

“ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL  
DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA  
AMBIENTES DE LABORATORIO DE CIVA DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

Tesis presentada previo a la obtención del título de Ingeniero/a en Electromecánica

**Autores:**

Chuchico Vaca Lizeth Nataly

Guanoluisa Lema Cristian Andrés

**Director:**

Ing. Mullo Quevedo Alvaro Santiago

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- Chuchico Vaca Lizeth Nataly
- Guanoluisa Lema Cristian Andrés

Con la tesis, cuyo título es: **“ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA AMBIENTES DE LABORATORIO DE CIYA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”.**

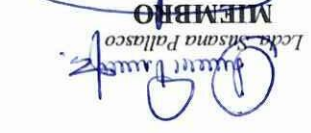
Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

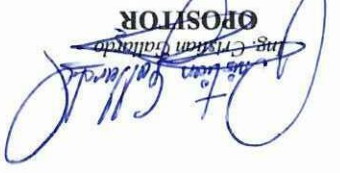
Latacunga, 25 de Noviembre del 2013.

Para constancia firman:

  
Ing. Marcelo Tello  
PRESIDENTE

  
Lema Cristian Andrés  
MIEMBRO

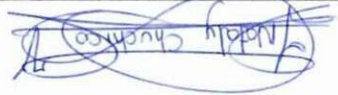
  
Ing. Álvaro Amato  
TUTOR (DIRECTOR)

  
Ing. Cristian Palacios  
OPOSITOR

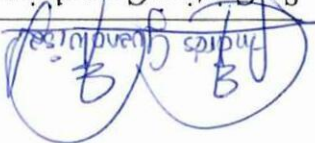
## AUTORÍA

Este documento es de exclusiva autoría de los investigadores: Chuchico Vaca Lizeth Nataly y Guanoluisa Lema Cristian Andrés; quienes nos responsabilizamos por las ideas y comentarios emitidos en la elaboración de este proyecto de tesis.

Sra. Lizeth Chuchico Vaca  
INVESTIGADORA



Sr. Cristian Guanoluisa Lema  
INVESTIGADOR



De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes **Lizeth Nataly Chuchico Vaca** y **Cristian Andrés Guanoluisa Lema**, han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **"ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA AMBIENTES DE LABORATORIO DE CIVA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI"**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 25 de Noviembre del 2013

EL DIRECTOR

  
Álvaro Santiago Muñiz Quevedo  
C.C. 050276854-2  
DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director técnico del trabajo de Investigación sobre el Tema:  
**“ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL  
DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA  
AMBIENTES DE LABORATORIO DE CIVA DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE COTOPAXI”,** cuyos postulantes de la Carrera de Ingeniería  
Electromecánica son: Sr. Cristian Andrés Guanoluisa Lema y Sra. Lizeth Nataly  
Chuchico Vaca; se ha considerado, que los estudiantes han realizado el respectivo  
diseño de un Sistema de Aire Acondicionado para los 5 laboratorios del CIVA,  
cumpliendo con los objetivos planteados para ser sometidos a aprobación por el  
Honorable Consejo Académico de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería  
Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, 25 de Noviembre del 2013.

EL DIRECTOR

  
Alvaro Santiago Mollo Quevedo  
C.C. 050276854-2  
DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, LIC. LIDIA REBECA YUGLA LEMA, con cédula de ciudadanía N° 050265234-0, CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión del ABSTRACT, con el tema: "ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD Y FACTIBILIDAD PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA AMBIENTES DE LABORATORIO DE CIVA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI", cuyos autores es la Señorita Lizeth Nataly Chuchico Vaca y el Señor Cristian Andrés Guanoluisa Lema, y el director de tesis Ing. Alvaro Mullo

Latacunga, 25 de Noviembre del 2013

Docente

LIC. LIDIA REBECA YUGLA LEMA  
C.C. 050265234-0

Al culminar mi carrera universitaria la misma que ha sido fruto del esfuerzo constante, mi sincero agradecimiento y sentido de gratitud a todas aquellas personas que han sido un verdadero apoyo en el desarrollo de este trabajo.

Un reconocimiento profundo a la Universidad Técnica Cotopaxi, a las autoridades y educadores que hoy pueden ver el reflejo de lo que han formado.

De manera especial al Ing. Alvaro Santiago Mullo Quevedo por su invaluable aporte intelectual y técnico en la realización de la presente investigación.

## **LIZETH CH.**

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Especialidad del CIYA de la carrera de Ingeniería en Electromecánica donde me he desarrollado como profesional competitivo para aportar al desarrollo tecnológico, social y económico de nuestro país.

Al Ing. Alvaro Mullo que con sus conocimientos y experiencias ha aportado y fortalecido el presente proyecto de tesis.

A todos los Docentes y Administrativos de la Universidad Técnica de Cotopaxi por haber ayudado a nuestra formación como profesionales pero sobre todo como seres humanos.

## **ANDRÉS G.**

Por el esfuerzo que representa el desarrollo del presente trabajo, dedico a Dios creador, amparo y fortaleza por hacer palpable su amor incondicional y permitirme culminar la tesis.

A mis Padres y Hermanas, quienes depositaron su confianza en mí e hicieron posible gracias a su apoyo y cariño, que llegue a cumplir uno de mis objetivos profesionales.

A mis sobrinos Mateo y Rafael, esos pequeños angelitos, que con una simple sonrisa, un beso y con sus travesuras llegaron a formar parte de mi vida.

## LIZETH CH.

El presente trabajo lo dedico al que dio propósito a mi vida mi realidad gira en torno a su voluntad DIOS, por haberme permitido alcanzar este logro y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad, protección y amor.

A MIS PADRES, Segundo y Rosa, por ser el ejemplo latente de sacrificio y superación, forjadores de mi niñez y juventud quienes me dieron el don más preciado la VIDA, y que con abnegación y amor guían mis pasos para ser una persona de bien.

A MIS HERMANOS, SOBRINOS Y AMIGOS, David, Emma, Adriana y Henry, por haberme apoyado en todo momento, por la motivación constante que me brindan.

ANDRÉS G.

Portada .....	i
Aprobación del Tribunal de Grado .....	ii
Autoría .....	iii
Aval del Director de Tesis .....	iv
Certificado de Diseño .....	v
Certificación de Traducción .....	vi
Agradecimiento .....	vii
Dedicatoria .....	viii
Índice General .....	ix
Índice de Tablas .....	xv
Índice de Gráficos .....	xvi
Índice de Ecuaciones .....	xviii
Resumen .....	xix
Abstract .....	xx
Introducción .....	xxi

Portada .....	i
Aprobación del Tribunal de Grado .....	ii
Autoría .....	iii
Aval del Director de Tesis .....	iv
Certificado de Diseño .....	v
Certificación de Traducción .....	vi
Agradecimiento .....	vii
Dedicatoria .....	viii
Índice General .....	ix
Índice de Tablas .....	xv
Índice de Gráficos .....	xvi
Índice de Ecuaciones .....	xviii
Resumen .....	xix
Abstract .....	xx
Introducción .....	xxi

14	1.2.5. Tipos de Sistemas de Aire Acondicionado.....
14	1.2.5.1. Sistema Conventional Todo Aire.....
16	a) Sistemas de Volumen Constante.....
16	• Sistemas Simple Zona.....
18	• Sistemas Multi Zona.....
19	b) Sistemas de Volumen Variable.....
20	1.2.5.2. Sistema Todo Agua o Hidrónicos.....
22	a) Fan-Coil Individual.....
24	1.2.5.3. Sistema Aire - Agua.....
24	a) Sistema de Inducción.....
27	b) Fan – Coil con aire primario.....
29	c) Paneles radiantes con aire primario.....
31	1.2.5.4. Sistema Todo Refrigerante.....
31	a) Sistema Split Simple.....
33	b) Sistema Multi - Split.....
34	c) Sistema Tipo Cassette.....
36	1.2.6. Cargas térmicas.....

1.4. HIPÓTESIS .....42

1.4.1. Operacionalización de variables .....43

**CAPÍTULO II**

**2. DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

2.1. POBLACIÓN .....45

2.2. CONCLUSIONES DE LAS ENCUESTAS .....56

2.3. ELECCION DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO .....57

2.4. CONCLUSIONES DE LA ELECCION.....57

**3. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**

3.1. INTRODUCCION .....58

3.2. JUSTIFICACIÓN .....59

3.3. OBJETIVOS .....60

3.3.1. Objetivo General .....60

3.3.2. Objetivos específicos .....60

3.4.1. Factibilidad Técnica .....	61
3.4.2. Factibilidad económica .....	61
3.4.3. Factibilidad Social .....	61
3.4.4. Conclusión del estudio de factibilidad .....	62
3.5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	62
3.5.1. Características Generales .....	62
3.5.2. Unidad condensadora .....	64
3.5.2.1. El compresor .....	66
3.5.2.2. El ventilador.....	68
3.5.2.3. Motores .....	68
3.5.3. Unidad evaporadora tipo cassette .....	68
3.5.4. Refrigerante .....	70
3.5.5. Dispositivos de expansión.....	72
3.5.5.1. Válvula de termo expansión.....	73
3.5.6. Indicador de líquido y humedad .....	74
3.5.7. Filtro deshidratador.....	75
3.5.8. Manómetro.....	76
3.5.9. Colgadores y soportes.....	77

3.5.12. Mantenimiento .....	79
3.5.13. Requisitos eléctricos .....	79
3.5.14. Requisitos Hidráulicos .....	80
3.5.15. Requisitos estructurales .....	80
3.6. CÁLCULOS .....	80
3.6.1. Laboratorio de Automatización .....	80
3.6.2. Laboratorio de Eléctrica .....	85
3.6.3. Laboratorio de Electrónica .....	86
3.6.4. Laboratorio de Solda .....	87
3.6.5. Laboratorio de Torno y Fresadora .....	88
3.7. PRESUPUESTO .....	89
3.7.1. Presupuesto de materiales e instalación .....	89
3.7.2. Costos de estudio .....	90
3.8. CONCLUSIONES .....	91
3.9. RECOMENDACIONES .....	92
3.10. DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	93
3.11. BIBLIOGRAFIA .....	96
3.12. ANEXOS .....	98

