



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO – MECÁNICA**

**TÍTULO:**

**ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SISTEMAS DE  
CLIMATIZACIÓN EN LA FACULTAD TÉCNICA.**

**AUTOR:**

**ROMERO VILLEGAS SAMUEL NEPTALY**

Trabajo de Titulación previo a la Obtención del Título de:  
**INGENIERO ELÉCTRICO-MECÁNICO**  
Mención en Gestión Empresarial

**TUTOR:**

**ING. ARMANDO HERAS SÁNCHEZ, M.S.c**

**GUAYAQUIL, ECUADOR**

**2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO – MECÁNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Samuel Neptaly Romero Villegas**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniería Eléctrico – Mecánica**.

**TUTOR**

---

**Ing. Armando Heras Sánchez. M.S.c**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Armando Heras Sánchez, M.S.c**

**Guayaquil, a los 24 días del mes de marzo del año 2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERÍA ELÉCTRICO – MECÁNICA**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Samuel Neptaly Romero Villegas**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **Análisis de eficiencia energética en los sistemas de climatización en la facultad técnica** previa a la obtención del Título de **Ingeniería Eléctrico-Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 24 días del mes de marzo del año 2015**

**EL AUTOR**

---

**(Samuel Neptaly Romero Villegas)**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERÍA ELÉCTRICO – MECÁNICA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Samuel Neptaly Romero Villegas**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Análisis de eficiencia energética en los sistemas de climatización en la facultad técnica**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 24 días del mes de marzo del año 2015**

**EL AUTOR:**

---

**Samuel Neptaly Romero Villegas**

## **AGRADECIMIENTO**

Empezando agradeciendo a Dios sobre todas las cosas por darme la vida, a mi familia, mis padres, mis hermanos por el sacrificio y apoyo de cada uno de ellos para terminar este trabajo de titulación y convertirme en un profesional de bien.

Le doy gracias a mi tutor el ingeniero Armando Heras por todo su apoyo brindado en ayudarme a culminar este trabajo de titulación.

Samuel Neptaly Romero Villegas

## DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y la vida para culminar mis estudios.

A mis padres por el apoyo para terminar mis estudios.

A la universidad Católica por brindarme un futuro brillante por la carrera que escogí para empezar mi vida profesional.

A mis amigos por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de la carrera.

Samuel Neptaly Romero Villegas



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERÍA ELÉCTRICO - MECÁNICA**

**CALIFICACIÓN**

## RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se pretende exteriorizar un breve resumen de lo descrito en cada capítulo y el proceso metodológico con el cual fue elaborado, analizando los aspectos que comprende el sistema de climatización en la facultad técnica.

En el capítulo 1 se introducen los alcances para la elaboración del presente trabajo, especificando el justificativo, el planteamiento del problema que presenta la facultad técnica con su sistema de climatización, el desarrollo del objetivo general y los objetivos específicos en el presente trabajo, el tipo de investigación realizado con la respectiva hipótesis y metodología empleada en el proyecto.

En el capítulo 2 se demostrará el marco teórico empleado con los procesos de climatización, partiendo de los tipos de refrigeración existentes y los necesarios obteniendo una mejor eficiencia y confort en su empleo.

En el capítulo 3 seguirá el proceso del marco teórico empleado, conociendo aspectos básicos de eficiencia energética, para concientizar un razonable uso de los equipos climatizadores que existen actualmente y verificar si se requiere un nuevo sistema de climatización para la facultad.

En el capítulo 4 se resume el empleo de la eficiencia energética en los sistemas de climatización, revisando sus partes y tipos de refrigerantes, como se pueden mejorar y además protegiendo al medio ambiente, sin descuidar el consumo energético para el propietario.

En el capítulo 5 se detallan los costos de adquisición y capacidad de un sistema de climatización que se deba adecuar en la facultad de educación

técnica, mejorando el desarrollo y demostrando el aspecto económico, eficaz y ambientalmente viable que requiere la institución.

En las recomendaciones se está detallando los posibles factores que se usan para la instalación y poder elegir un buen sistema de climatización que brinde un buen trabajo en cada hora del día que se utilice sin que tenga ningún inconveniente a largo plazo con sus posibles mantenimientos y cuidados correspondientes.

En las conclusiones se analizó un sistema de climatización adecuado para la facultad de educación técnica para el desarrollo, la cual contribuiría de forma óptima para los beneficios de la institución.

## **ABSTRACT**

In the present project is to externalize degree a brief summary of each chapter and described in the methodological process which was made by analyzing the aspects comprising the HVAC system in the art faculty.

In Chapter 1, the scope for the development of this paper are introduced, specifying the justification, the problem statement that presents the technical faculty with your HVAC system, development of the overall objective and specific in this paper, the type of research conducted with the respective assumptions and methodology used in the project.

In chapter 2 the theoretical framework used with air conditioning processes, depending on the types of refrigeration and obtaining the necessary increased efficiency and comfort in use will be demonstrated.

Chapter 3 will continue the process of the theoretical framework employed, knowing basics of energy efficiency, to raise awareness on a rationale use of electrical equipment that currently exist and see if a new HVAC system for faculty is required.

In chapter 4 the use of energy efficiency is summarized in air conditioning systems, reviewing parts and types of refrigerants, as can also improve and helping the environment, and energy consumption for the owner.

Acquisition costs and an air conditioning system capacity that must be purchased at the faculty of technical education by improving the development and demonstrating the economic, efficient and environmentally viable aspect that requires the institution are detailed in Chapter 5.

The recommendations are detailing the possible factors that are used for installation and to choose a good HVAC system to provide good work for each hour of the day to be used without having any problem with long-term maintenance and care possible corresponding.

Conclusions HVAC system suitable for technical education faculty development was analyzed, which contribute optimally to the benefits of the institution.

## Índice

CAPITULO 1 .....	1
GENERALIDADES.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2 Planteamiento de problema.....	4
CAPITULO 2 .....	7
SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN.....	7
2.1 Sistemas de Climatización.....	7
2.1.1 Compresor.....	8
2.1.2 Dispositivo de expansión .....	9
2.1.3.- Evaporador.....	10
2.1.4.- Condensador .....	10
2.1.5.- Accesorios.....	10
2.2.1 Sistema de Climatización todo Aire.....	13
2.2.2 Sistema de Climatización todo Agua.....	14
2.2.3 Sistema de Climatización Aire-Agua.....	14
2.2.4 Sistema de Climatización Aire-Aire.....	15
2.3 EI ACONDICIONAMIENTO DE AIRE .....	15
2.4 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN POR ALCANCE .....	17
2.5 Instalación de la Climatización .....	20
<b>Componentes para una instalación</b> .....	20
2.6 La Climatización es Impacto Ambiental .....	22
2.7 Climatización Industrial.....	23
2.8 Tipos de sistemas de climatización industrial .....	24
2.8.1 Sistemas todo Agua.....	24
2.8.2 Sistema todo Aire .....	25
2.9 Aplicación de los sistemas de climatización en la industria.....	25
2.10 Refrigerantes.....	25
2.10.1 Características y Propiedades de los refrigerantes.....	26
2.10.3 Clasificación de los refrigerantes.....	27
CAPITULO 3 .....	31
EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	31

3.1 Eficiencia Energética.....	31
3.2 Eficiencia Energética ayuda al medio ambiente.....	32
3.3 Principales tipos de moderación de ahorro y eficiencia energética. ....	34
3.3.1 Medidas de Carácter Tecnológico.....	34
3.4 Eficiencia en calefacción y agua caliente .....	35
3.5 Etiqueta Energética .....	38
3.6 Consejos para aumentar la eficiencia en los electrodomésticos .....	39
CAPITULO 4 .....	41
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN .....	41
4.1 Eficiencia Energética en Sistemas de Refrigeración. ....	41
4.2 Eficiencia Energética en el frío .....	42
4.2.1 Elevación de la temperatura de evaporación .....	42
4.3 Volumen de refrigerantes desplazados y la capacidad frigorífica. ....	43
4.4 La eficiencia energética en refrigerantes .....	47
4.4.1 Tipos de pérdidas para los refrigerantes.....	48
4.5 Pérdidas del refrigerante .....	49
4.5.1 Pérdidas de aire y vapor de agua.....	50
4.5.2 Pérdidas de agua en el sistema.....	50
4.6 SÍNTOMAS DE PÉRDIDAS.....	52
4.7 MÉTODOS PARA DETECTAR PÉRDIDAS.....	53
4.8 PÉRDIDAS EN CONDENSADORES Y EVAPORADORES DE ENFRIADORAS.....	54
4.9 CALCULO PARA DEFINIR LA CAPACIDAD DE EQUIPO QUE SE PIENSA UTILIZAR. ....	55
4.9.1 FORMULAS PARA MEDIR LA CAPACIDAD EN TONELADAS DE REFRIGERACIÓN. ....	56
CAPITULO 5 .....	58
PRESUPUESTO PARA LA ADQUISICIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN.....	58
5.1 Análisis de los sistemas de climatización existentes en facultad técnica para el desarrollo.....	58
5.2 Propuesta para adquirir sistemas de climatización.....	59
5.3 Tipo de unidades de climatización.....	59
5.4 Características para la instalación de centralizadas de aire. ....	60
5.5 Diferencia entre sistemas de aire acondicionado central o mini Split.....	61
5.6 Costos de instalación .....	62

5.6.1 Para equipos de centrales de aire .....	62
5.6.2 Para instalación de centrales mini Split invertir .....	62
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES .....	67
BIBLIOGRAFÍAS: .....	68

## Índice de ilustración

Ilustración 1: Sistema de climatización .....	7
Ilustración 2: Sistemas de climatización .....	12
Ilustración 3: Sistemas de climatización todo aire.....	13
Ilustración 4: Sistemas de climatización todo agua.....	14
Ilustración 5: Climatización unitaria.....	18
Ilustración 6: Unidad Centralizada .....	19
Ilustración 7: Ciclo de enfriamiento y sus partes.....	21
Ilustración 8: Climatización es impacto ambiental.....	22
Ilustración 9: Calor latente .....	26
Ilustración 10: Volumen específicos de refrigerantes.....	26
Ilustración 11: Grupo de refrigerantes.....	27
Ilustración 12: Tabla de seguridad de refrigerante.....	28
Ilustración 13: Clasificación de los refrigerantes .....	30
Ilustración 14: Niveles de eficiencia .....	32
Ilustración 15: Eficiencia energética ayuda al medio ambiente.....	33
Ilustración 16: Caldera de condensación .....	36
Ilustración 17: Emisores térmicos .....	36
Ilustración 18: Acumuladores de calor .....	37
Ilustración 19: Bomba de calor.....	37
Ilustración 20: Modelo de etiqueta energética .....	39
Ilustración 21: Ciclo de eficiencia.....	40
Ilustración 22: Tipos de compresores .....	44

## **CAPITULO 1**

### **GENERALIDADES**

#### **INTRODUCCIÓN**

Desde hace tiempo se han utilizado sistemas de climatización para diferentes usos, desde un medio industrial como doméstico, siendo en la actualidad un medio necesario para obtener un ambiente agradable y placentero, poder habitar o incluso el de trabajar, usualmente se emplean varios tipos de sistemas de climatización, para que eso se pueda llevar a cabo, el proyecto que a continuación que desarrollará comprende de cómo mejorar este sistema de climatización que posee actualmente la facultad de educación técnica para el desarrollo y de cómo prevenir un mayor consumo de energía, además de dar un mayor provecho a estos equipos obteniendo un mejor ambiente, es decir mejorar la eficiencia del equipo para que haya menor consumo de energía, dependiendo del uso de modo industrial o doméstico como ciertos factores que se deben tomar en cuenta, la mayoría de los sistemas de climatización son a base de compresión, utilizan en sus sistemas de refrigeración un líquido refrigerante que se evapora en el proceso para enfriar el ambiente deseado y al finalizar el proceso regresa a su estado natural siendo un círculo cerrado de enfriamiento.

Una vez descrito el proceso de refrigeración y la función del líquido refrigerante al enfriar, al punto que este a una presión determinada mantiene una temperatura menor y reduce el calor, en pocas palabras “enfriá” y este

fluido que se convirtió en vapor por la compresión del mismo pasa por otro proceso y se condensa para volverse líquido otra vez llevando calor para que se complete el ciclo y para tener esta temperatura de condensación hay que aumentar la presión del gas.

