventana o pared externa
- Puede contar con medios para ventilación, extracción y calefacción de aire
- Compacto y de descarga directa



Capacidades: 5,000 a 36,000 BTU/h
(0.41 a 3 TR)



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Equipo Tipo Mini-Split Multi-Split



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMUEVE EL USO DE ENERGÍA EN EL SECTOR EMPRESARIAL

CFE activa empresarial



Vivir Mejor



- Equipos unitarios de descarga directa
- La unidad formada por el compresor y el condensador está situada en el exterior
- La unidad evaporadora se instala en el interior
 - Techo, muro o piso
- Con una sola condensadora se puede instalar una o varias evaporadoras controladas de manera independiente
- Opción tipo “inverter”

Capacidades: desde 1 a 5 TR
(12,000 a 60,000 BTU/h)

Equipo Tipo Paquete



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE

CFE activa empresarial

- Equipo de descarga indirecta mediante una red de conductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo
- Equipo formado por dos unidades:
 - Condensadora y
 - Evaporadora
- La condensadora se sitúan en el exterior
- La evaporadora en el interior
- Interconectadas a la red de conductos



Sistema Residencial Integral Típico



Capacidades: desde 3 a 25 TR

(36,000 a 300,000 BTU/h)

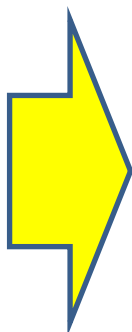


Vivir Mejor

Sustitución de Equipos Aire Acondicionado



Unidad de ventana estándar



Unidad de ventana de alta eficiencia

**Unidad minisplit
Unidad multisplit**



Sustitución de equipos antiguos u obsoletos por equipos de Alta Eficiencia



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOVEMOS EL USO RESPONSABLE DEL ENERGÍA ELÉCTRICA

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Sustitución de Equipos Aire Acondicionado



Unidad tipo paquete



Unidad tipo paquete alta eficiencia



Unidad tipo dividido



Unidad tipo dividido alta eficiencia



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOVIMOS EL USO DE ENERGÍA EN SU ENTORNO

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Sustitución de Sistemas Centrales de Enfriamiento de Aire



EQUIPO CONVENCIONAL

Unidad generadora de agua helada con compresor tipo reciprocante



Capacidades: Mayor de 30 TR

EQUIPO DE ALTA EFICIENCIA

- ✓ Unidad generadora de agua helada con compresor tipo tornillo
- ✓ Unidad generadora de agua helada con compresor tipo scroll
- ✓ Unidad generadora de agua helada con compresor tipo centrífugo
- ✓ Chillers de absorción



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE

CFE activa empresarial



Relación de Eficiencia Energética (EER)



La eficiencia es la relación de la capacidad de enfriamiento de la unidad entre los watts de energía eléctrica consumidos

Ejemplo



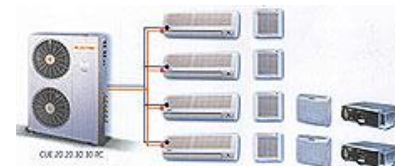
12,000 BTU/h entre **1,165 watts** es igual **10.3 EER**

(3,516.9 watts térmicos) entre **(1,165 watts)** es igual **3.01 REE**

Significa que la unidad proporciona 10.3 BTU/h por cada watt entre mayor sea la EER la unidad es más eficiente

$$1 \text{ wt} = 3.4121 \text{ BTU/h}$$

$$12,000 \text{ BTU/h} = 1 \text{ TR}$$



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Definiciones



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROGRAMA AL GOBIERNO DE EFICIENCIA EN EL SECTOR EMPRESARIAL

CFE activa empresarial



- **Relación de Eficiencia Energética (REE), (EER en inglés)**
Se determina dividiendo el valor del efecto neto de enfriamiento en el lado interno, en W_t , entre el valor de la potencia eléctrica de entrada, en W_e
- Estos dos valores se obtienen de la prueba de eficiencia energética y se expresa en W_t/W_e
- Los valores de REE son indicados por el fabricante del equipo
- **La NOM 021 aplica a equipos entre 1,758 y 10,600 W_t (0.49 a 3 TR), e indica que REE (W_t/W_e) debe estar entre 2.34 y 2.87, valores mínimos y depende de la clasificación de los equipos (7.9 y 9.7 EER = 7.9 y 9.7 Btu/Wh)**