## MARCO TEÓRICO

### CAPÍTULO I

Tabla 1.1. Rangos de temperatura del aire.....	5
Tabla 1.2. Humedad permisible en función de la temperatura.....	6
Tabla 1.3. Humedad permisible en función de la actividad.....	7
Tabla 1.4. Velocidad del aire permisible en espacios cerrados.....	7
Tabla 1.5. Factores de conversión de las unidades de temperatura.....	11
Tabla 1.6. Referencias de una instalación todo aire – simple zona.....	17
Tabla 1.7. Ganancia de calor debido a luminarias.....	37
Tabla 1.8. Ganancia de calor debido a personas.....	38
Tabla 1.9. Coeficiente para ventanas.....	40
Tabla 1.10. Variable Independiente.....	43
Tabla 1.11. Variable Dependiente.....	44

### CAPÍTULO III

## PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Tabla 3.1. Dimensiones de la unidad evaporadora.....	64
Tabla 3.2. Dimensiones de la unidad condensadora.....	65
Tabla 3.3. Propiedades físicas y químicas del R22.....	71
Tabla 3.4. Sustitución de refrigerantes.....	72

**MARCO TEÓRICO**

4 Grafico 1.1. Parámetros de confort

8 Grafico 1.2. Temperatura acorde al metabolismo

9 Grafico 1.3. Transferencia de temperatura – equilibrio térmico

10 Grafico 1.4. Incremento de energía interna de un sistema

16 Grafico 1.5. Esquema básico de un sistema todo aire, simple zona

17 Grafico 1.6. Esquema de instalación todo aire, simple zona

19 Grafico 1.7. Esquema de un sistema de distribución con equipos Multi zona con damper de mezcla

20 Grafico 1.8. Esquema básico de un sistema de volumen variable con compuertas by - pass

21 Grafico 1.9. Montaje de un sistema todo agua

23 Grafico 1.10. Detalle de montaje de Fan Coil individual

24 Grafico 1.11. Equipo de inducción

25 Grafico 1.12. Sistema de acondicionamiento a inducción

27 Grafico 1.13. Fan - coil sin toma de aire exterior

28 Grafico 1.14. Fan – coil con suministro directo de aire primario para la ventilación

28 Grafico 1.15. Esquema de una instalación Fan – coil con aire primario de ventilación

33	Gráfico 1.18. Montaje de unidad Multi - Split.....
34	Gráfico 1.19. Montaje de un sistema – tipo cassette.....

### CAPÍTULO III

### PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

63	Gráfico 3.1. Tipos de unidades evaporadoras.....
63	Gráfico 3.2. Partes de un sistema de aire acondicionado.....
64	Gráfico 3.3. Datos y dimensiones del condensador.....
66	Gráfico 3.4. Unidad condensadora.....
67	Gráfico 3.5. Compresor tipo Scroll.....
72	Gráfico 3.6. Presiones del R22.....
73	Gráfico 3.7. Conexión de la válvula de termo expansión con el evaporador.....
74	Gráfico 3.8. Válvula termostática de expansión de igualación interna de presión.....
75	Gráfico 3.9. Ubicación del indicador de líquido y humedad.....
76	Gráfico 3.10. Filtro deshidratador.....
77	Gráfico 3.11. Manómetro.....
78	Gráfico 3.12. Dimensiones de instalación.....

## CAPÍTULO I

Ecuación 1.1. Entalpia .....	13
Ecuación 1.2. Entropia .....	13
Ecuación 1.3. Carga térmica en paredes .....	39
Ecuación 1.4. Carga térmica en ventanas .....	40

Las actividades de los seres humanos están afectadas por factores externos. Uno de ellos es el confort del lugar donde se desenvuelven. El objetivo del presente trabajo consistió en realizar un diseño de un sistema de aire acondicionado para los laboratorios del CIVA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en donde los estudiantes realizan sus prácticas de diversas asignaturas. Por la naturaleza del proyecto, por el tamaño de los laboratorios, la disminución de costos y la tecnología actual, se opta por el sistema de **Aire Acondicionado** Todo refrigerante – tipo Cassette, que está realizado de acuerdo a las consideraciones permisibles de cargas térmicas, confort térmico, condiciones exteriores e interiores ambientales, indicadas por la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado **ASHRAE**, con el fin de facilitar el conocimiento de partes sucesivas del proyecto en que se llevan a cabo dichos cálculos. La finalidad de esta investigación es dotar a la Universidad de un diseño de sistema de aire acondicionado para los laboratorios del CIVA, permitiendo que ganen significado y adquieran valor en sí mismos, de tal manera que se constituyan en el marco normativo de soporte para la acreditación de la Universidad, asegurando estabilidad y significado a su misión social. El proyecto inicia con la validación del mismo, analizando los resultados de las encuestas realizadas a los usuarios de los laboratorios. Se realiza un levantamiento arquitectónico del lugar a fin de establecer las áreas (paredes, piso, ventanas) y un inventario de aparatos eléctricos existentes dentro de los laboratorios. Luego de ello se procede a calcular las cargas térmicas internas y externas del lugar. A partir de este resultado, se obtiene la carga térmica total, lo que permite seleccionar los equipos apropiados de aire acondicionado. Por último, se realizó el diseño del **Sistema todo refrigerante – tipo cassette** para los laboratorios con su respectivo plano y presupuesto.

**Palabras claves:** Aire Acondicionado, Sistema todo refrigerante - Tipo Cassette, Normas ASHRAE.

The human being activities are being affected by external issues. One of them is the comfort where they lived or stayed. The aim of this research was to design about an air-conditioning system to the CIYA laboratories at the Cotopaxi Technical University, where students do many subject matter's practices by the project research, the laboratories size, the economy less and actual technology that is necessary an **air-conditioning** system total frozen-cassette type that are done according to the permissible thermal charges, thermal comfort, external and internal environmental, showed by Heating, Frozen and Air-conditioning American Engineering Society **ASHRAE**, with aim doing easily the knowledge according the project with its calculation. The objective of this research is to give at the University an air-conditioning system design to the CIYA laboratories, to allow winning a significant and real social mission. The research starts with the worthy, analyzing the survey result to the laboratories users. To make an architectural place to know the areas (walls, flat, windows) and a stock list about electronic devices into the laboratories. Then made a calculation about internal and external thermal charges next to get the total thermal charge in order to select the best devices about air-conditioning and finally made a design of the **total frozen system – cassette type** to the laboratories with their budget and plan.

**Key words:** air-conditioning, total frozen system-cassette type, ASHRAE laws.

Desde la antigüedad el ser humano se preocupó por mantener ambientes de confort para poder vivir bajo las cambiantes condiciones climatológicas a las que se enfrentaba en las diferentes estaciones del año. Hoy en día el avance tecnológico permite el mayor aprovechamiento de la energía para poder cumplir con las condiciones de confort en las oficinas, laboratorios, hospitales, casas, hoteles, entre otras.

Teniendo en cuenta el control simultáneo de la humedad, la temperatura, la limpieza y la distribución del aire en el ambiente, incluyendo también el nivel acústico, estos aspectos básicos en relación a los avances tecnológicos, se han desarrollado nuevos sistemas de aire acondicionado, orientados hacia el funcionamiento zonificado y el ahorro energético.

En esta investigación se presenta un estudio de pre factibilidad y factibilidad de sistemas de aire acondicionado para ambientes de laboratorios, en la misma que se seleccionará el más apropiado empleando tecnología actualizada, además se realizará los cálculos, el diseño y la elaboración del presupuesto del sistema más apropiado que permita satisfacer los requerimientos de confort planteados.

En el capítulo 1 se sientan las bases teóricas fundamentales para el desarrollo del presente trabajo como una introducción al tema, bases teóricas dando una breve historia, mencionando los diferentes tipos de Sistemas de Aire Acondicionado existentes en el mercado las cuales hemos creído convenientes citarlas para su posterior análisis.

En el capítulo 2 se establece un análisis e interpretación de resultados en base a una encuesta aplicada a estudiantes y profesores del CIVA. Luego se realizará un análisis y comparación de los Sistema de Aire Acondicionado mencionados en el capítulo anterior, considerando indispensable las características técnicas de

En el capítulo 3 se lleva a cabo el desarrollo de la propuesta de la tesis, se establece el marco teórico del Sistema de Aire Acondicionado seleccionado para el diseño requerido donde se considera las cargas térmicas internas externas tanto de pérdidas y ganancias, todos estos datos son de vital importancia para el cálculo de la carga térmica y diseño de planos.

Finalmente, se elaborará un presupuesto base con costos actuales de los equipos y materiales que forman parte del proyecto. Se incluyen precios de adquisición, instalación.

Es necesario que los profesionales tomen conciencia que en el estudio de factibilidad previo al diseño de un sistema de aire acondicionado en los laboratorios, no solo está en juego el confort o bienestar sino también la calidad del aire interior, que hace a la preservación de la salud y las condiciones de vida de las personas.

Con el desarrollo y finalización de este proyecto de investigación, este estudio de factibilidad para el diseño de un sistema de aire acondicionado en los laboratorios del CIA, permitirá que ganen significado y adquieran valor en sí mismos, siendo un aporte trascendental para la Universidad.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### *1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS*

Los avances tecnológicos, en su mayoría, han sido ideados para optimizar la calidad de vida de los seres humanos, uno de los más útiles de ellos, es el aire acondicionado.