Habiéndonos referido a que el sistema de refrigeración es un ciclo cerrado no debería tener deficiencia, pero si la hay, debido que el calor expulsado por los compresores, los condensadores, las válvulas de expansión o torres de refrigeración, en términos industriales son sistemas que dan energía y se puede aprovechar pero son desperdiciadas por no saber utilizarla correctamente y son arrojadas al medio ambiente sin percatarnos del gasto energético que se da. Por este motivo se quiere dar una manera de cómo ahorrar ese gasto energético y darle una manera de uso más eficiente y sea para aprovechar al máximo los sistemas de refrigeración y climatizar cualquier área sin el desgaste de energía excesiva.

Para seguir la observación de este proyecto se tomaran bases para optimizar los desgastes de energía que no son previstos aunque sean muy obvios como el calor que expulsan estos equipos en sí y los costos que se producen a largo a plazo, cuando deberían ser menor los costos, pero ahora utilizando la eficiencia energética daremos un cambio a esto ya que mejoraremos estos sistemas o trataremos de optimizarlos a su plena carga para que sean más eficientes y con menos expulsión de CO<sub>2</sub> como lo hacen actualmente, tratando de reducir los efectos de gases que causan daño a la atmosfera y los diferentes fluidos que se usan, claro en la actualidad ya se han cambiado esos refrigerantes y gases antiguos que se usaban además

que contaminaban indiscriminadamente al ecosistema, por lo que aplicando un sistema de climatización adecuado brindaría un nuevo camino a la eficiencia energética y al ahorro energético.

### **1.1 JUSTIFICACIÓN**

En este proyecto que se podría aplicar para la Universidad Católica Santiago de Guayaquil en la Facultad de “Educación Técnica para el desarrollo” se hablará acerca de los medios de climatización del edificio para esto nos daremos cuenta que para poder mejorar los sistema actuales por uno mejor, dependen de varios datos a tomar en cuenta y definir la capacidad que se requieran, el uso y el mantenimiento que se le pueda dar para cada uno de ellos y daremos unas opciones de cómo utilizarlo para aprovechar de forma más eficiente estos equipos, así como estos equipos de refrigeración ayudan al gasto de energía excesivo, para que al momento de emplearlos podamos darle un buen uso, aplicarlos al área que se requieran y como poder utilizar esa energía desperdiciada para un mejor uso en sí mismo y que los nuevos procesos o instalaciones de refrigeración sean más eficientes y propicios para los ambientes requeridos dando una mejora estable para los docentes, el alumnado en cada aula de clase y laboratorio del plantel educativo y que se impartan las clases con más confort para las personas.

Dando a conocer estratégicamente un medio adecuado para utilizar estos equipos y su mantenimiento en los diferentes tipos de sistemas de climatización por medio de los cálculos que se obtengan para adquirir el mejor componente que se utilice para ambientar el área o lugar que se desee condicionar, el aire sin embargo habría que modificar su utilización si se diera el caso para hacer mejor uso de ella en determinado momento o si es que no se pudiera hacer la instalación de dicha instalación para utilizarse dando el análisis del proyecto establecido

## **1.2 Planteamiento de problema.**

Analizando nuestro pensum académico tenemos una cátedra de sistema de climatización la cual vamos hacer uso de los conocimientos aprendidos en los salones de clases y por eso utilizarán las técnicas aprendidas para empezar a utilizar los conocimiento adquiridos para resolver este problema de eficiencia energética basándonos en los requerimientos que necesitaría la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

Para este proyecto se requiere mejorar la eficiencia de los equipos de climatización de la facultad mediante nuevos equipos y maneras de entregar este servicio para cada aula, mediante una manera de reducir costo y espacio para así tener mejores ambientes y menores gastos excesivos de energía viéndolo a largo plazo y mejorando las pérdidas que se obtienen de estos equipos tomando en cuenta la capacidad que podemos usar, es decir,

el espacio físico donde ubicar estos equipos y la capacidad para acondicionar el aire, procesarlo de una forma de proveer un mejor ambiente y propiciar el trabajo que se efectuará, será dichamente analítico y suposiciones de teorías basados en expectativas para exponer un mejor escenario para el plantel educativo y en un futuro se pueda utilizar una mejor unidad centralizada de climatización para ahorrar el gasto de equipos y de energía claro pensando en una inversión a largo plazo con los presentes objetivos al adquirir estos equipos e instalarlos.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar la eficiencia energética de los sistemas de climatización de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil

#### **1.3.2 Objetivo específico**

- Estudiar el método más efectivo para el ahorro de energía y eficiencia energética.
- Realizar un estudio de factibilidad para poder inferir si es viable utilizar un equipo más grande para climatizar toda la Facultad o dependiendo las áreas más importantes.

- Analizar las fórmulas para conseguir una equivalencia de toneladas de refrigeración para adquirir un equipo correspondiente para climatizar a la facultad.

#### **1.4 Tipo de investigación.**

Propondremos puntos de vista analíticos al utilizar sus componentes y poder mejorar la eficacia y veracidad del presente proyecto con biografías e información detallada, en donde se puede analizar, entender su comportamiento hacer nuevas teorías de lo que se quiere demostrar con solo datos sin ninguna implementación o demostración.

#### **1.5 Hipótesis**

Determinaremos que la eficiencia de esos equipos de climatización depende mucho del uso y mantenimiento que tienen, además de considerar la opción de adecuar un sistema de climatización mejorado que permita cubrir las pérdidas de energía que se puedan suscitar en el recorrido que se lleva para tener un ambiente más placentero para el docente y el alumnado.

#### **1.6 Metodología**

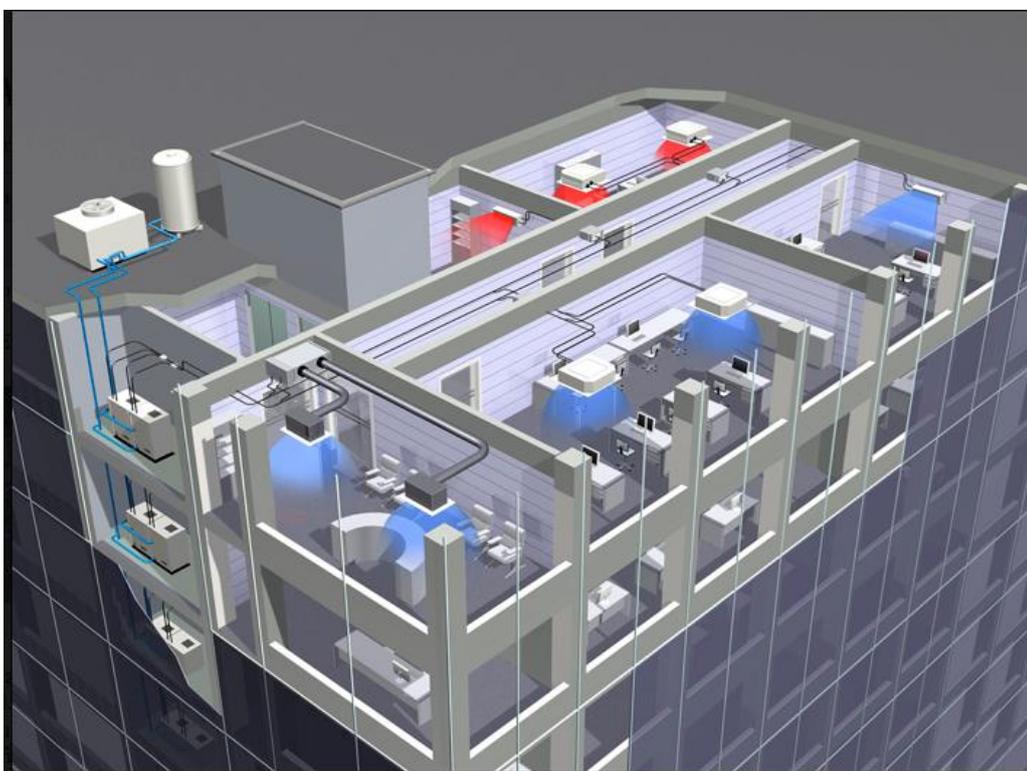
La investigación presente, corresponde un nivel de procedimiento teórico, el diseño es no experimental de carácter documental y del tipo analítico para una investigación documental: como su nombre lo indica, apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie referente al tema propuesto, tales como fuentes bibliográficas, hemerográficas o archivística.

## CAPITULO 2

### SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

#### 2.1 Sistemas de Climatización.

Los sistemas de climatización sirven para crear condiciones con temperaturas, humedad y acondicionamiento de aire para el confort de los espacios que se piensan habitar.



**Ilustración 1: Sistema de climatización**

**Fuente: Instalaciones térmicas de sistemas de climatización.**

En las normativas se define climatización a dar confort en áreas cerradas acondicionando la temperatura, humedad relativa, calidad de aire, y también presión si es necesario, para habitar y mantener en preservación las cosas.

Al hablar de este tema se piensa que dejen de hablar del aire acondicionado, por creer que se puede equivocarse uno pero la mayor parte de la gente se refiere a solo el tiempo de verano pero el acondicionamiento de aire se lo utiliza en los diferentes tiempos de las estaciones del año.

Pues cuando se refiere a un sistema de climatización este comprende varios parámetros como son la calefacción, la ventilación, y el acondicionamiento de aire para invierno y para el verano.

Partiendo de estos conocimientos se puede definir que es la climatización y a que se equivale llamarlo en inglés sería Heating, Ventilating and air conditioning, y sus siglas serían HVAC, lo cual da a conocer tres lados por individual pero junto que sería la calefacción, la ventilación y el acondicionamiento de aire y teniendo en cuenta que el acondicionamiento de aire se lleva a cabo por un proceso de refrigeración. Evitando confundirse en la traducción del concepto único que tiene llevando a cabo su propio proceso de aire acondicionado.

### **2.1.1 Compresor**

El compresor es una máquina que eleva la presión y desplaza ciertos tipos de fluidos considerados compresibles, como los gases. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y dicho fluido.

En el caso de la bomba de calor, el compresor aumenta la presión del refrigerante en estado gaseoso, que proviene del evaporador, para facilitar su paso de gas a líquido en el evaporador, cediendo calor al entorno.

Es el elemento más delicado del ciclo, el cuál debe pasar periódicamente revisiones y comprobaciones. Además, es el responsable del consumo eléctrico en la climatización con bomba de calor, al ser el único elemento en consumirla.

### **2.1.2 Dispositivo de expansión**

El dispositivo de expansión es el encargado de separar el lado de alta presión con el de baja. Se encuentra a la salida del condensador, y reduce la presión del fluido de forma isoentálpica antes de que éste entre en el evaporador.

La válvula de expansión termostática es el dispositivo de expansión más empleado, al variar el caudal de refrigerante que entra al evaporador con la temperatura del refrigerante en estado gaseoso a la salida del mismo. Además, protege al compresor de la entrada de líquido, pues permite mantener constante el grado de sobrecalentamiento del gas a la salida del evaporador.

### **2.1.3.- Evaporador**

El evaporador es un intercambiador de calor en el cual el fluido refrigerante entra como vapor húmedo, absorbe calor del medio, y sale en forma de gas, para comprimirse luego en el compresor.

Suele ser recomendable alcanzar un cierto grado de sobrecalentamiento para asegurar que no entre líquido al compresor, pues podría averiarlo.

Cuanto mayor sea el salto térmico entre la temperatura de evaporación y el fluido refrigerado, mayor será la potencia frigorífica.

### **2.1.4.- Condensador**

El condensador, al igual que el evaporador, es un intercambiador de calor que recoge el fluido refrigerante que sale del compresor en estado gaseoso y a gran temperatura, y donde cede calor a un medio que puede ser aire o agua. Como consecuencia de esto se produce la condensación del refrigerante.

Cuando se emplea agua de refrigeración, pueden ser principalmente de dos tipos: de placas, o intercambiadores de carcasa y tubos.

### **2.1.5.- Accesorios**

Los accesorios son componentes que sin ser imprescindibles para el funcionamiento de la bomba de calor, se suelen añadir para aumentar su

rendimiento, su fiabilidad, su calidad, o la facilidad de mantenimiento, entre otras.