Relación de Eficiencia Energética



- ❑ Utilizar la mejor Relación de Eficiencia Energética

La REE es un índice que manifiesta la potencia eléctrica que absorbe un equipo de aire acondicionado para producir una tonelada de refrigeración

Un equipo es más eficiente entre menor sea este indicador

$$\text{Relación de Eficiencia Energética} = \frac{\text{Potencia Eléctrica Requerida (kW)}}{\text{Toneladas de Refrigeración (TR)}}$$

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROGRAMA NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

CFE activa empresarial

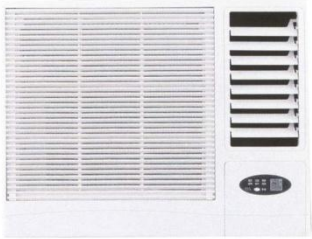


Vivir Mejor

Eficiencia Promedio Tipo Ventana



Comparación entre equipos convencionales y de alta eficiencia:



Eficiencia estándar (8 años de antigüedad)
de 6 a 8 EER



Alta Eficiencia 12 ó mayor EER

Ahorro promedio 32 %

Equipos Modernos de 0.9 a 1.1 kW/T.R.

Equipos de hace 10 años hasta 1.5 kW/T.R.

Equipos de más de 10 años arriba de 1.5 kW/T.R.

CFE Una empresa
de clase mundial

PAESE
Programa de Ahorro de Energía
en el Sector Empresarial

CFEctiva
empresarial



Vivir Mejor

Eficiencias Mini y Multi split

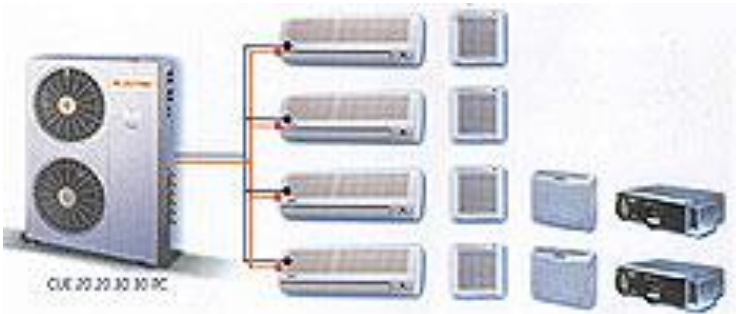


Eficiencia (alta) desde 11 a 14 EER

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROGRAMA AL SECTOR DE ENERGÍA DEL SECTOR ELÉCTRICOS

CFE activa empresarial



Los equipos multi-split permiten ahorrar cerca del 15 % en inversión contra varios mini-split

Equipos Modernos de 0.9 a 1.1 kW/T.R.

Equipos de hace 10 años hasta 1.5 kW/T.R.



Vivir Mejor

Eficiencias Tipo Paquete



Sistema Residencial Integral Típico

Eficiencia (alta) desde 13 a 16 EER



Sistema Residencial Dividido Típico

Equipos Modernos de 0.7 a 1.1 kW/T.R.

Equipos de hace 10 años de 0.9 a 1.2 kW/T.R.

Equipos de más de 10 años arriba de 1.2 kW/T.R.

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOVIMOS EL USO RESPONSABLE DEL ENERGÍA ELÉCTRICA

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Sistemas Centrales de Enfriamiento de Aire (Chillers)



EQUIPO CONVENCIONAL

Unidad generadora de agua helada con compresor tipo reciprocante



EQUIPO DE ALTA EFICIENCIA

Unidad generadora de agua helada con compresor tipo tornillo

Unidad generadora de agua helada con compresor tipo scroll

Unidad generadora de agua helada con compresor tipo centrífugo

Nivel de Eficiencia Energética Recomendada:

Enfriados por Agua de 0.4 a 0.75 kW/T.R.

Enfriados por Aire de 0.7 a 0.9 kW/T.R.