MGC Comunicación Corporativa S.A. (2007), concluye que fueron las bases, de los novedosos sistemas de aire acondicionado; ya para 1842 Lord Kelvin inventaría el principio del aire acondicionado, buscando una manera de conservar el ambiente a una temperatura agradable, Kelvin logró construir un circuito basado en la absorción de calor mediante un gas refrigerante.

El estadounidense Willis Haviland Carrier, trabajó en la Buffalo Forge Company 1902, donde inició el desarrollo de un sistema de calefacción para secar madera y café. Carrier fue el inventor del aire acondicionado entre otras 80 patentes. Para el año 1914 instaló el primer sistema de aire acondicionado en una tienda departamental.

En algunas universidades del Ecuador, existen diversas investigaciones relacionadas a sistemas de climatización para ambientes como: hospitales, laboratorios, bibliotecas, centros de estudio, hoteles, entre otras, han visto la necesidad de diseñar e implementar sistemas de aire acondicionado con el fin de preservar la salud de las personas, conservar ambientes limpios y aportar con nuevas estrategias para mejorar la estructura, el funcionamiento y la vida útil de

acorde a la especialidad; donde los ambientes de trabajo deben estar diseñados física y climatológicamente; actualmente existe una investigación en ejecución relacionado al tema de nuestra investigación y se formula de la siguiente manera: “Diseño y construcción de un módulo didáctico de refrigeración, para prácticas de laboratorio en la unidad académica de ciencias de ingeniería y aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.”, realizado por Edison Rojas y Stalyn Proaño, alumnos de la Carrera de Ingeniería Electromecánica en el año 2012, este tema está enfocado de manera que los estudiantes tengan conocimientos teórico-práctico del funcionamiento básico de Refrigeración y Aire Acondicionado que consta en la nueva malla, mientras que nuestro tema se relaciona en un estudio de pre factibilidad y factibilidad para el Diseño de un sistema de Aire Acondicionado para ambientes de laboratorios del CIA.

## ***1.2. BASES TEÓRICAS***

Los Sistema de Aire Acondicionado en infraestructuras o edificaciones, permiten la regulación de una temperatura deseada, ya que de ella depende que el área se mantenga en un ambiente de confort, mediante la estabilidad de climatización interna.

Los sistemas de aire acondicionado también pueden aplicarse en espacios en donde se requieran condiciones específicas de temperatura y humedad, por ejemplo: en nuestro caso los laboratorios del CIA, salas de cómputo, oficinas, edificios, entre otras instalaciones.

Además, la mayoría de estos equipos incorporan sistemas de filtrado del aire que permiten purificarlo y eliminar elementos nocivos como bacterias, polvo, humo de

El sistema de Aire Acondicionado es un proceso de tratamiento de las propiedades del aire que tiene como fin establecer estándares requeridos, controlar y mantener las condiciones de confort en el interior de una infraestructura, mejorando las condiciones de temperatura, humedad, circulación y pureza del aire conveniente para la salud y el confort.

Entonces el control de cada una de estas condiciones radica en:

a) **Temperatura:** La temperatura del aire se controla enfriándolo o calentándolo (Enfriamiento: eliminación de calor, Calentamiento: adición de calor).

b) **Humedad:** La humedad, que es el contenido de vapor de agua en el aire, se controla agregando o quitando vapor de agua al aire (humidificación o des-humidificación).

c) **Pureza del Aire:** La limpieza o calidad del aire se controla ya sea mediante filtración que es la eliminación de contaminantes indeseables por medio de filtros u otros dispositivos, o mediante ventilación, que es la introducción de aire exterior al espacio interior, con el cual se disuelve la agrupación de contaminantes. Por lo general en una instalación se usan tanto filtración como ventilación.

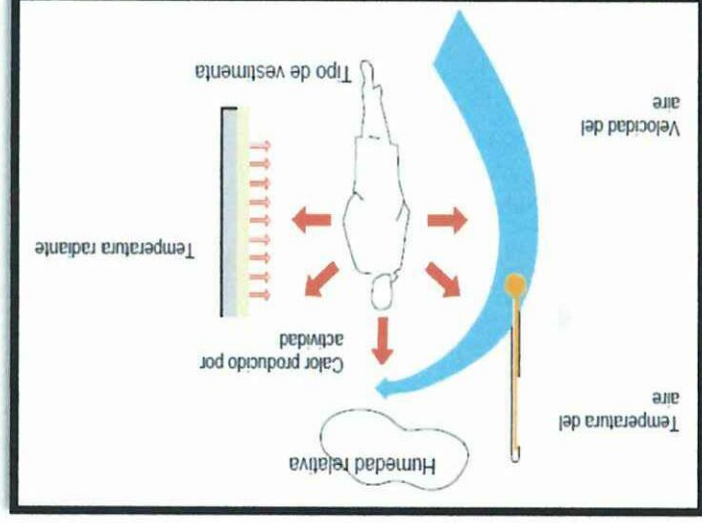
d) **Circulación:** Movimiento del aire se refiere a su velocidad y a los lugares hacia donde se distribuye. En si el Aire Acondicionado esta ligado directamente a la refrigeración y es una aplicación de ella. Se controla mediante el equipo adecuado para distribución de aire.

e) **Acústico:** el sonido es una variable más del confort humano, no se trata sólo de rebajar el nivel sonoro hasta el mínimo, sino cuidar la calidad

El confort térmico es cuando las personas experimentan una sensación neutra entre frío y calor respecto a un ambiente térmico determinado, es decir cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a las funciones en que se desempeñan. El cuerpo humano al estar en contacto con el ambiente intercambia calor, por lo que el confort térmico está relacionado directamente con el balance térmico del cuerpo humano.

Según la norma ISO 7730 el confort térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. El confort térmico depende de varios parámetros como se indica en el gráfico 1.1:

GRAFICO 1.1. PARÁMETROS DE CONFORT



Fuente: Simancas, 2003.

- temperatura del aire (°C)
- velocidad del aire (m/s)
- humedad (Pa)
- vestimenta
- metabolismo de cada individuo.

normas y estándares de la American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), “los espacios cerrados deben garantizar una situación de confort al 90% de la población.

### 1.2.3. Condiciones ambientales y físicas que influyen en el confort humano

#### 1.2.3.1. Temperatura del aire.

La temperatura del aire es una magnitud física que mide el estado de la materia y como esta intercambia energía térmica con el ambiente. La temperatura origina calor o frío, la misma que perciben las personas a través de la piel o por el aire que respira.

Las normas 55-1992 ASHRAE mencionan que los rangos de temperatura del aire, como se muestra en la tabla 1.1:

TABLA 1.1. RANGOS DE TEMPERATURA DEL AIRE

Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	
	Mínima	Máxima
23	20	60
24	20	40 - 50
25	20	30

Fuente: Manual de Fundamentos ASHRAE, 1992

El confort térmico de un individuo depende del calor producido por el cuerpo ya sea por su actividad física, el metabolismo, el intercambio de calor con el medio ambiente (radiación) o por el intercambio de calor con las superficies (convección) ya sea máquinas, paredes, techos.

La humedad es el contenido de vapor de agua que tiene el aire. El organismo expulsa calor por evaporación a través de la piel, por lo cual a mayor temperatura del aire se tendrá una mayor humedad; por lo tanto la humedad depende de la temperatura y de la presión en que se encuentre, es decir mientras más seco sea el aire el ambiente será más confortable.

*a) Humedad absoluta y relativa*

Se llama humedad absoluta a la cantidad de vapor de agua (generalmente medida en gramos) por unidad de volumen de aire ambiente (medido en metros cúbicos).

La humedad relativa es la unidad que contiene una masa de aire en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y de presión atmosférica. Es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental. El termómetro húmedo o psicrómetro se utiliza para la medición de la humedad relativa.

Las normas 55-1992 ASHRAE afirman que la humedad permisible en función de la temperatura es como se indica en la tabla 1.2:

TABLA 1.2. HUMEDAD PERMISIBLE EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Humedad Relativa	Rango de Temperatura (°C)	
	Máxima	Minima
30%	25	20
40% - 50%	24	20
60%	23	20

Fuente: Manual de Fundamentos ASHRAE, 1992

### 1.2.3.4. Metabolismo.

Fuente: Manual de Fundamentos ASHRAE, 1992

<b>Velocidad del Aire (m/s)</b>	
<b>Mínima</b>	0,3
<b>Máxima</b>	0,8

TABLA 1.4. VELOCIDAD DEL AIRE PERMISIBLE EN ESPACIOS CERRADOS

La velocidad del aire interviene de forma directa con la cual se pierde o se gana calor en el cuerpo, ya que con el roce del aire en la piel, se hace más fácil ceder calor y humedad entrando en un balance térmico y a una sensación de frescura. La norma 55-1992 ASHRAE afirma que la velocidad del aire permisible en espacios de trabajo cerrados es como se muestra en la tabla 1.4:

### 1.2.3.3. Velocidad del aire.

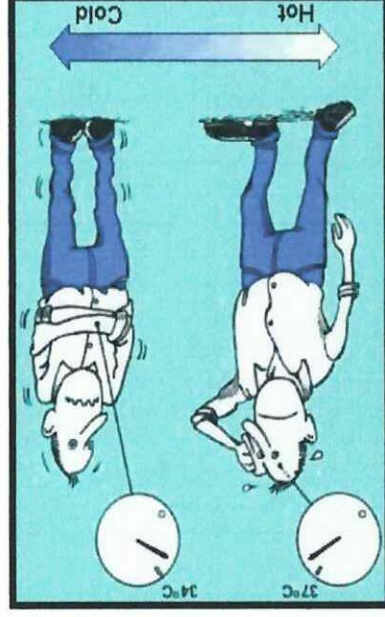
Fuente: Manual de Fundamentos ASHRAE, 1992

<b>Actividad</b>	<b>Mínima</b>	30	Normal	70
	<b>Máxima</b>	50	Riesgo de electricidad estática	70
<b>Humedad Relativa (%)</b>				

Al realizar una actividad física intensa nos da una mayor sensación de calor como

Además, en el metabolismo afecta la edad, sexo y constitución física, por lo que se podría concluir que todas las personas podríamos perder o ganar calor en nuestro cuerpo de forma distinta teniendo como resultado una temperatura constante.