En este caso, se estudiará la implantación de un regenerador, un intercambiador de calor que se situará a la salida del condensador y del evaporador. Con ello se consigue aumentar la temperatura del refrigerante justo antes de su entrada al compresor, y así aumentar la potencia útil del sistema, y su rendimiento.

## **2.2 Tipos de Sistemas de Climatización.**

Se introduce en los locales, para conseguir junto con los elementos terminales o equipos, las condiciones adecuadas para el ambiente a climatizar:

- Sistemas todo aire.
- Sistema todo agua.
- Sistemas aire-agua.
- Sistemas de refrigerante.

Según los fluidos del intercambiador pueden dar de manera un proceso frío o caliente dependiendo de lo que se vaya a utilizar y el área mediante diferentes métodos para aplicar el respectivo equipo.

- Aire-aire: Intercambio con aire en ambas unidades
- Aire-agua: Intercambio con aire en unidad exterior y agua en unidad interior

- Agua-aire: Intercambio con agua en unidad exterior y aire en unidad interior
- Agua-agua: Intercambio con agua en ambas unidades
- Tierra-agua: Intercambio con terreno en unidad exterior y agua en unidad interior

(Se nombra en primer lugar el medio en el que condensa el equipo, cuando funciona dando frío al local que queremos climatizar).



**Ilustración 2: Sistemas de climatización**

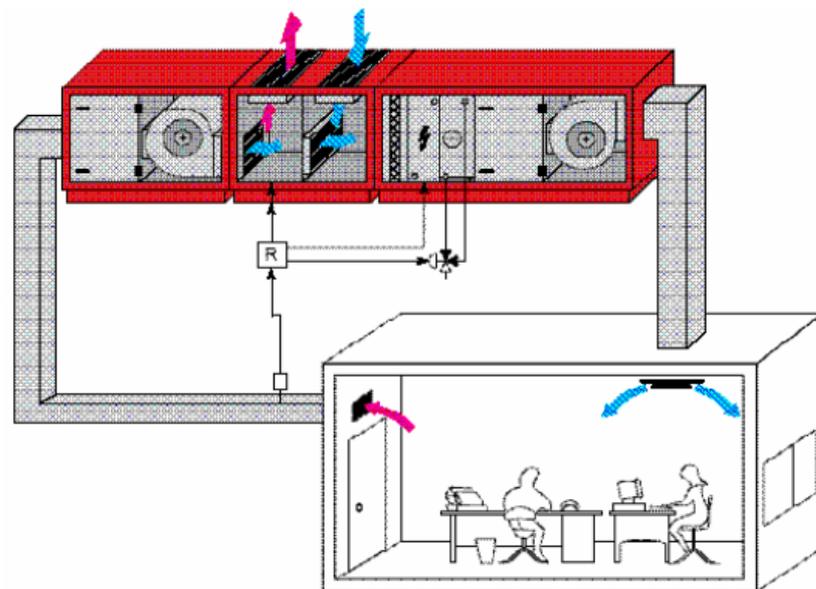
**Fuente: Instalaciones térmicas de sistemas de climatización.**

Estos tipos de métodos de climatización se los utiliza para hogares, locales, industrias siempre y cuando sea requerido para su pleno uso y se cumplan

los parámetros necesarios para mejorar su rendimiento en las bases que se vayan a utilizar siendo estos los procesos más utilizados, así sean estos para industria o para locales para ambientar o procesar el aire para acondicionarlo mejor.

### 2.2.1 Sistema de Climatización todo Aire.

Emplean un caudal de aire frío o caliente, para conseguir las condiciones deseadas en el lugar que se coloca.



**Ilustración 3: Sistemas de climatización todo aire**

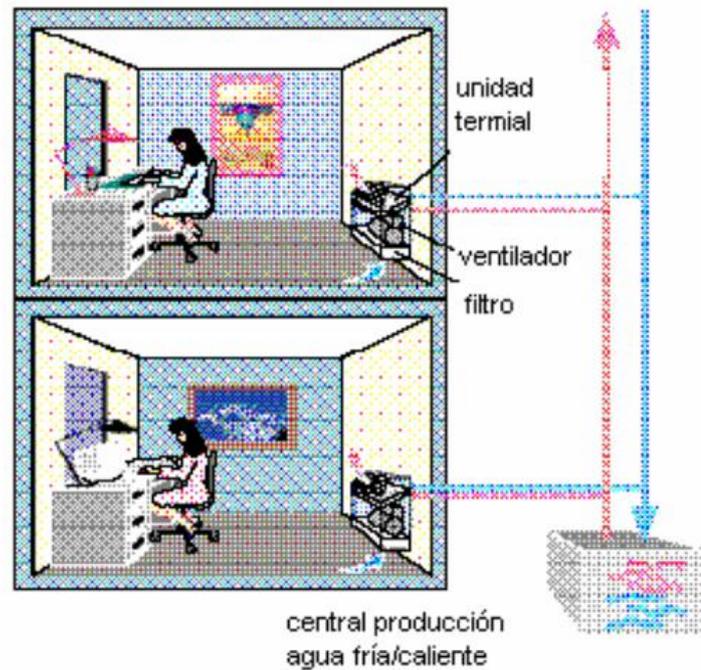
**Fuente: Fenercom – Sistemas de climatización**

Elementos terminales: difusores, rejillas, toberas...

- Equipos de expansión directa: roof-top, compactos verticales u horizontales, equipos partidos.
- Climatizadores con baterías de agua.

### 2.2.2 Sistema de Climatización todo Agua.

Utilizan como fluido caloportador una corriente de agua, fría o caliente.



**Ilustración 4: Sistemas de climatización todo agua**

**Fuente: Fenercom – Sistemas de climatización**

Elementos terminales: fan-coils, inductores, suelo radiante.

Unidades centralizadas: enfriadoras de agua, condensadas por aire o por agua, bombas de calor aire-agua o agua-agua, y/o calderas.

### 2.2.3 Sistema de Climatización Aire-Agua.

Utilizan al mismo tiempo un caudal de aire y uno de agua que llegan al local a climatizar.

#### **2.2.4 Sistema de Climatización Aire-Aire.**

Llevar el mismo fluido refrigerante a los locales a acondicionar.

En el local se dispone de un climatizador de expansión directa.

### **2.3 EI ACONDICIONAMIENTO DE AIRE**

Para acondicionar un hábitat o espacio se debe tomar en cuenta 3 factores:

- Las personas: Dependiendo de la actividad, el tiempo que las personas están en el espacio acondicionado las cuales provocan condiciones de calor que contrarrestan el acondicionamiento de aire.
- El aire: se refiere a la humedad, temperatura.
- El espacio: Mediante el tiempo que se utilice depende de donde del sol calentando el espacio indicado.

Los cambios de estaciones extremas entre el frío y el calor, son generalmente mayor a lo que se cree, donde las variaciones de temperaturas son entre el día y la noche y son cambios importantes.

Estas temperaturas que agradan a las personas, depende del tiempo de trabajo que haga el equipo, lo que esté utilizando y la humedad del ambiente.

En verano es entre los 18 a 23°C y en invierno es entre 22 a 28°C

En el borde del confort nos enseña que es posible que en pocos lados de la zona templada no se vaya a necesitar algún tipo de acondicionamiento de aire como sería la calefacción o la refrigeración, en todo el año que se lo use.

Este acondicionamiento de aire es mucho más comprensible que un control de temperatura, para ello se toma en cuenta lo siguiente:

- La temperatura exterior: Entre los elementos individuales que están en la parte exterior o interior no son resistentes al calor pero se los puede aislar dependiendo del tiempo de uso. Dando así una variación de temperatura desde más cálido a lo más frío en el ambiente que se piensa acondicionar cuanto más deprisa sea mejor será la transferencia de temperatura.
- La radiación solar: En la actualidad los nuevos edificios emplean las paredes de cristal esto nos ayuda a emplear nuevas técnicas para el incremento de temperatura cuando la radiación solar las atraviesa lo que es favorable en el invierno lo cual decae el requerimiento de la calefacción para ese tiempo. En varios sitios se utiliza mucho el acristalamiento aunque no es deseado en verano aunque en invierno es muy factible usarlo inclusive en lugares cerrados y opacos pero en verano incluso el sol demanda una temperatura alta haciendo, que el exterior de un salto de temperatura de exterior a interior y por lo tanto de paso de calor en los lugares cerrados opacos.
- La ventilación: En este parámetro el aire exterior del edificio depende mucho para el tratamiento del aire en el interior ya que en la ventilación este puede variar suponiendo que la temperatura del aire exterior no sea adecuada para la temperatura requerida en el espacio interior.

- La ocupación: Depende mucho de cuantas personas o seres vivos estén en el edificio ya que cada uno de ellos generan más o menos entre 80 y 150 w por actividad que se hagan en el espacio.
- La ofimática: En los espacios que se quiere acondicionar los aparatos eléctricos generan calor en su entorno.
- La iluminación: Este es un factor importante ya que es la que genera constantemente calor. La carga que la iluminación presenta es de entre 15 a 25 W/m<sup>2</sup>. Algunos de los almacenes grandes se calientan así mismo solo por su sistema de iluminación y el calor de los consumidores que llegan al local y este se abastece incondicionalmente.

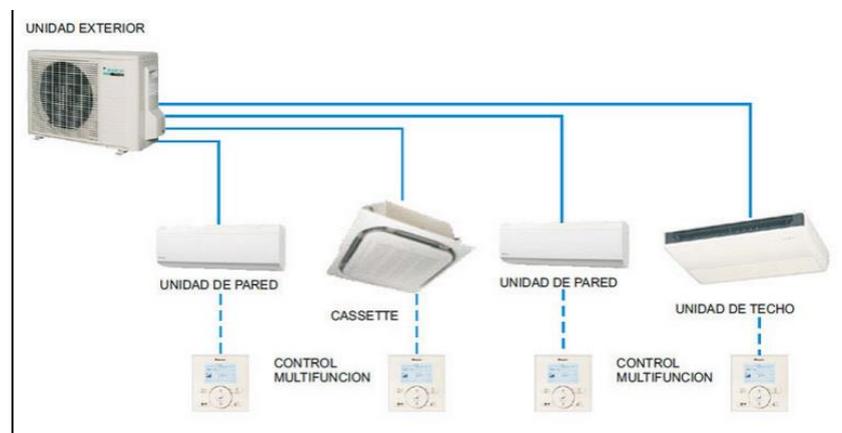
## **2.4 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN POR ALCANCE**

Los sistemas de climatización se puede hacer unitaria es decir en un solo local, con un aparato que emana energía térmica y centralizada, lo cual estos equipos producen energía térmica y esta a su vez las llevan mediante conductos a los locales a climatizar.

- Climatización unitaria. Para este tipo en el método de calefacción se emplea con chimeneas en el hogar y también hay varios tipos como los diferentes combustibles. En cambio para acondicionar un aire para que este frio se usan los climatizador o acondicionadores de ventana.

Para estos equipos que tienen deficiencia en lo que es calefacción cuando hay combustibles como el gas y el carbón se necesita aire para tener una buena combustión por el aire que proviene de afuera que no está caliente y que enfría el ambiente en confort. Es por eso que los equipos eléctricos pequeños pueden causar un gran impacto que uno de gran tamaño, solo por su mayor número de corriente entre la suma de todos los equipos.

En el verano los sistemas de climatización, es decir, los aparatos de climatización unitarios no tienen buen control del aire expedido y crean mayor humedad en el local que se emplee.



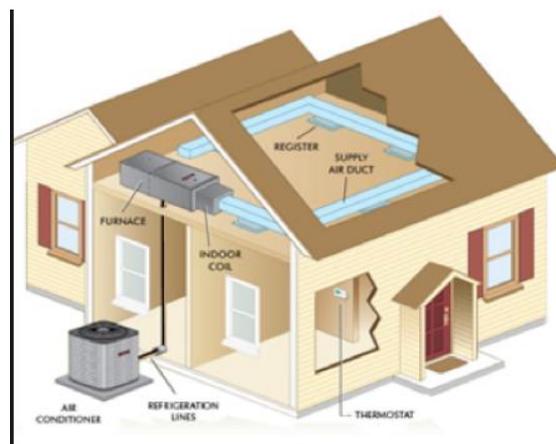
**Ilustración 5: Climatización unitaria**

**Fuente: Sacyv / sistemas de climatización**

- Climatización centralizada: Para este proceso de climatización se los puede utilizar en dos ocasiones como sería la de pequeño consumidor que sería vivienda o la de grande consumidor sea edificio.