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE

CFE activa empresarial

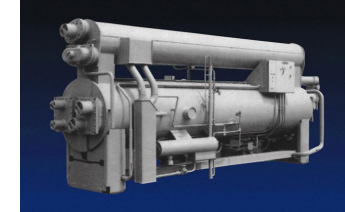


Vivir Mejor

Recomendaciones de Ahorro de Energía en Aire Acondicionado



- ☐ Uso de motores eléctricos de alta eficiencia y compresores de tipo tornillo
- ☐ Eliminar la utilización de refrigerantes CFC's (Cloro-Fluoro-Carbonos) dañinos a la capa de ozono y utilizar refrigerantes ecológicos como el R 134 A, y los más eficientes, es decir ,que absorban más calor por kg
- ☐ Selección adecuada de equipos
- ☐ Limpieza de evaporadores y condensadores con la finalidad de eliminar incrustaciones
- ☐ Utilizar las temperaturas adecuadas
- ☐ Utilizar un sistema de control adecuado
- ☐ Automatización de los sistemas de aire acondicionado



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOTOR DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELABORADO POR CFE

CFE activa empresarial

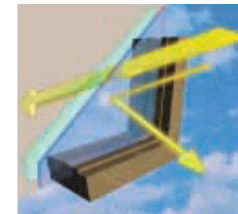


Vivir Mejor

Recomendaciones de Ahorro de Energía en Aire Acondicionado



- ☐ Aplicación de aislamiento térmico en paredes y techos de áreas, en ductos de transmisión de aire frío
- ☐ Instalación de dispositivos de control de temperatura en cuartos u oficinas.
- ☐ Aplicación de variadores de velocidad en compresores
- ☐ Uso de ventanas térmicas de doble cristal
- ☐ Instalación de parasoles en ventanas
- ☐ Sustitución de lámparas incandescentes por otras de mayor eficacia



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE Promoción del Ahorro de Energía en el Sector Empresarial

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Recomendaciones de Ahorro de Energía en Aire Acondicionado (Eliminación de Desperdicios)



- ☐ Uso de sombras en ventanas y paredes.
- ☐ Evitar fugas de aire frío
- ☐ Aplicación de película solar reflejante en ventanales de edificios
- ☐ Utilizar condensadores de mayor eficiencia
- ☐ Utilizar purgadores de aire
- ☐ Capacitar al personal de operación de los equipos



CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROGRAMA ALTERNATIVO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR EMPRESARIAL

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Uso de Tarjetas Optoelectrónicas para Hoteles



Ventajas

➤ CONTROL DEL AIRE ACONDICIONADO

Encendido y apagado de equipo

Control de velocidades del evaporador, la válvula de tres vías y funciones del termostato

➤ TARJETERO OPTOELECTRÓNICO

Tarjetero de sobreponer, COMPATIBLE con cualquier tarjeta de chapa electrónica

➤ CHAPA ELECTRÓNICA CUENTA

Dispositivo con programación de 30 SEGUNDOS¹/ en el APAGADO de luces, contactos y aire acondicionado de la habitación



1_/ Tiempo variable a programación

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROMOTOR DEL DESARROLLO DEL PAÍS AL MAXIMO CLASIFICADO

CFE activa empresarial



Vivir Mejor

Almacenamiento Térmico (Bancos de Hielo)



Candidatos

Hoteles

Hospitales

Empresas de Alimentos

Usuarios del Aire Acondicionado

Medianos y grandes



Estrategia

El frío se genera y almacena por las madrugadas

Se entrega en el horario costoso o cuando la carga térmica es mayor

Entonces se apagan los compresores

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE
PROGRAMA DE ASESORIA EMPRESARIAL
AL SECTOR ELÉCTRICO

CFE activa empresarial



Caso Práctico en Comercios y Servicios



Empresa Hotelera de Gran Turismo

Proyecto: Uso de bancos de hielo para control de demanda y aire acondicionado

Estrategia: Como la ocupación del hotel es muy variable, se usan los bancos de hielo para proporcionar agua helada en horario punta o de baja ocupación, el sistema tiene recarga nocturna

Equipo empleado: Bancos de hielo, electro válvulas, PLCS , relevadores, etc.

Demanda inicial kW:	276
Demanda final kW:	110
Ahorro kW:	166
Inversión inicial :	\$ 162,500 USD
Ahorro promedio :	\$ 40,000 USD
Tiempo de recuperación:	4 años

CFE Una empresa de clase mundial

PAESE PROGRAMA ALTERNATIVO DE EFICIENCIA EN EL SECTOR EMPRESARIAL

CFE activa empresarial





CFE Una empresa
de clase mundial

PAESE
PROGRAMA DE ACCIÓN DE EFICIENCIA
EN EL SECTOR ELÉCTRICO

CFEctiva
empresarial

i Muchas Gracias !

Ing. Rubén Zagal

Consultor en Eficiencia Energética

E-mail: jrzagal@yahoo.com

Cel: 044 55 36 60 77 85



Vivir Mejor