GRAFICO 1.2. TEMPERATURA ACORDE AL METABOLISMO



Fuente: Ibída, Alejandra. 2006

### 1.2.3.5. *Vestimenta.*

La vestimenta hace que nuestro cuerpo se aísle de las condiciones ambientales; cuanto mayor es el número de prendas de vestir es más difícil para el organismo eliminar del calor interno del cuerpo e intercambiarlo con el ambiente. Cuando el ambiente se encuentra demasiado frío, la ropa al actuar como un aislante debido a la baja conductividad, la cual impide la pérdida de calor desde el cuerpo al ambiente.

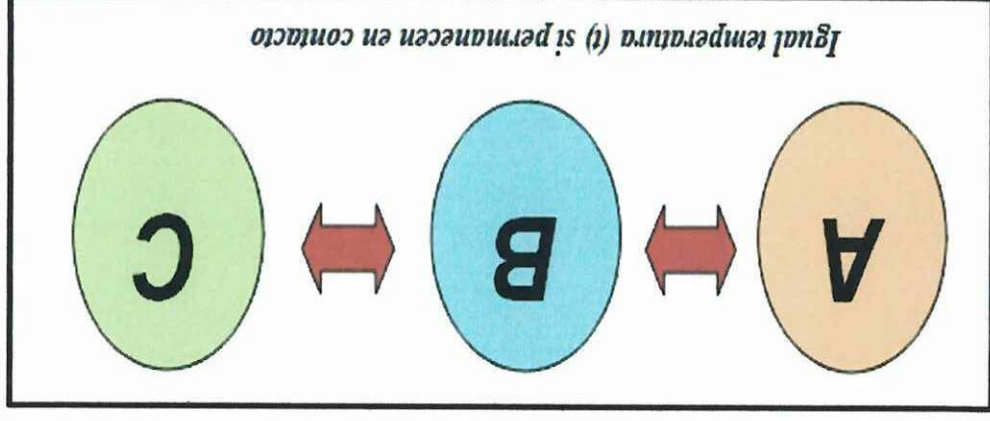
La cantidad de objetos y máquinas en un cuarto cerrado reducen el espacio y al entrar en funcionamiento producen calor ya sea por los motores, por la emanación de gases o por su manipulación, por tal motivo los sistemas de aire acondicionado ayudan a la purificación del aire expulsando al exterior el aire contaminado y entrega al interior aire limpio. Para el diseño del sistema de aire acondicionado se toma en cuenta la ganancia y pérdidas de calor medidas en BTU, tomando en cuenta la potencia de cada motor o aparato eléctrico-electrónico.

#### 1.2.4. Leyes de la termodinámica

##### 1.2.4.1. Ley cero.

La Ley Cero de la termodinámica afirma que si tenemos 2 o 3 cuerpos llamados A, B y C como se muestra en el gráfico 1.3, con diferente temperatura uno del otro y lo ponemos en contacto en un tiempo determinado, estos alcanzarán un equilibrio térmico (misma temperatura) mientras permanezcan en contacto.

GRÁFICO 1.3. TRANSFERENCIA DE TEMPERATURA- EQUILIBRIO TÉRMICO

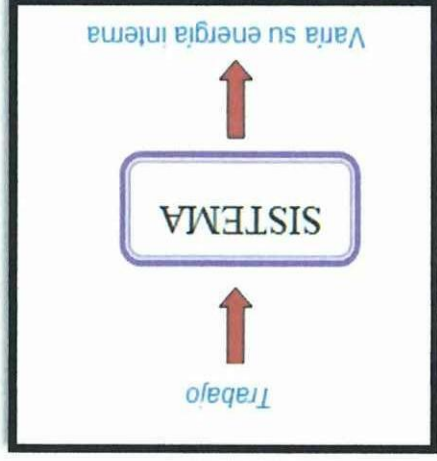


La energía no se crea ni se destruye solo se transforma en sus diversas manifestaciones durante un proceso termodinámico.

A esta ley se la conoce el principio de conservación de la energía, es decir, si un sistema realiza un trabajo o se le agrega calor mediante un proceso, su propia energía interna incrementará, como se muestra en el gráfico 1.4.

Cualquier energía que un sistema pierda deberá ser ganada por el entorno y viceversa.

GRÁFICO 1.4. INCREMENTO DE ENERGÍA INTERNA DE UN SISTEMA



Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013.

#### a) Calor

El calor se define como la energía en movimiento que se transmite de un cuerpo a otro como resultado de la diferencia de temperatura entre los cuerpos. Las unidades de medida en el S.I es el Joule (J)

Si la energía fluye hacia el sistema, el calor (Q) es positivo (la temperatura del entorno es mayor que la del sistema)

sistema se encuentra en equilibrio térmico con el entorno

**b) Temperatura**

La temperatura es una magnitud física cuantitativa que refleja el nivel térmico (cantidad de calor) ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada con frío (baja temperatura) y caliente (elevada temperatura).

En sistemas termodinámicos, la temperatura está relacionada con la energía interna debido al movimiento de partículas (energía cinética), a mayor energía cinética se incrementará la temperatura.

Cuando dos sistemas están a la misma, se dice que están en equilibrio térmico, por ende no existirá transferencia de temperatura. Si existe una diferencia de temperatura, esta se transmitirá del cuerpo de mayor temperatura al de baja temperatura hasta alcanzar un equilibrio térmico.

Existen parámetros físicos los cuales hacen que la temperatura varíe, como son: el volumen, longitud, resistencia, presión o el calor.

**TABLA 1.5. FACTORES DE CONVERSIÓN DE LAS UNIDADES DE TEMPERATURA.**

Conversión de:	a:	Formula
Fahrenheit	Celsius	$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1.8$
Celsius	Fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32$
Fahrenheit	Kelvin	$\text{K} = (^{\circ}\text{F} + 459.67) / 1.8$
Kelvin	Fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = \text{K} \times 1.8 - 459.67$
Fahrenheit	Ranking	$^{\circ}\text{Ra} = ^{\circ}\text{F} + 459.67$
Ranking	Fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{Ra} - 459.67$
Fahrenheit	Réaumur	$^{\circ}\text{Rè} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 2.25$
Réaumur	Fahrenheit	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{Rè} \times 2.25 + 32$

(Clausius, R. (1822) la enuncio: "NO es posible para una maquina ciclica llevar continuamente calor de un cuerpo a otro que esté a temperatura más alta, sin que al mismo tiempo se produzca otro efecto (de compensación)";

Es decir, cuando dos objetos que están a diferente temperatura se ponen en contacto térmico entre sí, el calor fluye del objeto más caliente al más frío, pero nunca del más frío al más caliente, ocurren naturalmente en una sola dirección.

Ejemplo: Cuando se deja caer una pelota al piso, rebota hasta detenerse, pero el proceso inverso nunca ocurre.

#### ***1.2.4.4. Tercera ley de la termodinámica.***

La tercera ley de la termodinámica menciona que no es posible lograr una marca térmica que llegue al cero absoluto a través de una cantidad finita de procedimientos físicos.

Entre los procesos termodinámicos, se destacan son:

- Isotérmicos: no cambia la temperatura
- Isócoros: no cambia el volumen
- Isobáricos: no cambia la presión
- Adiabáticos: no hay transferencia de calor

#### ***a) Entalpia (H)***

La entalpia (H) es una energía, solo depende de los estados inicial y final y se define como la suma de la energía interna de un sistema termodinámico y el producto de su volumen por su presión. Solo se pueden medir variaciones de entalpia.

La entalpia expresa una medida de la cantidad de energía que un sistema puede

$$H = U + pV$$

EC (1.1)

Donde:

H = Entalpia (J).

U = energia interna (J).

p = presión del sistema (Pa).

V = volumen del sistema (m<sup>3</sup>)

**b) Entropía (S)**

La entropía es una magnitud física que, mediante cálculo, permite determinar la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo la cual se pierde en el medio ambiente, mientras que la energía útil se convierte en su totalidad en trabajo. Las dimensiones de la entropía son:

SI	$\left[ \frac{kJ}{K} \right]$
Inglés	$\left[ \frac{Btu}{R} \right]$

Si se tiene una cantidad fija de una sustancia a una presión determinada (por ejemplo: 1 kg de agua a 1 bar) la cual puede estar como vapor, como líquido o como sólido, dependiendo de la temperatura, la entropía será mayor en la fase de vapor que en la fase líquida y esta a su vez mayor que en la fase sólida.

$$S_{gas} > S_{liquido} > S_{sólido}$$

EC (1.2)

Solamente pueden calcularse variaciones de entropía. En muchos problemas prácticos como el diseño de una máquina de vapor, consideramos únicamente diferencias de entropía. Por conveniencia se considera nula la entropía de una sustancia en algún estado de referencia conveniente”.

La entropía de un sistema en estado se equilibrio es únicamente función del estado del sistema, y es independiente de su historia pasada. La entropía puede calcularse como una función de las variables termodinámicas del sistema, tales como la presión y la temperatura o la presión y el volumen.

La entropía en un sistema aislado aumenta cuando el sistema experimenta un cambio irreversible.

Considérese un sistema aislado que contenga 2 secciones separadas con gases a diferentes presiones. Al quitar la separación ocurre un cambio altamente irreversible en el sistema al equilibrarse las dos presiones. Pero el medio no ha sufrido cambio durante este proceso, así que su energía y su estado permanecen constantes, y como el cambio es irreversible la entropía del sistema ha aumentado.