- Ahora los sistemas tradicionales de calefacción tienen caldera y una red de tuberías que transportan el calor, por un caloportador, frecuentemente hacia los radiadores, Para que los procesos de calefacción de agua caliente permitan que estos sirvan para instalaciones pequeñas como viviendas en su interior hasta instalaciones de gran alcance como urbanizaciones o edificios ya son de sistemas más especializados.

Los sistemas climatización tienen aparatos que comprenden el condensador y el compresor, que están ubicados en el exterior del edificio y los evaporadores que se encuentran en el interior de los locales que se planean climatizar los cuales son los multi split. Tienen un rendimiento mejor individual pero fracasan en el control de humedad en el espacio que se encuentran.



**Ilustración 6: Unidad Centralizada**

**Fuente: Conditioner air**

## **2.5 Instalación de la Climatización**

Para la instalación de un equipo de climatización puede ser parcial o total. Cuando se habla de climatización total corresponde al tratamiento de aire en el ambiente es decir: limpieza (El filtrado de aire), temperatura (Dependiendo de las estaciones del año), humedad y las presión.

Cuando es parcial se tratan más que algunos de estos parámetros y completa cuando es todas ellas, en un sistema parcial es muy común el de calefacción para el agua caliente, por ejemplo en el invierno que no se acondiciona el aire, y pues los acondicionadores de ventana que se usan en verano dependiendo del tipo de trabajo pero el calor es demasiado que a veces no cumplen en refrigerar el ambiente o con la humedad relativa del aire cuyo control es eficiente cuando se encuentran en temporada de climas húmedos en el ambiente.

### **Componentes para una instalación**

Los sistemas de climatización abarcan las siguientes partes:

- Generación de energía térmica (frío y calor)
- Se transportaran desde el primario de esa energía (calor o frio) a donde se la utilice, este transporte se hace por agua.
- Uso de la energía térmica, que puede ser:
  - Un climatizador: equipo de tratamiento del aire (UTA) que adquiere la energía de una red de agua, dependiendo si es

caliente o fría, y, por el otro lado el aire del exterior que es aire de ventilación que se lo puede mezclar depende del caso si lo trata y lo genera hacia los locales a refrigerar.

- Directamente a aparatos terminales: Es cuando se habla de sistemas sin ventilación y es decir que para refrigerar se utilizarían ventiloconvectores o llamados también fan-coils para la calefacción en los radiadores o también los tipos ventiloconvectores.
- Las dos cosas a la vez: climatizadores y aparatos terminales.
- El traslado de aires tratado se llevan por conductos en condiciones adecuadas que transportan el aire a los locales para refrigerar.
- En los locales que se emplean este tipo de climatización de aire tratado debe dar el alcance a toda la zona habitada dentro del espacio que se piensa ocupar para el confort



**Ilustración 7: Ciclo de enfriamiento y sus partes**

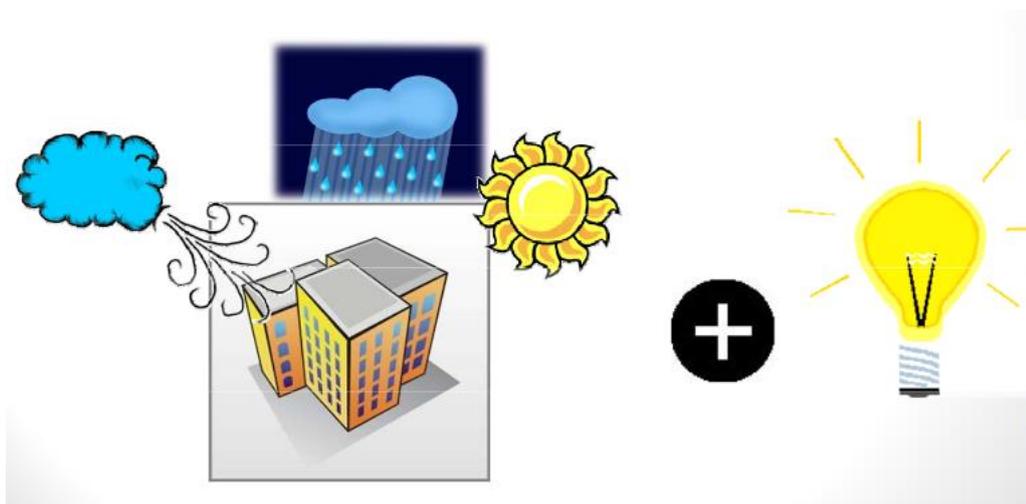
**Fuente: Foro frio**

Hay instalaciones que no utilizan todas sus partes. Por ejemplo una corriente de instalación reducida es la calefacción por radiadores: lo cual genera energía térmica, transporta por agua y los equipos terminales que emiten al ambiente, pero no tratan el aire, ni la ventila solamente erosiona contaminantes o residuos al ambiente.

## 2.6 La Climatización es Impacto Ambiental

Estos inmuebles que se construyeron como muros a la lluvia, al viento y a veces pantallas de calor o luz. Entre ellos siempre se proyectan a veces apantallamientos delicados para la luz o el calor.

Para esto el consumo de energía de los sistemas de climatización se resuelve por ignorar las condiciones de clima.



**Ilustración 8: Climatización es impacto ambiental**

**Fuente: Energy lab.**

En estos días se puede predecir la demanda y el consumo de energía de los sistemas de climatización y otros sistemas aleatorios, como son los

programas conocidos por software específicos, como el Mc4, Cleaner, Energy Plus, etc.

Cuando se ha construido un edificio virtual por medio de programas podríamos saber la cantidad de energía que necesita para que el equipo funcione.

Para incorporar al prototipo los datos de orientación, los parámetros de confort, la clase de involucramiento, los sistemas de climatización, el destino, etc. Donde se lo puede optimizar cuantas veces sea necesario, hasta que se encuentren opciones de energía más eficientes que darán ahorros económicos muy importantes, dando así mayor eficiencia ambiental.

Se debe cumplir con una selección para un sistema de climatización más eficiente y energética:

- Bajo consumo de energía
- Bajo impacto ambientalista
- Bajo gasto de inversión

## **2.7 Climatización Industrial**

En las industrias son exactamente los mismos parámetros que se emplean para climatizar un área o lugar para establecer unas condiciones estables a comodidad de las personas que estén en el área asignada para dar un mayor confort para realizar el trabajo que se esté empleando en el momento.

Estos parámetros son los siguientes al tener en cuenta para climatizar un lugar:

- La Temperatura
- La Humedad
- La Calidad de aire

La Temperatura: se debe esta si el lugar donde se usara es para calefacción o refrigeración.

La Humedad: Este parámetro depende del lugar si se necesitara mediante humectación o deshumidificación para el área a considerarse.

La calidad de aire: este parámetro se lo puede ambientar mediante la instalación de filtros para sacar las impurezas en el lugar donde se llevara a cabo.

## **2.8 Tipos de sistemas de climatización industrial**

Existen dos tipos de sistemas de climatización para las industrias estas serían:

- Sistemas todo Agua
- Sistemas todo Aire

### **2.8.1 Sistemas todo Agua**

Para la calefacción, el equipo que genera agua caliente alimenta directamente, o por un intercambiador a la red de distribución.

Para la refrigeración no utilizamos intercambiadores, es decir que el fluido refrigerado colector va directamente a la red de distribución y al evaporador y completa su ciclo.

### **2.8.2 Sistema todo Aire**

El elemento principal es el climatizador o unidad de tratamiento de aire (UTA), este se encarga de cambiar el aire del ambiente para ponerlo de forma continua a una agradable temperatura y humedad propicia.

### **2.9 Aplicación de los sistemas de climatización en la industria.**

Cuando se habla de climatización en industria se imagina grandes equipos para mantener lugares frescos, es decir, a una temperatura estable y apta para habitar ya que dependiendo de la industria puede ser muy fría o muy caliente el lugar que se vaya a climatizar esto se lo puede calcular dependiendo de los parámetros que se usen o se observen en la industria o el trabajo que se vaya a aplicar

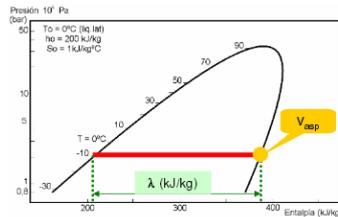
### **2.10 Refrigerantes**

Los refrigerantes se los utiliza para el transporte de calor lo cual necesita un sistema de refrigeración que absorbe el calor a bajas temperatura y presión del compresor y este lo cede con temperatura y presión elevadas llevando a cabo los estados de fluidos.

### 2.10.1 Características y Propiedades de los refrigerantes.

El alto calor latente de vaporización en el sistema:  $\lambda$  (kJ/kg)

Autorizamos acortar el caudal másico que circula el refrigerante (kg/s)

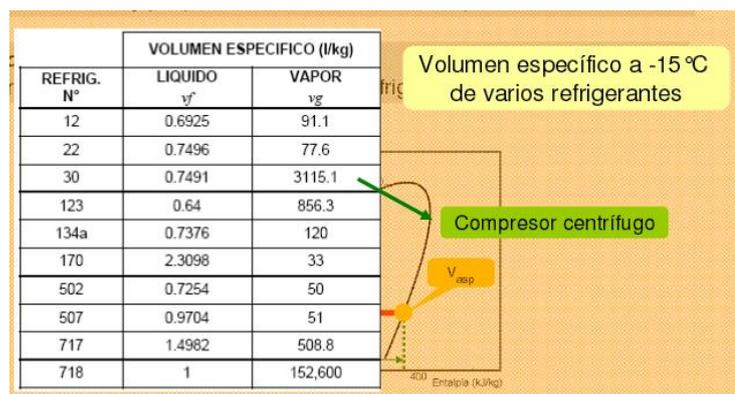


**Ilustración 9: Calor latente**

**Fuente: Personales unican - Transparencias**

Menor volumen específico del vapor en la absorción:  $V_{asp}$  (m<sup>3</sup>/kg)

Esta es una forma de reducir el tamaño del equipo entre el compresor y las tuberías



**Ilustración 10: Volumen específicos de refrigerantes**

**Fuente: Personales unican - Transparencias**

### 2.10.3 Clasificación de los refrigerantes.

#### Por las presiones:

- Baja presión, de P atm a T en ebullición es alta, mayor a +20°C
- Media presión, donde T ebullición es entre +20°C y los –30°C
- Alta presión, donde T ebullición es baja, entre –30°C y –80°C
- Muy alta presión, donde T ebullición es muy baja, menor a –80°C

#### Por el Reglamento de seguridad

**En el primer grupo:** Es entre si el gas es toxico o es combustible

**En el segundo grupo:** Si es tóxica o si es corrosiva, el combustible o explosivo a un 3,5 % o más en el volumen.

**En el tercer grupo:** están el combustible o explosivo a inferior a un 3,5%

G 1º	G 2º	G 3º
R 12 / R 22	R 717	Propano R 290
R 134a		Butano R 600
R 404a		

**Ilustración 11: Grupo de refrigerantes**

**Fuente: Personales unican - Transparencias**

## Por Seguridad

En toxicidad dependiendo de su tiempo de exposición y su concentración.

Entre los grupos están: El A y El B

TVL (TWA): valor límite umbral de concentración para la jornada laboral, 8 h/día, sin sufrir efectos adversos

TVL (STEL): valor límite umbral de concentración para 15 min, que no se debe exceder en la jornada laboral

TVL (C): valor límite umbral de concentración instantánea que no se debe pasar:

•Inflamabilidad y Explosividad (% vol. o ppm), tres Grupos: 1, 2 y 3 LI, Limite de concentración de aire que puede ser explosiva mediante su mezcla LS, Limite de concentración de aire que puede dejar de ser explosiva mediante su mezcla por la falta de oxígeno.

Nueva Designación	No propaga llama (1)	Baja Inflam. (2)	Alta Inflam. (3)
Baja Toxicidad (A)	A1 G1	A2 G3b	A3 G3
Alta Toxicidad (B)	B1 G2	B2 G2	B3 G3a

**Ilustración 12: Tabla de seguridad de refrigerante**

**Fuente: Personales unican - Transparencias**

Cuando se habla de su composición química (I): entre inorgánicos y los orgánicos que son los hidrocarburos.