## **1.2.5. Tipos de Sistemas de Aire Acondicionado**

### **1.2.5.1. Sistema convencional todo Aire.**

Los sistemas todo aire están constituidos por un equipo auto-contenido o una unidad de tratamiento de aire central, ubicada generalmente en un cuarto de máquinas, separada del espacio que se acondiciona, utilizando como fluido termodinámico el aire que se distribuye por un sistema de conductos.

La ventaja de estos sistemas es que la centralización de los componentes principales en un espacio independiente hace que no se requiera en los

La permutación invierno-verano y la utilización del aire exterior como fuente de humedad, una distribución flexible del aire, así como un efectivo control de recuperación del calor, permitiendo mediante una instalación adecuada de hacer en forma sencilla y admiten la fácil adaptación de los sistemas de ventilación y eventualmente para refrigeración en las épocas intermedias, se puede

Como desventaja se puede mencionar que se necesita mayor espacio para la distribución de los conductos, especialmente cuando las unidades de tratamiento están muy alejadas y existe limitación de la altura de vigas y losas de los techos.

Por otra parte, se requiere la regulación de los caudales de aire por los conductos para cada uno de los locales climatizados lo cual resulta complicado.

Los sistemas todos aire pueden ser de:

- a) Volumen constante
- b) Volumen variable

Los sistemas de volumen constante componen la mayoría de las instalaciones realizadas, diseñándose para mantener el caudal constante y se varía la temperatura a los locales a fin de suministrar en cada instante la cantidad de calor sensible requerido en el mismo.

Los sistemas de volumen variable basan su regulación ajustando el caudal circulante y manteniendo la temperatura constante, mediante una caja de regulación, comandada por un termostato del ambiente.

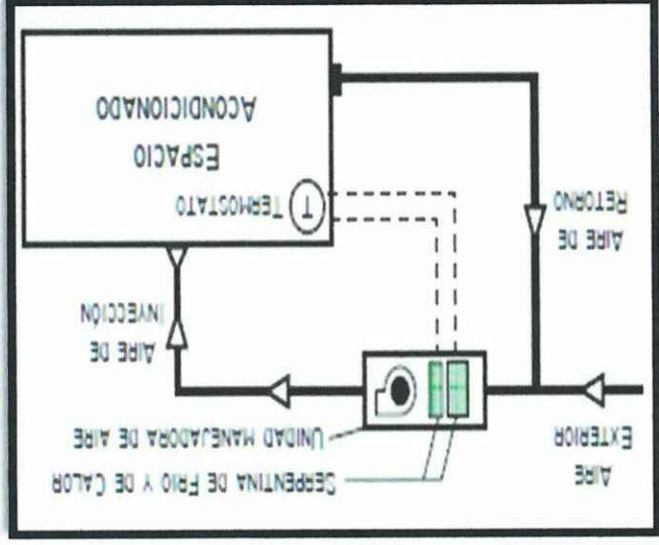
De acuerdo con la forma de distribución de los conductos y el control de la temperatura, los sistemas de volumen constante se los pueden clasificar en:

Simple zona  
Multizona

- **Sistema Simple Zona**

En estos sistemas se atiende a un local o grupo de locales que constituyen una única zona climatizada del edificio, mediante un conducto único, operado por un termostato, como se indica en el gráfico 1.5.

GRAFICO 1.5. ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA TODO AIRE, SIMPLE ZONA

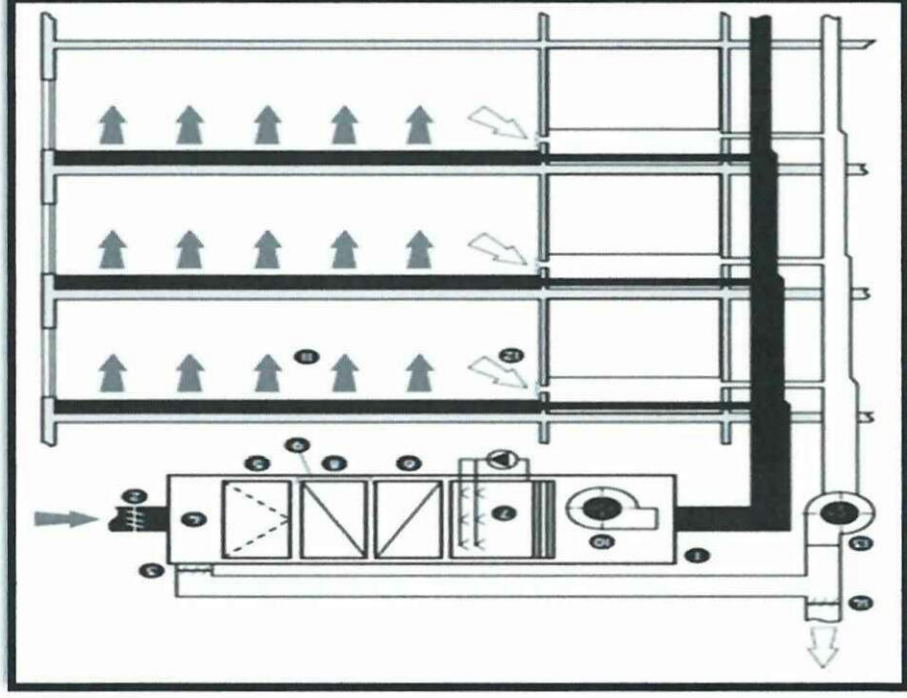


Fuente: Renedo, Calos, 2010

El aire preparado en la unidad de tratamiento de aire se transporta a los locales a través de un solo conducto de aire de impulsión y el caudal de aire de extracción que guarda una correspondencia con el aire de impulsión, se extrae de los locales y recircula a través de conductos de retorno.

transporta a través de una red de conductos llegando a los distintos locales a climatizar, donde normalmente se lo elimina por sobrepresión, o con más eficacia, a través de un conducto con un ventilador de extracción, como se detalla en el gráfico 1.6:

GRAFICO 1.6. ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN TODO AIRE, SIMPLE ZONA



Fuente: Quadri, Néstor. 2008

TABLA 1.6. REFERENCIAS DE UNA INSTALACIÓN TODO AIRE, SIMPLE ZONA

1. Central para la preparación del aire	8. Batería de frío
2. Compuerta de aire exterior	9. Bandeja condensado
3. Compuerta de aire de recirculación	10. Ventilador de aire de impulsión
4. Pleno de mezcla	11. Paso del aire de impulsión
5. Filtro	12. Paso del aire de extracción
6. Calentador	13. Ventilador de aire de extracción
7. Humectador	14. Compuerta de aire de extracción

En general en los espacios a climatizar, es necesario dividir el edificio en diversas zonas de acondicionamiento teniendo en cuenta la orientación, horario de ocupación de locales y diversidad de cargas.

Además, muchas veces los espacios de una misma zona deben atenderse con aire frío y caliente en forma simultánea, por lo que para estos casos el sistema de simple zona mencionado anteriormente es muy complicado de controlarlo eficazmente.

Por ello, los sistemas todos aire multizona de volumen constante, permiten ajustar los requisitos, y por ello, se diseñan para modificar la temperatura de impulsión a las mismas, generalmente mediante los siguientes métodos:

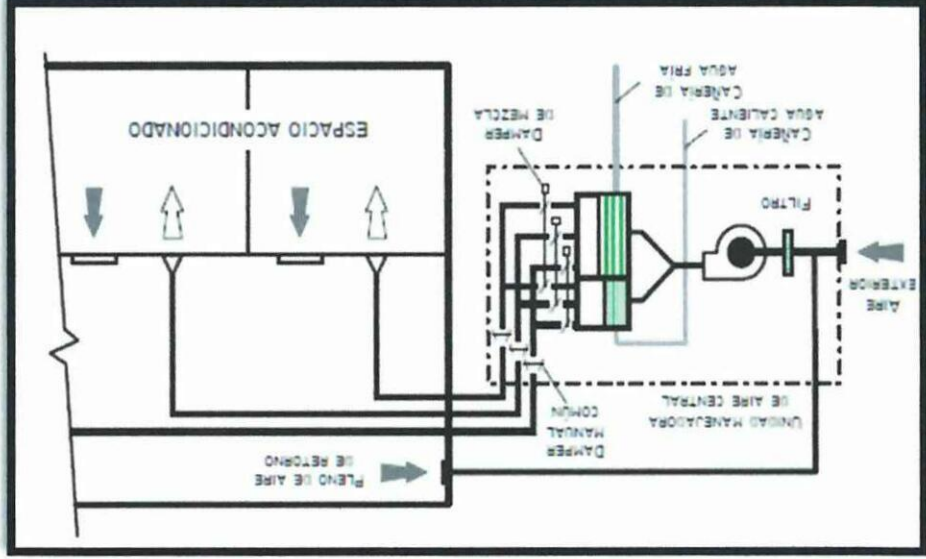
- Recalentamiento
- Mezcla de aire frío con el caliente
- Unidades de tratamiento zonales

### ***Sistemas de distribución con equipos multizona***

El sistema distribución con equipos denominado multizona consiste en un ventilador centrífugo central que envía el caudal de aire que debe ser tratado, con una batería de calefacción y con una de refrigeración, el que se mezcla mediante una serie de dampers o persianas situadas sobre la boca de la unidad de tratamiento, para distribuir aire frío o caliente a los locales o zonas según las necesidades, comandado por un termostato ambiente, como se indica en el gráfico 1.7.