CFC's: son dos átomos Cloro, muy estables en la atmósfera con más de 100 años, y cooperan a la aniquilación del ozono. R11, R12, R113, R114, R115, R-500 y R-502

Los HCFC's: un solo átomo de Cloro, su vida es entre 2 a 28 años, y perjudican a la capa de ozono del 2 al 10% de CFC, siendo una solución de en medio, que interviene con más cantidad que los CFC al calentar el planeta. R-22, R-123, R-124 y R-141b

Estos HFC's: H, F y C, no dañan al ozono, solo que en si tienen consecuencias importantes en el efecto de invernadero en el planeta. R-152a, R-32, R-125 y R-143<sup>a</sup>

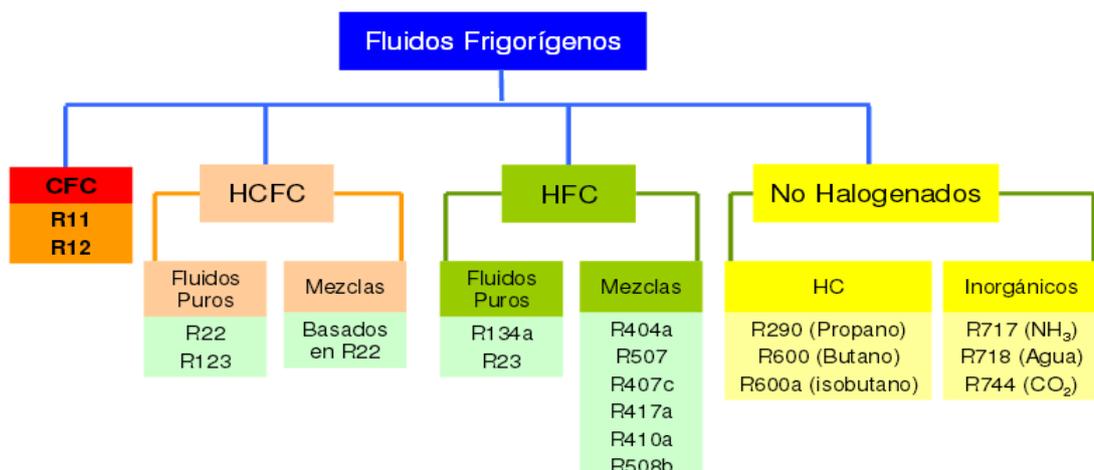
Combinación: se diferencian entre sus propiedades en el cargo de sus componentes

Azeotrópica: Es cuando se condensa y se evapora a temperatura constante, R5XX

Zeotrópica: Nos enseña alargamiento, R4XX

Los fluidos de operación natural:

- El amoníaco R717 (NH<sub>3</sub>), un buen refrigerante, las complicaciones son su excesiva toxicidad y no es compatible con el cobre, y se compone con el acero
- Los hidrocarburos (HC's), propano (R290), butano (R600) y sus combinaciones, es que el problema es su fácil inflamabilidad
- El agua (R718) es un excelente fluido de operación para altas temperaturas
- También está el CO<sub>2</sub> (R744)



**Ilustración 13: Clasificación de los refrigerantes**

**Fuente: Personales unican - Transparencias**

## CAPITULO 3

### EFICIENCIA ENERGÉTICA

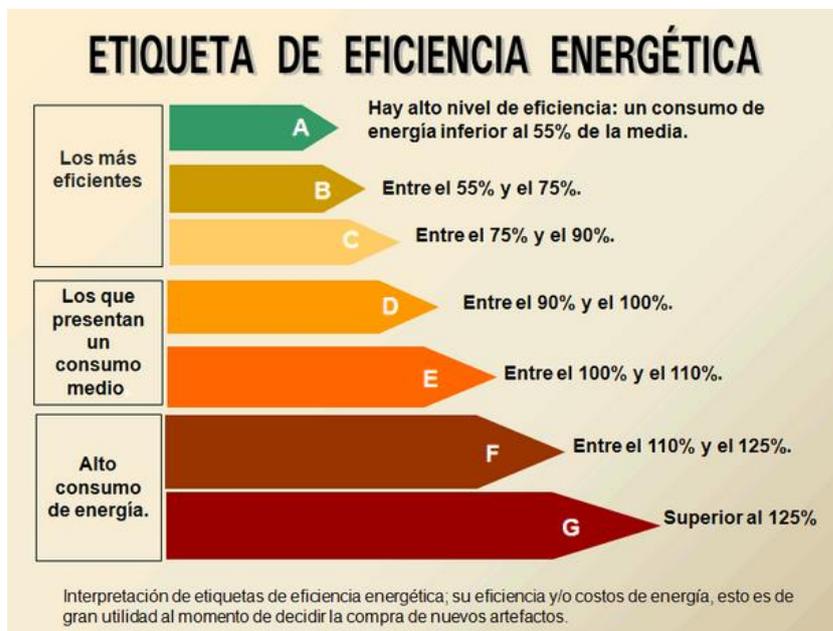
#### 3.1 Eficiencia Energética

La eficiencia energética es el acto de ahorrar el gasto de energía en lo menor posible para consumir menos energía de la habitual y dando el mismo rendimiento que cuando se utilizaba la misma energía haciéndola más eficiente para el sistema o el ciclo que se está utilizando careciendo del aumento enorme de energía que se tiene al momento para satisfacer la calidad del cliente que demande y reemplazando un equipo por otro dando igual o mayor confort con los mismos parámetros pero con menor consumo de energía y brindando un ahorro de energía a largo plazo.

Cuando ahorramos energía reducimos las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efectos de invernaderos previniendo el calentamiento global y cambios climáticos en la atmosfera.

Por otra parte la eficiencia energética no se puede lograr sin comunión de las demás personas, es decir, que aunque los equipos sean muy eficientes o bien ahorradores de energía necesitan un pleno mantenimiento para seguir funcionando en óptimas condiciones y dar una mayor eficiencia al trabajo que se esté empleando en el momento dado claro que con mucho cuidado

toda máquina pierde su eficiencia dependiendo del uso y desuso que se le den a los equipos.



**Ilustración 14: Niveles de eficiencia**

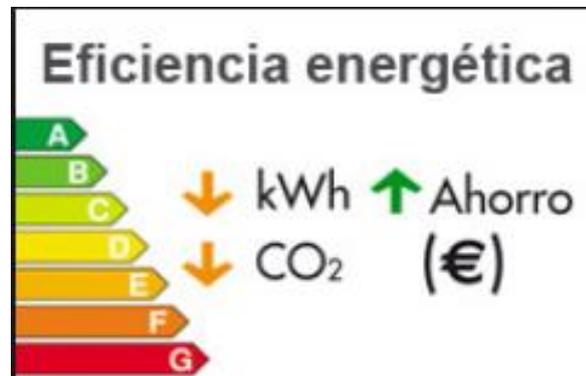
**Fuente: Inmocio, eficiencia energética**

Cuando se habla de eficiencia energética hay ventajas económicas por el costo de la energía mediante el kW/h que normalmente nosotros consumimos e que aumentan por el despilfarro de energía que se utiliza.

### **3.2 Eficiencia Energética ayuda al medio ambiente.**

En la disminución de como consumir menos energía hay maneras distintas y sencillas para aminorar las emisiones que contaminan con CO<sub>2</sub>, es decir, dióxido de carbono y varios gases que causan el efecto de invernadero al

planeta, para así poder luchar contra el calentamiento global y los cambios climáticos que ocurren en el planeta.



**Ilustración 15: Eficiencia energética ayuda al medio ambiente**

**Fuente: Iluminet, eficiencia energética.**

Es decir cuando consumimos menos energía, adquirimos varias ventajas para el cuidado del medioambiente y para la salud humana, acortando el nivel de contaminación en el aire, en el mar y en la tierra, se respira y se vive mucho mejor en áreas menos contaminadas. Además se reduce el riesgo de lluvia acida, la destrucción de bosques y espacios naturales.

Las diferencias que se notan son varias como, por ejemplo, las económicas que influyen en los consumidores de energía, con los kilovatio-hora (kWh) de esta manera se puede modificar los la rutina de consumo o reemplazar los aparatos eléctricos para ahorrar dinero pero mientras sean eficientes.

### **3.3 Principales tipos de moderación de ahorro y eficiencia energética.**

Una manera para conseguir eficiencia energética y ahorro es de varias situaciones como su cargo empleado:

- Moderación de carácter tecnológico: Es en el reemplazo de origen de energías contaminantes con su eficiencia energética.
- Moderación para el consumo responsable: Enfatizar la cultura y normas para el ahorro de energía.
- Moderación de instrumentos: económicas, normativas, fiscales y de gestión.

Estas disposiciones se denota hacia los sectores que se relacionan con la generación de energía en el trámite de oferta, también hacia sectores por demanda que consumen energía: como doméstico, industrial, PYMES, edificaciones, etc.

#### **3.3.1 Medidas de Carácter Tecnológico.**

Las disposiciones de carácter tecnológico son para el ahorro del consumo de energía mediante nuevas ideas para variar los procesos en los aparatos de generación de energía y equipos eléctricos.

Estas disposiciones se pueden adaptar dependiendo del sector que se usen como puede ser de oferta o de la demanda.

- Las disposiciones de mejora en los procesos productivos y de los equipos

Abarcan las disposiciones nuevas para mejorar el rendimiento en el procedimiento de generación de energía eléctrica, es decir, se pueden usar ciclos combinados y también cogeneración en centrales térmicas convencionales.

- Disposición de reemplazo de fuentes de energía

Estas disposiciones engloban para el reemplazo de combustibles fósil, y también otros combustibles fósiles pero siendo más eficientes y disminuyendo el contaminante, así como el gas natural o el diesel sintético. Las disposiciones de reemplazo más eficaz es cuando se reemplace los combustibles fósiles por energías renovables, para eliminar los contaminantes con generación de energía eléctrica. Como por ejemplo los parques eólicos que reemplazan los KWh generados por viento que los KWh generados por la central térmica convencional.

### **3.4 Eficiencia en calefacción y agua caliente**

Estos servicios lo cuales son la calefacción y el agua caliente son los que más energía consumen llegando a un alto porcentaje de 46% en el uso de la calefacción y un 20% en el uso del agua caliente para cualquier vivienda siendo estos márgenes de consumos muy altos para poder mantener una eficiencia.

### a) Calefacción eficiente

Hay sistemas que nos ayudan en mantener una eficiencia energética como son los siguientes:

**Calderas de condensación:** Reducen hasta un 20% del consumo de energía en comparación a las calderas convencionales que se utilizan.



**Ilustración 16: Caldera de condensación**

**Fuente: Energy lab.**

**Emisores térmicos:** Es un sistema de calefacción que se constituye por radiadores eléctricos de consumo mínimo.



**Ilustración 17: Emisores térmicos**

**Fuente: Energy lab.**

**Acumuladores de calor:** Es un sistema de calefacción que dan o retienen calor frecuentemente en las noches con una tarifa reducida.



**Ilustración 18: Acumuladores de calor**

**Fuente: Energy lab.**

**Bombas de calor:** Generan aire frío en el tiempo de verano y a su vez sirven como calefacción ya que también producen aire caliente.



**Ilustración 19: Bomba de calor**

**Fuente: Energy lab.**

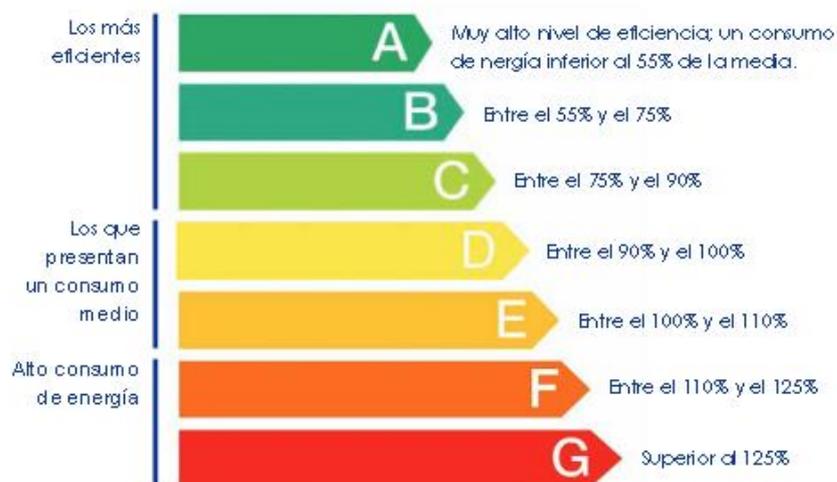
### 3.5 Etiqueta Energética

Es una herramienta que ahora se está utilizando para indicar la cantidad de energía que usan los electrodomésticos y la eficiencia con que se utiliza aparte de otros datos que complementan el equipo.