Cuando una de las zonas requiere la máxima potencia frigorífica, la persiana correspondiente a la misma que se encuentra en el pleno frío, es accionada por el

**GRAFICO 1.7. ESQUEMA DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN CON EQUIPOS MULTIZONA CON DAMPER DE MEZCLA**



Fuente: Renedo, Carlos, 2010

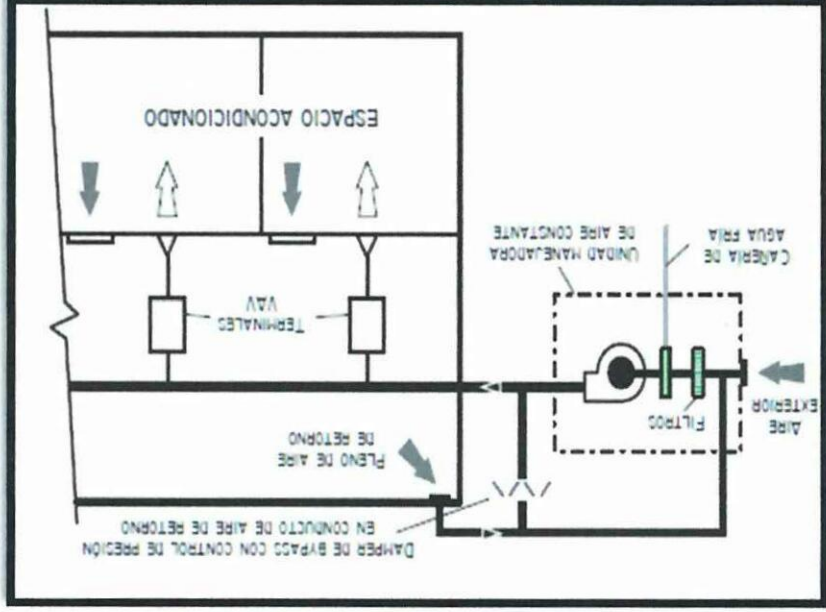
En condiciones de carga intermedia, los termostatos de ambiente la posición de las compuertas de forma de conseguir que la mezcla de aire caliente y aire frío que pasa a través de ellas se encuentre a la temperatura adecuada para equilibrar las necesidades instantáneas del ambiente a acondicionar.

### *b) Sistemas de volumen variable*

El sistema denominado volumen de aire variable (VAV), satisface solo las necesidades de refrigeración de los espacios, contando con una unidad de aire acondicionado que entra el aire y lo distribuye por un sistema de conducto único, pero cuando el aire se deriva al local o zona se instala una compuerta de regulación montada en el conducto de entrada, la cual, comandada por un termostato de ambiente, permite, regular el flujo de aire circulante y seleccionar la temperatura que se dese, de acuerdo al uso, ocupación, estación del año, efecto

Caudal constante con compuertas by-pass.  
Caudal variable.

GRAFICO 1.8: ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA DE VOLUMEN VARIABLE CON COMPUERTAS BY-PASS



Fuente: Renedo, Carlos. 2010

En el grafico 1.8 se muestra un esquema básico de funcionamiento del sistema de volumen variable, con sus compuertas terminales y la ubicación de la persiana o damper de by-pass instaladas entre la entrada de aire de impulsión y la de retorno del aire, para asegurar un caudal constante del ventilador del equipo acondicionador.

### 1.2.5.2. Sistema todo agua o hidrónicos.

El sistema todo agua es aquel en que en el espacio acondicionado hay unidades terminales denominadas fan-coil individuales en los cuales circula agua fría o caliente por serpentes y con ventiladores se difunde el aire en el local. El agua

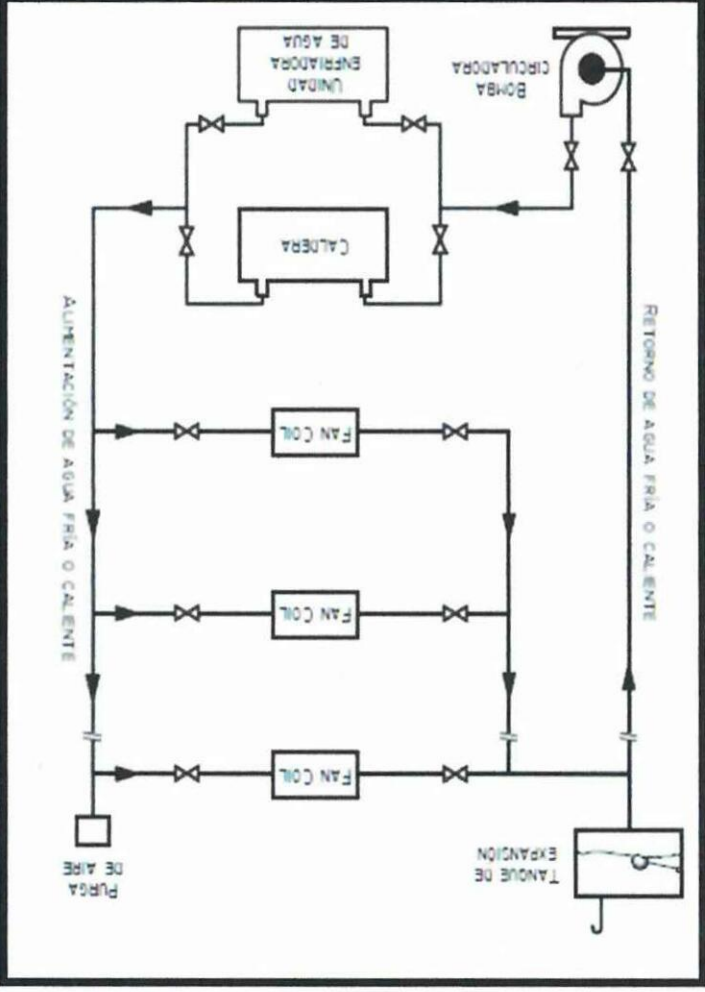


GRAFICO 19. MONTAJE DE UN SISTEMA TODO AGUA

Fuente: Quadri, Néstor, 2008

La distribución con agua en lugar para transportar el fluido termodinámico desde la planta de tratamiento a las zonas, produce una enorme disminución de espacios ocupados. La instalación de conductos se reduce al mínimo, dado que normalmente no se necesitan ni para la impulsión y retorno y el montaje, solo consiste en la distribución de cañerías y aperturas de pequeñas ventilaciones en

Como su nombre lo indica, fan (ventilador) y coil (serpentin), el fan-coil no es más que un gabinete con un serpentin por el cual circula el agua fría o caliente proveniente de una unidad de enfriamiento o una caldera y ventiladores centrífugos que provocan la circulación del aire del local.

Cada unidad terminal fan-coil está constituida por un gabinete que contiene la toma de aire exterior y de retorno, filtro, serpentin y ventiladores centrífugos de doble entrada montados sobre un eje común a un motor eléctrico, que distribuye el aire al ambiente por medio de una reja frontal u horizontal.

Los sistemas que emplean este tipo de equipos son de instalación muy simple y tienen la posibilidad de regulación manual o automática de temperatura en cada ambiente, ajustando la capacidad del ventilador, los que cuentan con varias velocidades y eventualmente el control del caudal de agua suministrado.

En la mayoría de las aplicaciones residenciales no todas las habitaciones son utilizadas al mismo tiempo o con la misma intensidad de carga. Con la instalación de fan-coil en cada ambiente, se puede lograr el control individual de temperatura lo que permite obtener una instalación altamente eficiente, al enfriarse los locales que realmente se utilizan, puesto que cuando no se requiere refrigeración, deteniendo el ventilador, se reduce la transferencia de calor del aire al mínimo.

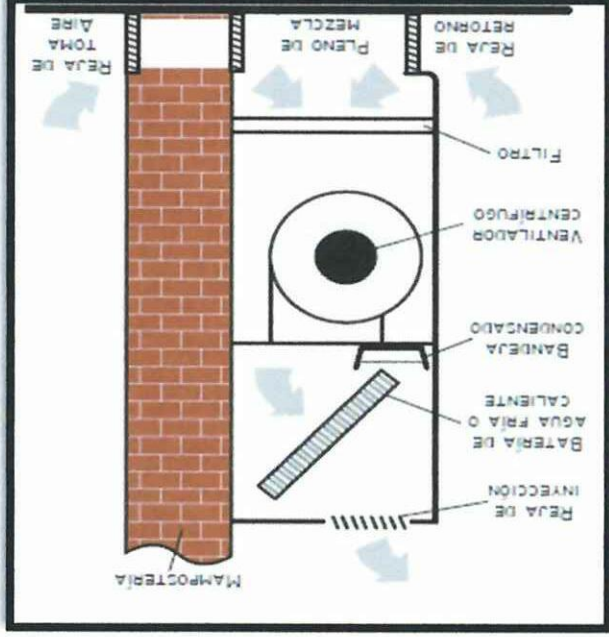
De esa forma, se acondiciona una casa o departamento con varias unidades terminales, pero con un solo enfriador de reducida capacidad.

La mayor ventaja es su flexibilidad de adaptación a los requerimientos de instalación modular del edificio, permitiendo el montaje en forma perimetral con provisión de aire exterior por toma en las paredes.

- **Tipos de equipos**

Hay dos modelos básicos de equipos individuales, el vertical destinado a colocarlos sobre el piso generalmente bajo ventana, según se muestra en el gráfico 1.10, y el horizontal para ser colgado generalmente en los entretechos, pudiendo suministrarse en dos posibilidades, con gabinete exterior o directamente sin gabinete para ser colocados en muebles que pueden formar la decoración del local.

**GRAFICO 1.10. DETALLE DE MONTAJE DE FAN-COIL INDIVIDUAL**



Fuente: Renedo, Carlos. 2010

La selección de la unidad debe realizarse haciendo un cuidadoso estudio de ubicación a fin de lograr una adecuada distribución del aire por un lado, adoptando una temperatura de entrada de agua fría que debe ser analizada en cada caso. Debe considerarse además, el montaje de las cañerías de desagüe de

Se denominan sistemas aire-agua cuando el equipo productor envía agua fría o caliente mediante tuberías hasta las unidades terminales ubicadas en el espacio y además aire frío o caliente impulsado desde unidades de tratamiento de aire centralizadas. Pueden ser:

- Inducción
- Fan-coil con aire primario
- Paneles radiantes con aire primario (Techos fríos)

#### a) *Sistema de inducción*

Estos sistemas utilizan equipos denominados de inducción que se diferencian del fan-coil individual en que eliminan las partes mecánicas y su motor eléctrico de accionamiento, aprovechando la energía del aire exterior que es impulsado a alta presión y velocidad a una cámara, donde mediante toberas múltiples produce la inducción por efecto Venturi para recircular el aire del ambiente, tal cual se muestra en el gráfico 1.11.