A continuación algunos equipos que llevan la etiqueta energética:

- Refrigeradoras y congeladores.
- Lavadoras de ropa.
- Lavavajillas.
- Secadores.
- Lavadoras secadoras.
- Bombillas de luz.
- Hornos eléctricos.
- Acondicionadores de aire.

Los refrigeradores y congeladores, tienen la distribución de energía que se extiende en dos clases más, que son las A+ y A++. Estas son posiciones más exigentes porque son electrodomésticos que tienen más horas de operación y de funcionamiento.



**Ilustración 20: Modela de etiqueta energética**

**Fuente: Energy lab.**

### 3.6 Consejos para aumentar la eficiencia en los electrodomésticos

Cuando se debe usar los aparatos para generar una mayor eficiencia:

- La lavadora y el lavavajillas se deben usar cuando estén llenos y a baja temperatura.
- Cocinar los alimentos cuando estén a temperatura ambiente.
- Mantener una separación de 15 cm entre el frigorífico y la pared para permitir que tenga ventilación.
- El frigorífico debe permanecer abierto el menor tiempo posible.
- No dejar los electrodomésticos en estado de stand-by, ya que siguen consumiendo energía.
- Planchar primero la ropa más delgada y, con la plancha ya caliente, la más gruesa. Así se empleará menos tiempo y se gastará menos energía.

- Lavar la ropa a 60 °C consume casi el doble de energía que a 40°C.
- Aprovechar el calor residual de la vitrocerámica.
- No introducir alimentos calientes en el frigorífico, ya que harán gastar más energía.
- Descongelar los alimentos antes de cocinarlos. Si la descongelación se realiza dentro del frigorífico, se puede aprovechar el frío que desprenden.
- Usar el microondas en lugar de la cocina para calentar los desayunos, es mucho más rápido y consume menos.
- Usar el lavavajillas es mucho más económico y eficiente que lavar a mano.
- Tapar las ollas durante la cocción ayuda a consumir menos energía.



**Ilustración 21: Ciclo de eficiencia**

**Fuente: Energy Efficiency**

## CAPITULO 4

### EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

#### 4.1 Eficiencia Energética en Sistemas de Refrigeración.

A continuación nos daremos cuenta que la mayoría de sistemas de climatización usan energía eléctrica para empezar sus procesos o ciclos donde dan a utilizar los compresores, motores y otros equipos asociados.

En las industrias se usa el frío o aire congelado para diferentes procesos es decir de fabricación de alimentos o de tratamiento de textiles, etc.

Para utilizar estos métodos de eficiencia de energía en los sistemas de climatización es necesario conocer los tipos de distribución y generación de energía hasta su uso final.

Para empezar cuando se quiere ser eficiente se necesita conocer que se va usar ya sea varios sistemas o de diversa complejidad, dando así una representación de lo que queremos mostrar en nuestro ciclo eficiente de refrigeración ya que este puede tener compresores, sistemas de expansión, evaporadores y condensadores.

Para empezar se pueden optar por parámetros de operación en los usos dependiendo de los días, meses o años, así se puede verificar que mes se ha consumido mayor energía y cuando los equipos usan un elevado consumo de energía.

Cuando usted quiera proponer un balance del consumo energético se lo podía hacer dependiendo del consumo, es decir, se lo calcularía por toneladas de refrigeración con esto usted sabrá la energía que utiliza en sus instalaciones.

## **4.2 Eficiencia Energética en el frío**

### **4.2.1 Elevación de la temperatura de evaporación**

Mientras la temperatura de evaporación del sistema de climatización sea menor a su consumo de energía, el aumento de 1°C sería un ahorro de 1% a 4% de energía.

Ahora si planteamos que si reducimos el volumen específico del refrigerante con el aumento de la temperatura de evaporación afecta al compresor y a las pérdidas en la línea de succión, y podría mejorar entre un 4% y 6% eso si se va aumentando un 1°C de la temperatura de evaporación.

Algunas maneras de reducir la temperatura de evaporación son:

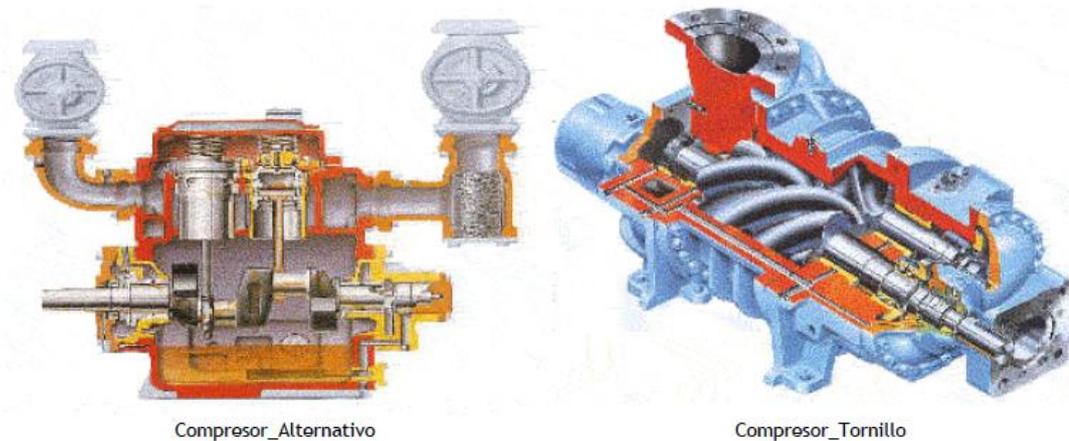
- Mantener los evaporadores libre de hielo.
- Evitar obstrucciones al flujo de aire en las cámaras de frío.
- Mantener los intercambiadores de calor libre de obstrucciones, aceite, etc.
- Evitar la acumulación de aceite de los compresores en los evaporadores, para esto es necesario dimensionar correctamente las líneas de succión y utilizar separadores de aceite eficientes.

- Limpiar o cambiar periódicamente los filtros de refrigerante, con el fin de evitar minimizar las pérdidas de presión a través de ellos.
- Elevar la temperatura de evaporación hasta el mayor valor posible, en función de las necesidades del proyecto.

#### **4.3 Volumen de refrigerantes desplazados y la capacidad frigorífica.**

Completando el análisis energético que por además se toma determinar las variables y los parámetros del gas amoníaco para el sistema de refrigeración hay que averiguar el volumen desplazado que recorre por el sistema. Después de saber la masa del refrigerante que recorre en el sistema en lb/h y el calor que absorbe el evaporador como en BTU/h, se dará el cálculo para la capacidad frigorífica y estas a su vez en toneladas de refrigeración.

Para los sistemas de climatización de mediana y gran capacidad, se instalarán cada tipo de compresor dependiendo del uso: como son los de tornillos, los centrífugos, los reciprocantes o de pistones y compresores scroll.



**Ilustración 22: Tipos de compresores**

**Fuente: Energía now, artículos de sistemas de climatización.**

Para el volumen desplazado de refrigerante es dependiendo de la capacidad, el tipo de compresor y las reglas del refrigerantes en la succión. En la actualidad para los sistemas de climatización de mediana y gran capacidad se revise el flujo de refrigerante a través de sistemas de medición, que están compuestas por toberas, platillos, tubos pitot, venturis, etc.

Los cuales estos equipos o elementos de medición, mandan una señal eléctrica hasta el PLC o autómatas. Entonces el PLC reenvía la señal con el dato a operar, y este lo consigue en unidades de volumen o masa por unidad de tiempo.

Cuando no se sepa cuál es la medida del derrame del refrigerante, se podría valorar por el tipo de compresor. Es decir, por los compresores alternativos sabiendo el diámetro del pistón, pulgadas (D), la longitud de la carrera, pulgadas (L), y el número de rev por min o por hora (n), cantidad de pistones (N), y el rendimiento volumétrico de la compresión  $n_v$  y las características

aspiradas de la succión del compresor, se puede calcular el volumen que se desplaza al instante.

Para los sistemas de climatización es habitual que vengan establecidos un control de capacidad, para que tengan varios ciclos de marcha por la demanda que lleven, por eso los sondeos y cálculos son esenciales para los parámetros a utilizar de temperatura, flujo de refrigerante y presión.

Es importante anotar diferentes lecturas y mediciones para los parámetros y variables termodinámicas, dando a conocer el comportamiento energético e indicadores de eficiencia q se refleje en los cálculos serán significativos para las variantes en el sistema de operación.

Existen relaciones de eficiencia para calcular el comportamiento energético, como es la Energy Efficiency Ratio (EER): es la relación de energía de enfriamiento QB dadas en BTU/H y la potencia en watt para seguir su trabajo de operación. Es decir, que este coeficiente es igual COP, siendo este mayor que la unidad.

$$EER = (QB, \text{ BTU/h}) / \text{Watt}$$

Las normas internacionales dictan que la producción y desarrollo de sistemas de climatización, obligan a que los fabricantes hagan de estos equipos más eficientes para que haya menos consumo y se puedan utilizar mayor número de veces.

Para evaluar el comportamiento energético en los sistemas de climatización es la Relación Estacional de la Eficiencia Energética – Seasonal Energy

Efficiency Ratio (SEER): Definido por el Air Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute en su standar ARI 210/240 del 2008 para el Coeficiente de Comportamiento Estacional de un Aire Acondicionado o una Bomba de Calor.

El SEER es la cantidad de unidades de BTU de enfriamiento que se generan durante un periodo o estación del año, dividido por el consumo total de energía eléctrica expresado en Watt-horas que se ha empleado en igual periodo.

Esta relación tiene valores superiores a la unidad y actualmente las normativas en USA establecen valores SEER=24.

$$\text{SEER} = (\text{QB, BTU/año}) / \text{Watt-h}$$

Hay relación entre el EER y el SEER para los sistemas de central domestico que se contemplan a continuación:

$$\text{EER} = 0,85 \times \text{SEER}.$$

Para calificar la conducta del equipo, hay que aprovechar todo el porcentaje del evaporador (PAE) para alcanzar una eficiencia en resultado del evaporador, puntualizando como:

$$\text{PAE} = X/I$$

Explicando que el PAE es que 1 es el largo del evaporador, y X es la distancia que trabaja el evaporador, medida desde el comienzo y hasta donde termina la evaporación.

Por el tipo de evaporador y los instrumentos con que se utilicen para el sistema, hay varias formas de medir el valor de X. Cuando la evaporación termina es porque la temperatura de vapor se altera y empieza a recalentarse en sí.

La eficiencia volumétrica del compresor se define como:

$$N_{vol} = (m v_1) / (vD)$$

- m : flujo de refrigerante en unidades de masa, masa/tiempo
- v1 : volumen específico en punto 1
- vD : volumen desplazado por el pistón por unidad de tiempo

Las unidades prácticas de capacidad de climatización son:

La tonelada de refrigeración, la kilocaloría y la frigoría. La equivalencia entre estas dos unidades es la siguiente:

$$1 \text{ ton} = 288\,000 \text{ BTU/día} = 12\,000 \text{ BTU/h} = 200 \text{ BTU/min}$$

$$1 \text{ ton} = 3024 \text{ Kcal/h, frigorías/h}$$

$$1 \text{ ton} = 3,517 \text{ kW frigorífico}$$

#### **4.4 La eficiencia energética en refrigerantes**

Particularmente el refrigerante en los equipos de refrigeración o climatización es importante el mantenimiento preventivo para que el equipo este en

excelentes condiciones. Para esto todo equipo de refrigeración debe tener la cantidad exacta para funcionar en su máxima eficiencia. Cuidando que al colocar el refrigerante no entre nada al sistema de refrigeración sino que solo el refrigerante ya que si no se dañarían los equipos y dejarían de funcionar.

Mediante este capítulo se verá cómo prevenir fallas costosas en los equipos y garantizar la vida útil de su equipo. Manteniendo y evitando fallos que serán gestiones de refrigerantes para aumentar la eficiencia.

Cuando se habla de refrigerante no se piensa en pérdidas por ser líquido o gas pero son la principal causa de pérdidas relacionadas aunque no es usual en las enfriadoras perder grandes cantidades de refrigerante.

Es decir que las centrales de refrigeración que no les hagan buen mantenimiento pierden una parte de su carga de refrigerante a lo largo del año. En cambio los equipos nuevos necesitan una menor cantidad pero igual aparecen pérdidas que se tendrán que reparar.

Exceptuando a los sistemas pequeños y herméticos son casi inmunes a las pérdidas que incluso pueden sufrir fallas de uniones soldadas y ahí generan pérdidas.

#### **4.4.1 Tipos de pérdidas para los refrigerantes**

Existen tres maneras para controlar las perdidas en el sistema:

- Pérdidas de refrigerante,

- Pérdidas de aire y vapor de agua en el sistema.
- Pérdidas de agua en el sistema.

Estas molestias pueden seguir o no dependiendo de la características del sistema y la presión que ejerza el refrigerante en el sistema.

#### **4.5 Pérdidas del refrigerante**

Las pérdidas del refrigerante se pueden localizar dependiendo del circuito del sistema de refrigeración ya que ellas tienen un importante efecto en la eficiencia energética para su instalación y mantenimiento.

Cuando la presión del refrigerante en su interior es mayor que la presión atmosférica, el sistema pierde refrigerante y esto a su vez causa un trabajo ineficiente para todo el sistema de refrigeración.

Estos refrigerantes comúnmente son de alta presión, ya que van incrementando y cambiando su presión por su ciclo de refrigeración.

En si estas presiones de los refrigerantes están por muy encima a la presión atmosférica incluso mayores a las de la succión del compresor.

Para refrigerantes de presión baja trabajan a presiones superiores a la atmosférica en el lado de descarga del compresor, que incluye al condensador, y entonces por el lado de alta presión es donde pierden refrigerante.

Estos refrigerantes de baja presión se pierden por la acción del purgado en el sistema, ya que requieren de esto para este sistema de refrigeración. A

decir verdad no se ve como perdida pero en sí lo es porque tiene el mismo efecto.

Los costos para reponer el refrigerante es significativo, por no decir de la contaminación que emana al ambiente estas pérdidas, y tendremos problemas en el rendimiento de la instalación al no controlar estas pedidas.

#### **4.5.1 Pérdidas de aire y vapor de agua**

En el interior del sistema la presión del refrigerante es menor a la atmosfera y puede entrar aire por las fisuras del sistema y el aire que transporta vapor de agua. Reduciendo la eficiencia del equipo.

Para grandes consumidores o plantas frigoríficas se usan refrigerantes halocarbonados, por lo tanto el aire y la humedad causan daños al sistema, y empieza a dañar los ductos de enfriamiento inmediatamente cuando entran al sistema, incluso aunque haiga dispositivos de purga para acabar con ellas.

#### **4.5.2 Pérdidas de agua en el sistema**

Para estas enfriadoras de agua con condensadores de agua fría hay problemas que provocan perdidas por las pérdidas de agua del lado del refrigerante del sistema.

Estos daños que se producen por el agua son los que se generan por el vapor.

Y habiendo pérdidas de líquidos de cualquier tamaño, los efectos serán muchos más grandes y perjudiciales.

Más probable que hagan pérdidas es a través del agua del evaporador de una enfriadora de agua. En el sistema esta tiene una presión interna muy baja. Hay un diferencial de presión en el evaporador que sucede cuando el compresor está funcionando.

A veces con refrigerantes de alta presión, la presión del agua en el evaporador puede ser mayor que la presión de refrigerante. Esto suele suceder porque el evaporador está cargado por grandes presiones hidrostáticas del sistema alto de distribución de agua fría.

Para sistemas de baja presión hay riesgos que suelen pasar como que le entre agua al sistema a través del condensador de agua fría, es por eso que los refrigerantes de presión alta son bastante resistentes para no permitir entradas de pérdidas de agua en el condensador.

Se pueden localizar pérdidas en el sistema de climatización como son las siguientes:

- Sellado de ejes de compresores con motores de transmisión externa.
- Ejes de operación para las aletas de vía de admisión en enfriadoras centrífugas.
- Cualquier mecanismo de movimientos que se transmita a través de la carcasa.
- Cajas de cableado que pasan a través del lado del refrigerante del sistema para motores internos, descargador es de cilindros, sensores, etc.
- Conexiones de carga.

- Huecos de medidores.
- Accesorios roscados.
- Juntas.
- Aletas de serpentinas de refrigeración, especialmente en conexiones soldadas.
- Uniones soldadas, especialmente en viejas unidades donde la corrosión interna puede haber penetrado al a través de las imperfecciones de la soldadura.

#### **4.6 SÍNTOMAS DE PÉRDIDAS**

Para gestionar las perdidas es importante conocer donde ubicar el problema. Mantener un registro único y continuo de la cantidad de refrigerante que se usa para abastecer el sistema.

En los sistemas con presiones positivas, las pérdidas se denotan por la existencia de grietas. En cambio en los sistemas de presiones negativas, las pérdidas indican que existe una ineficiencia o disfuncionamiento del equipo de purga, o también existan perdidas de aire.

Trabajo de purga que se opera se mantiene registrado el tiempo de trabajo de los equipos de purgado, y esto se debe a los gases no refrigerantes que se adhieren a la presión parcial de ellos mismos.

Otra condición es cuando en el sistema decae la carga del refrigerante y ahí una caída de presión pero se disfraza con la elevación de presión que hay en presencia de aire filtrado en el sistema.

#### 4.7 MÉTODOS PARA DETECTAR PÉRDIDAS

Las pérdidas de refrigerante son difíciles de detectar porque se producen lentamente en el entorno y las soluciones para detectar estas pérdidas dependen del tipo de refrigerante y de la ubicación en el sistema. Estos son métodos que describimos para detectar pérdidas en el sistema de refrigeración.

- Apariencia visible de corrosión: Es porque el refrigerante escapa y se mezcla con vapor de agua y aire y forma ácidos corrosivos. Se puede ubicar esto inspeccionando donde hayan acero con óxido y en aleaciones de cobre un color verdoso.
- Burbujas jabonosas: Se pueden utilizar burbujas jabonosas para detectar las pérdidas de cualquier refrigerante. Es muy sencillo humedecemos en agua una esponja y pasamos en las grietas para revisar si se crean burbujas para detectar las fugas en el sistema, pero si son muy grandes las grietas puede caer la espuma jabonosa y haciendo perder la detección.
- Detector de ionización electrónico (electronic ionization detector): Es un nuevo tipo de ensayador de refrigerantes halocarbonados. Funciona y analizando el gas halocarbonado entre electrodos de platino cargados y sintiendo la ionización de la corriente. Es muy sensible.
- Tintes en el aceite refrigerante: Este método se lo puede utilizar para refrigerantes que usen aceite en el sistema que tenga. La persona

mueve el aceite y detecta los puntos de pérdida. Existen tintes fluorescentes en el mercado que se usan para detectar estas pérdidas con una linterna ultravioleta portátil.

- Olor: Para los refrigerantes de gases fuertes como el amoníaco y otros gases se puede detectar sin muchos inconvenientes dependiendo si la fisura es bastante grande para que salgan estos gases al ambiente.

#### **4.8 PÉRDIDAS EN CONDENSADORES Y EVAPORADORES DE ENFRIADORAS**

Para localizar las pérdidas de refrigerantes están pueden perderse en el agua del evaporador o condensador y será incierto donde se esté perdiendo el refrigerante.

Si no vemos que haya pérdidas externas habríamos que deducir que las pérdidas se encuentran o están sucediendo en el interior, para detectar estas pérdidas se vaciarían el condensador o evaporador para ubicar cual está dando pérdidas al sistema.

Se puede usar en el evaporador detectores de pérdidas en compartimiento de agua el sistema de venteo de agua fría, esto es para saber si hay pérdidas grandes que este filtrando refrigerante o mezclas de químicos alterados entre sí o con el agua.

Para el condensador, es decir, detectar una falla se puede usar refrigerantes sensibles en el punto donde haya pérdidas y haiga agua de enfriamiento que

se bombee a la torre de enfriamiento o al punto de succión. No nos dará una exactitud si se suponen de pérdidas pequeñas en el sistema

Para conseguir una mejora y no tener tantas pérdidas se deberán tomar en cuenta las anteriores sugerencias y así poder evitar pérdidas y alzar su eficiencia tal vez entre un promedio de 5% y 20%

#### **4.9 CALCULO PARA DEFINIR LA CAPACIDAD DE EQUIPO QUE SE PIENSA UTILIZAR.**

En este sub tema se piensa recatar con fórmulas aprendidas en clases los métodos más eficientes y prácticos que se usan en la vida diaria para definir la capacidad de toneladas de refrigeración de los equipos de climatización en el mercado y poder comprar uno que cumplan nuestras expectativas con la capacidad suficiente para nuestros requerimientos.

Tomando en cuenta varios factores como son el espacio físico, la cantidad de personas en ese espacio físico, los equipos eléctricos en ese espacio físico, y otro factor que es la iluminación solar que dependiendo de eso si da un porcentaje importantísimo a las toneladas de refrigeración para cada equipo.

#### 4.9.1 FORMULAS PARA MEDIR LA CAPACIDAD EN TONELADAS DE REFRIGERACIÓN.

Basándose en los apuntes de las clases de sistemas de climatización uno se puede dar a conocer las siguientes fórmulas para dar una cantidad en toneladas de refrigeración la primera fórmula es:

$$C = 230 \times V + (\#P \text{ y } \#E \times 476)$$

Dónde:

C = Capacidad en tonelada de refrigeración.

230 = Constante

V = Volumen del espacio físico

#P = Número de personas

#E = Número de equipos eléctricos

476 = Constante

La segunda fórmula es:

$$C = 3063 + (600 \times P) + (164 \times m^2) + (714 \times m^2) + (3414 \times KW) \pm 10\%$$

Donde:

C = capacidad en toneladas de refrigeración

600 x P = Constante por número de personas

164 x m<sup>2</sup> = Constante por dimensión del espacio físico

714 x m<sup>2</sup> = Constante por volumen de ventana

3414 x KW = Constante por kilovatios de equipos eléctricos.

± 10 % = Este valor es el porcentaje de la luz solar, es decir, si le da el sol o no el espacio físico.

Aplicando el método más efectivo que se puede recurrir es decir a la primera fórmula:

$$C = 230 \times V + (\#P \text{ y } \#E \times 476)$$

Se calculara un aire acondicionado con los siguientes datos:

Un aula de clase de 5 mts de ancho, 8 mts de largo y 2.5 mts de alto

Habr  40 estudiantes y 1 profesor

Habr  un computador, un infocus, y las luminarias

Dado estos datos se considera que:

$$V = 5 \times 8 \times 2.5 = 100 \text{ m}^3$$

Aplicamos la formula

$$C = 230 \times 100 \text{ m}^3 + (44 \times 476)$$

$$C = 230 \times 100 \text{ m}^3 + (20944)$$

$$C = 43944 \text{ BTU}$$

$$C = 45.000 \text{ BTU}$$

$$C = 4 \text{ Toneladas de refrigeraci3n}$$

Tomando en cuenta los resultados se utilizaran 4 toneladas de refrigeraci3n ya que cada 12.000 BTU es una tonelada de refrigeraci3n para cada aula de clases.

## CAPITULO 5

### PRESUPUESTO PARA LA ADQUISICIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

#### **5.1 Análisis de los sistemas de climatización existentes en facultad técnica para el desarrollo.**

En la actualidad, la facultad técnica tiene un sistema de climatización unitario por cada salón de clase y laboratorio, es decir, poseen aires acondicionados tipo ventana, los cuales tienen un consumo de energía mayor y son menos estéticos.

De acuerdo a lo que la facultad técnica tiene en su totalidad de equipos de climatización, se puede deducir el gasto económico que tiene la facultad, con base de los kilovatios hora que usan durante el día o mes la institución

Tomando en consideración los KW/h de consumo que se emplean con estos aires acondicionados tipo ventana con capacidad de 12.000 BTU, con un trabajo de 10 horas y estimando unos 40 equipos que tiene la facultad técnica, dando un consumo al mes de \$937.96 dólares americanos esta cifra es un aproximado y se puede comprobar por la planilla de facturación que tiene la empresa eléctrica de Guayaquil en su sitio web.