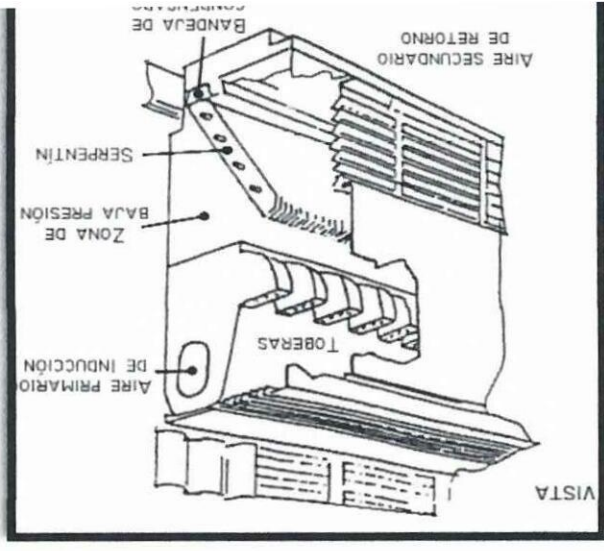
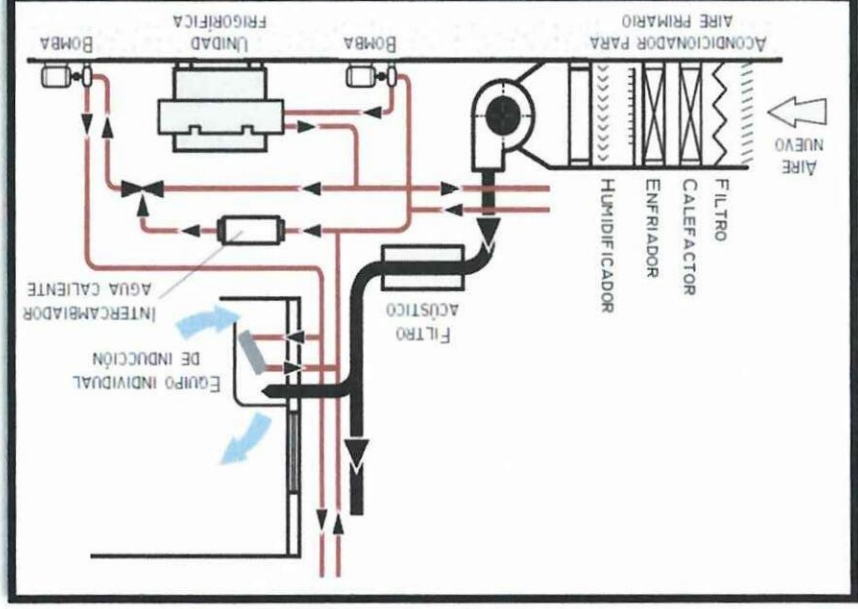


GRÁFICO 1.11. EQUIPO DE INDUCCIÓN

una zona de depresión debajo de las mismas e induce el aire del ambiente, denominado aire secundario, el que, previo paso por un serpentín y luego de la mezcla con el aire primario, se distribuye nuevamente en el ambiente. El aire primario es preparado en una unidad de tratamiento centralizada y distribuido por conductos de alta velocidad sin necesidad de zornificar la distribución y su caudal es equivalente al aire exterior para ventilación y generalmente no se instalan conductos de retorno, dado que el aire se extrae en los locales por sobrepresión y en el gráfico 1.12 se detalla el funcionamiento del sistema.

GRÁFICO 1.12. SISTEMA DE ACONDICIONAMIENTO A INDUCCIÓN



Fuente: Renedo, Carlos, 2010

La función del aire primario es la de cumplir tres funciones básicas:

- Proveer el aire necesario para la ventilación.
- Agregar al sistema un elemento regulador de temperatura y humedad.
- Producir la energía cinética para la inducción del aire secundario por acción de las tuberías

dimensiones de los conductos. Además, como solo se impulsa el caudal de aire de ventilación, los conductos son pequeños y generalmente no mayores de 10 cm de diámetro, los que normalmente pueden ubicarse en los contrapisos.

Los gabinetes de los sistemas de inducción igual que los fan-coil se ubican generalmente en la periferia del edificio, unidos generalmente por un anillo perimetral de cañerías de distribución de agua aisladas y otra cañería de eliminación de la condensación de humedad.

La distribución puede ser por dos, tres o cuatro tuberías igual que lo indicado para los fan-coil individuales en los sistemas todo agua.

Con respecto a los fan-coil, se pueden mencionar las siguientes ventajas:

- Requieren menos mantenimiento por la eliminación de los ventiladores en los equipos individuales.
- Se logra un control exacto del aire exterior y el filtrado central del mismo es más controlado y eficiente.
- Se puede lograr la humectación en la planta central, tratando el aire primario.
- No se requieren un anillo perimetral de suministro eléctrico para la alimentación de los motores monofásicos de los ventiladores, como es el caso de los fan-coil.

Como desventajas se pueden mencionar:

- La regulación no es tan fácil como en los fan-coil, con menos flexibilidad de manejo.
- Los problemas de ruidos son más prounciados, producto de la alta velocidad del aire requerida

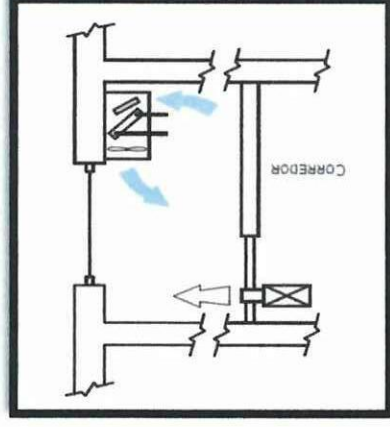
- No pueden utilizarse filtros en los equipos terminales, ya que la pérdida de presión que originan afectan notablemente la circulación por inducción del aire secundario.

- La limitación de estos aparatos lo mismo que los fan-coil, es que el alcance efectivo de impulsión de aire en los locales no supera los 5 metros aproximadamente, por lo que, en caso de que hubiere más profundidad debe ser combinado con otro sistema complementario.

**b) Fan-coil con aire primario**

La aplicación del fan-coil individual sin toma de aire exterior, distribuye el aire exterior en forma directa a los locales, mediante los conductos provenientes de un equipo central de tratamiento de aire del aire nuevo de ventilación o fan-coil central, como se muestra en el gráfico 1.13.

**GRÁFICO 1.13. FAN - COIL SIN TOMA DE AIRE EXTERIOR**

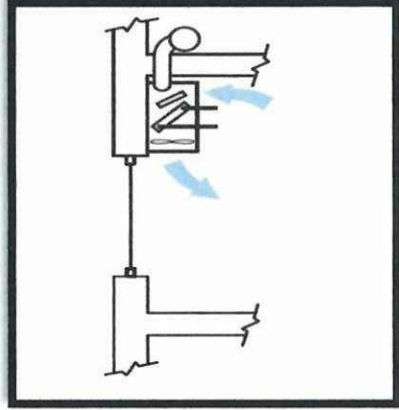


Fuente: Renedo, Carlos, 2010

Otra solución consiste en enviar directamente el aire primario tratado al pleno de

GRÁFICO 1.14. FAN - COIL CON SUMINISTRO DIRECTO DE AIRE PRIMARIO PARA LA

VENTILACIÓN

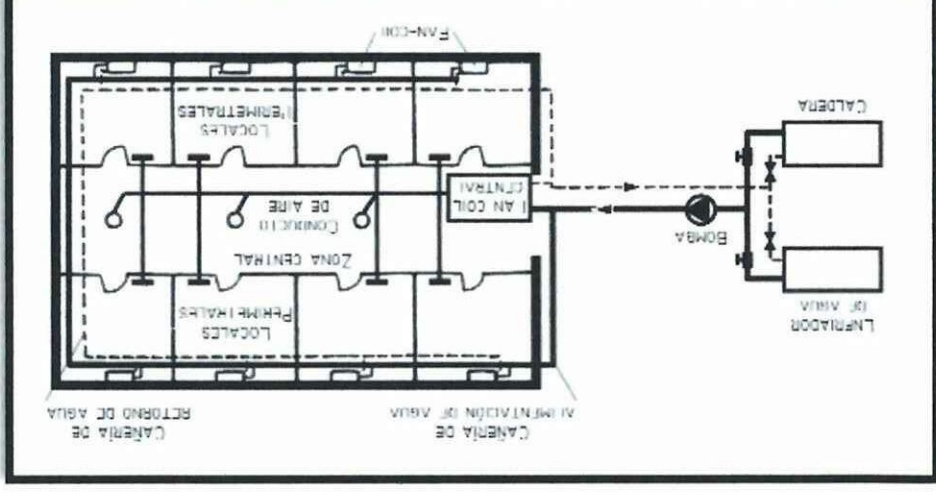


Fuente: Renedo, Carlos, 2010

En el gráfico 1.15 se muestra el esquema de una instalación donde se ha definido las zonas periféricas alimentadas con fan-coil individuales sin toma de aire exterior y una zona central interna del edificio abastecida por una unidad de tratamiento del aire nuevo, que se destina mediante conductos a la ventilación de todos los locales.