## **5.2 Propuesta para adquirir sistemas de climatización.**

A continuación se presenta una propuesta para el cambio por un sistema de climatización adecuado, que requiere utilizar para así modernizar los equipos existentes y mejorarlo por uno nuevo siendo más eficiente y confortable para los usuarios.

Para referirse al presupuesto para adquirir el sistema de climatización adecuado en la facultad técnica, con el cálculo ya hecho por las dimensiones de cada aula que comprende la facultad dando así para modernizar y mejorar.

## **5.3 Tipo de unidades de climatización.**

En el proyecto se instalará para mayor comodidad y estancia un sistema de climatización, que complazca a todos los espacios en la institución, con una unidad central de aire acondicionado o un sistema de centrales mini Split, es decir, sistemas mixtos ya que para esto son sistemas de dos partes detallados como la parte de accesorios que se los instalan dentro del edificio y la segunda parte más grande y dependiendo si es muy ruidosa se lo instalara en la parte de afuera ya sea en la parte superior del edificio o en cuartos aislados para disminuir la polución al aire libre.

La institución Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo en sí, no tiene conductos para que se pueda transportar este aire acondicionado es

considerado que se necesitan construir o instalar ductos para transportar este aire a los diferentes habitaciones o aulas de clases.

#### **5.4 Características para la instalación de centralizadas de aire.**

Las instalaciones de estos equipos normalmente se las pueden ubicar en la parte más alta y al aire libre para que tengan una mejor distribución del sistema de aire para todo el edificio como se usara para un edificio de educación de la universidad se necesitara un aire acondicionado de gran potencia de BTU.

Para esta instalación es necesaria saber varios requisitos que se deben tomar en cuenta para estos equipos como son:

- **Peso de la Instalación**

Las unidades exteriores pueden superar los 300 kg, deben ser aisladas de las superficies de las cubiertas, instaladas sobre bancadas con una estructura que no transmita las vibraciones.

- **Vibraciones y Ruidos**

De no ser modelos que cuenten con corrección acústica de fábrica, debe preverse un apantallamiento para aislar del ruido a las viviendas aledañas.

- **Aspecto Estético**

La ubicación del equipo en la cubierta debe ser contemplada por su impacto estético. Pueden instalarse pantallas decorativas que oculten dichos equipos.

- **Tuberías de Distribución**

Los tubos de fluido deben disponerse en sitios proyectados a tal fin, que permitan su correcta instalación y la posibilidad de acceder a personal técnico para su mantenimiento.

### **5.5 Diferencia entre sistemas de aire acondicionado central o mini Split.**

Para este proyecto se decidirá como lo mejor para la institución es instalar un aire acondicionado central o un sistema de mini Split ya que es necesario adquirir uno que dependa del uso que se tiende a dar, como vamos a ponerlo en una facultad que se utilizan por horas es mejor adquirir mini Split, es decir, se utilizará un sistema más práctico con una inversión fuerte reflejará a largo plazo los costos de energía que utilicen estos aires y dependiendo del uso que se le dé al equipo.

Para un sistema central de mini split se considera el consumo de mucha energía por ser equipos grandes, ahora en la actualidad se están empleando los mini split inverter que utilizan energía DC que es corriente continua y nos favorece en el consumo como en el costo de energía eléctrica.

## 5.6 Costos de instalación

### 5.6.1 Para equipos de centrales de aire

Para la instalación de estos equipos será ágil aunque dependiendo que la facultad de educación técnica para el desarrollo no posee ductos de ventilación para satisfacer esta necesidad el costo estimado que planteado sería puesto en la tabla que se detalla a continuación:

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
1	Unidad central de aire de 3 toneladas	4	800	3,200
1	Unidad central de aire de 2 toneladas	2	600	1,200
	Ductos de aires			5,000
<b>TOTAL</b>				<b>9,400</b>

Estos serían los cálculos que se necesitarían para el costo estimado siendo esto una investigación los precios pueden cambiar, solo con la compra de los equipos en su totalidad sin considerar la mano de obra de instalación de los equipos que sería por medio de la empresa que adquieran estos sistemas de climatización correspondiente.

### 5.6.2 Para instalación de centrales mini Split invertir

Para el proyecto se recomienda los sistemas de aire mini split inverter ya que por su eficiencia energética y su fácil instalación son los más indicado para esto, obvio que se verá una inversión muy costosa al principio pero a largo plazo se verá la inversión por el consumo energético que se tendrá ya

que estos aires acondicionado tienen una eficiencia de hasta un 40% en consumo de energía el costo a gastar pero solo como mini split inverter separados se muestra en la tabla a continuación:

<b>UND</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
1	Unidad central multi split inverter de 5 toneladas	4	1,200	4,800
1	Unidad central multi split inverter de 4 toneladas	2	1,000	2,000
<b>TOTAL</b>				<b>6,800</b>

Para los mini split inverter se recomienda usar el sistema multi split ya que cada Split es independiente a diferencia de la central de aire que es monótona.

Para esto solo se aumentaría los diferentes evaporadores los cuales son los que están en la parte de adentro de local, hogar, o lugar donde se quiera acondicionar el aire para tener un mayor confort.

A parte de que este equipo es totalmente independiente también es muy eficiente para el consumo y la gradualidad del clima para la utilización de estos equipos ya que se los puede calibrar para que estos equipos se encienden y apagan pero la diferencia es que consumen energía en corriente directa y con la tecnología inverter se puede ahorrar desde un 25% hasta un 50%, dependiendo de su uso. Además, las bombas de calor con esta tecnología son también más eficientes, pues pueden seguir operando

en óptimas condiciones incluso cuando la temperatura exterior es mucho menor a 6°C.

Así mismo por cada sistema multi split que se vaya a utilizar para cada edificio, por un estimado de 10 horas de trabajo al día, con una capacidad de 60,000 BTU para que alcance las toneladas de refrigeración necesaria, este tendrá un gasto en kW/h de \$703,47 dólares americanos al mes, tomando este valor como estimado del consumo real de la planilla de la empresa eléctrica de Guayaquil en su página web.

## CONCLUSIONES

En los resultados que se obtuvieron a continuación se da a conocer las siguientes conclusiones:

Es primordial utilizar un sistema de climatización adecuado a fin de contribuir a un ambiente agradable de enseñanza y aprendizaje.

El equipamiento utilizado para un sistema de climatización adecuado en la Facultad técnica del desarrollo permitirá aportar de forma significativa al medio ambiente al no desperdiciar los recursos energéticos además de reducir el costo kW/h de los componentes actuales.

Como resultado de las capacidades en cada uno de los equipos que se utilizan para tener una mayor capacidad en elegir un sistema adecuado para el hogar, local o espacio físico que se planea acondicionar a fin de tener un mayor confort y habitad.

Se denota que al estatuto que creó el SEER (Relación Estacional de Eficiencia Energética) y el SCOP (Coeficiente Estacional de Rendimiento Energético) se puede ubicar en tal sentido dependiendo de la capacidad en cuanto a la eficiencia generada por los equipos demostrado en la siguiente tabla:

	SEER	SCOP
A+++	SEER $\geq$ 8,50	SCOP $\geq$ 5,10
A++	6,10 $\leq$ SEER < 8,50	4,60 $\leq$ SCOP < 5,10
A+	5,60 $\leq$ SEER < 6,10	4,00 $\leq$ SCOP < 4,60
A	5,10 $\leq$ SEER < 5,60	3,40 $\leq$ SCOP < 4,00
B	4,60 $\leq$ SEER < 5,10	3,10 $\leq$ SCOP < 3,40
C	4,10 $\leq$ SEER < 4,60	2,80 $\leq$ SCOP < 3,10
D	3,60 $\leq$ SEER < 4,10	2,50 $\leq$ SCOP < 2,80
E	3,10 $\leq$ SEER < 3,60	2,20 $\leq$ SCOP < 2,50
F	2,60 $\leq$ SEER < 3,10	1,90 $\leq$ SCOP < 2,20
G	SEER < 2,60	SCOP < 1,90

**Tabla: Eficiencia energética de climatización y bombas de calor**

**Fuente: Nergiza, eficiencia de aire acondicionado**

Colocando cada equipo con sus respectivos sistemas de instalación expuestos anteriormente, cada uno tiene sus propios requerimientos por lo tanto la mayor efectividad serían los multi split de manera independiente en cada aula de clases y así mismo regulen la temperatura a gusto siendo más fácil el proceso de instalación sin ductos ni complicaciones.

## RECOMENDACIONES

En el proyecto que se está detallando a continuación se da algunas recomendaciones para adquirir un sistema de aire dependiendo de las necesidades que se necesite para ello en este trabajo de titulación se enfatizó en lo que es la eficiencia energética para estos equipos que haya en el mercado.

- 1.- Estas recomendaciones se requiere instalar estos equipos en espacios abiertos y lugares altos para que tengan una buena ventilación.
- 2.- Ahora los equipos actuales de climatización que usamos tienen que tener un rango de eficiencia energética y se lo puede comprobar dependiendo de su SEER (Relación Estacional de Eficiencia Energética)
- 3.- Dependiendo de los lugares que se vayan a climatizar se piensa en cuanto será la capacidad que se piensa ubicar siendo esto ya que cada tonelada de refrigeración es igual a 12,000 BTU (Unidad Térmica Británica)
- 4.- Tomar en cuenta que estos equipos que se emplean se usan dependiendo del propietario hay que darle mantenimiento y usar tipos de refrigerantes para que estén en sus óptimo funcionamiento

**BIBLIOGRAFÍAS:**

<http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/006%20M%C3%B3dulo%20VI%20%28AEE%20Refrigeraci%C3%B3n%29.pdf>

[http://www.frioycalor.cl/92/rev\\_92.pdf](http://www.frioycalor.cl/92/rev_92.pdf)

[http://www.energianow.com/Articulos/sistema\\_refrigeracion\\_eficiencia.pdf](http://www.energianow.com/Articulos/sistema_refrigeracion_eficiencia.pdf)

<http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/climatizacion-industrial-unidades-de-tratamiento-de-aire-utas>

[http://www.energylab.es/fotos/120110105412\\_lgUr.pdf](http://www.energylab.es/fotos/120110105412_lgUr.pdf)

<http://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4049/fichero/3.+EQUIPOS+DE+CLIMATIZACION.pdf>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Climatizaci%C3%B3n>

[http://www.chilectra.cl/wps/wcm/connect/6e7197804768974cb9eebb90403b605f/MGutierrez-Charla\\_Chilectra-Junio2011.pdf?MOD=AJPERES&Tipo=DOC](http://www.chilectra.cl/wps/wcm/connect/6e7197804768974cb9eebb90403b605f/MGutierrez-Charla_Chilectra-Junio2011.pdf?MOD=AJPERES&Tipo=DOC)

<http://www.fenercom.com/pages/pdf/informacion/formacion/Sistemas-de-Climatizacion.pdf>

<http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Sistemas-eficientes-de-climatizacion-y-uso-de-energias-renovables-fenercom-2011.pdf>

<http://todoproductividad.blogspot.com/2010/06/tecnologias-emergentes-de-refrigeracion.html>

[http://www.frioycalor.cl/92/rev\\_92.pdf](http://www.frioycalor.cl/92/rev_92.pdf)

[http://www.futurenergia.org/ww/es/pub/futurenergia/energy\\_world\\_/guide.htm](http://www.futurenergia.org/ww/es/pub/futurenergia/energy_world_/guide.htm)

<http://www.consultoree.cl/wp-content/uploads/2013/07/Ejemplos->

[Pr%C3%A1cticos-Correspondientes-a-la-Gu%C3%ADa\\_0.pdf](#)

<http://personales.unican.es/renedoc/Trasperecias%20WEB/Trasp%20Tec%20Frig/005%20Refrig%20y%20Salm.pdf>

[http://www.ehowenespanol.com/costo-promedio-instalar-sistema-aire-calefaccion-central-sobre\\_274690/](http://www.ehowenespanol.com/costo-promedio-instalar-sistema-aire-calefaccion-central-sobre_274690/)

<http://www.electricaguayaquil.gob.ec/index.php/calculo-de-consumo>