GRÁFICO 1.15. ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN FAN COIL CON AIRE PRIMARIO DE

VENTILACIÓN



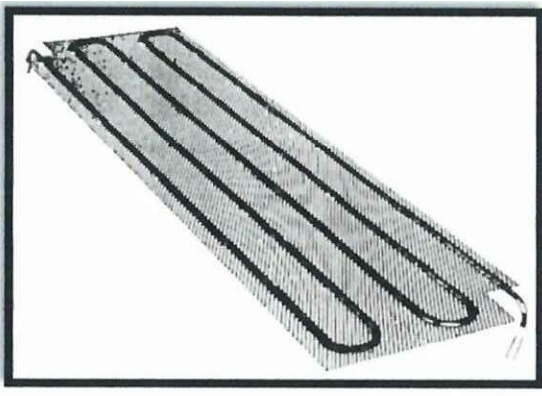


GRÁFICO 1.16. ESQUEMA DE UN PANEL DE TECHO

Este sistema es muy recomendable porque mejora notablemente la eficiencia de filtrado, dado que la presión de los ventiladores de los equipos fan-coil es muy baja y se elimina la entrada de aire individual en cada uno, evitando los problemas de aberturas en las fachadas de los edificios, así como la entrada descontrolada de aire exterior por efecto de los vientos fuertes, aun cuando el ventilador se encuentre detenido. Además, en la planta central de tratamiento se procede a la humectación del aire cuando sea necesario en invierno y en verano se procede a la deshumectación del aire exterior en la unidad central, limitándose los equipos solo a la deshumectación del aire interior, por lo que el control de humedad en estos sistemas es mucho más eficiente.

### *c) Paneles radiantes con aire primario (techos fríos)*

Estos sistemas se basan en compensar parte del calor sensible de ganancia en los locales mediante el enfriamiento de los elementos estructurales, usualmente se utilizan los denominados techos fríos que consisten en paneles radiantes en la que circula agua fría, por tubos de cobre solidariamente fijado sobre los techos metálicos que constituyen la superficie fría en los locales.

aluminio o de acero que se interconectan entre sí, que comúnmente son del tipo perforado no solo para absorber el calor por radiación, sino también, para permitir un movimiento conectivo del aire frío por ella.

Se fabrican además de diversos diseños, en chapas lisas en acero, embebidas en yeso, etc. Por su montaje pueden ser de dos tipos básicos:

- Techo radiante o cerrado
- Techo conectivo o abierto

El techo radiante consiste en el serpentín y la placa metálica instalada en un recinto totalmente cerrado formando un falso techo. En este caso la superficie de intercambio térmico está constituida exclusivamente por la superficie del techo frío que está en contacto con el ambiente considerándose que la emisión se realiza un 55% por radiación y 45% por convección.

El techo conectivo consiste en la instalación de los módulos en un falso techo abierto con aberturas, lo que incrementa la transmisión de calor por convección aumentado la absorción hasta un 15% sobre el caso anterior.

Estos sistemas permiten mejorar el grado de insonoridad a los locales y además es posible utilizar el sistema en invierno circulando agua caliente como sistema de calefacción radiante.

### ***Desventajas de los sistemas de techos fríos***

No es recomendado este sistema en los ambientes en que la humedad específica es elevada, debido a altas cargas de calor latente. Por otra parte, la temperatura del agua fría en los paneles debe ser cuidadosamente controlada para que la superficie

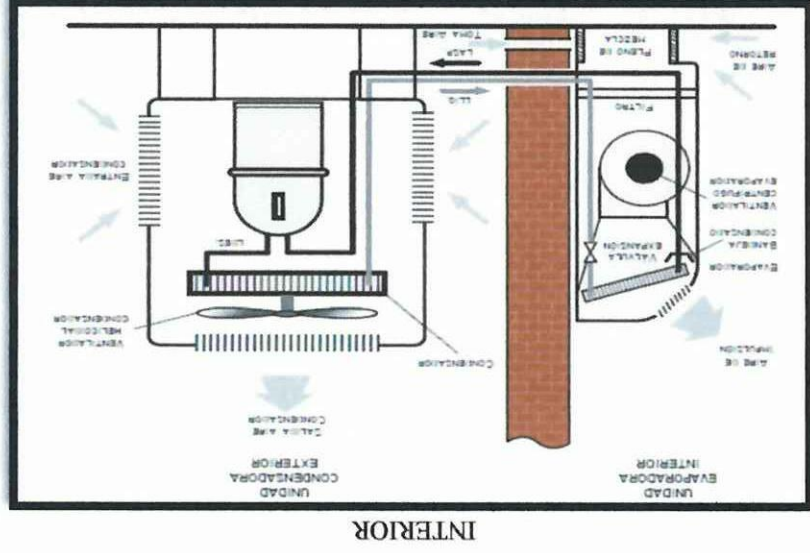
Los sistemas son de más inercia que los sistemas convencionales por lo que su aplicación debe orientarse a instalaciones en edificios con locales de funcionamiento continuo.

#### 1.2.5.4. Sistema todo refrigerante.

##### a) Sistema Split Simple

Estos sistemas son de expansión directa y se diferencian de los unitarios con equipos autocontenidos en que utilizan unidades que están divididas en dos gabinetes uno exterior y otro interior, con la idea de separar en el circuito de refrigeración, la zona de evaporación en el interior con la zona de condensación en el exterior, como se muestra en el gráfico 1.17. Ambas unidades van unidas por medio de tuberías de cobre para la conducción del refrigerante y constituyen el sistema denominado todo refrigerante o también llamado sistema separado (split system).

GRÁFICO 1.17. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA SPLIT CON CONSOLA



dentro de los locales a climatizar y a su vez, la unidad condensadora, que contiene al compresor de refrigeración, ventilador y serpentín de condensación, se coloca en el exterior, en patios, balcones, terrazas, etc.

La interconexión de ambas unidades requiere solamente una cañería de succión y otra de líquido para la circulación del fluido refrigerante, siendo estas tuberías de pequeñas dimensiones y fácilmente ubicables sin afectar a los ambientes.

La unidad condensadora exterior puede instalarse suspendida o apoyada en un aire luz, patio, azotea, marquesina, balcón, etc., a la misma altura, en un nivel superior o inferior al de la unidad evaporadora.

Los modelos de unidades interiores consisten en:

- *Mural*: para colocar colgado sobre pared
- *Cassette*: puede ser para embutir dentro del cieloraso con una altura de aproximadamente 35 cm o del tipo para suspender bajo el cielo raso ocupando solo 17 cm, de cuatro o dos vías de distribución del aire
- *Consola*: para apoyar sobre el piso

La distribución de cañerías es mínima ya que solo requiere el paso de las tuberías de refrigerante de pequeños diámetros y una línea de transmisión para comando.

El tipo de diseño permite prever y realizar cambios en la instalación de un modo sencillo. Además, el control de capacidad de las unidades interiores se puede variar entre el 25 y 100 %, lo que facilita el diseño cuando las cargas térmicas de los lugares son indeterminadas.

Estos sistemas no necesitan ocupar espacio para sala de máquinas, pudiéndose también emplear unidades interiores de conducto, para colocar dentro de

En general, los acondicionadores de aire para habitaciones, sistema separado simple consiste en una unidad interior y una unidad exterior, pero el sistema separado multi split provoca una simplificación en el caso de varios locales, ya que consiste en una única unidad condensadora exterior, que se puede vincular de 2 hasta 6 unidades interiores, estando la capacidad total de enfriamiento del sistema determinada por la unidad exterior, tal como se muestra en el gráfico 1.18:

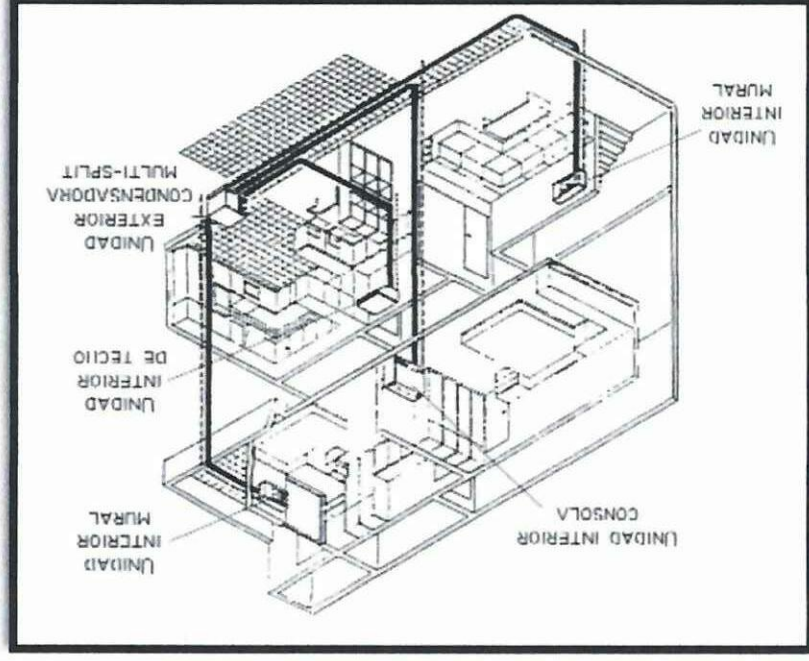


GRÁFICO 1.18. MONTAJE DE UNIDADES MULTI - SPLIT

Fuente: Quadri, Néstor, 2008

En efecto, las unidades condensadoras pueden servir a unidades evaporadoras interiores cuya capacidad total puede llegar hasta el doble de la unidad condensadora y en este caso, cuando están en funcionamiento todas las unidades evaporadoras, se eleva la potencia frigorífica total del sistema, debido a que la temperatura de evaporación aumenta permitiendo incrementar la capacidad de enfriamiento, valor que está previsto en el diseño de fabricación de la unidad



y disponen de un compresor tipo scroll que unido a un sistema de variación de frecuencia denominado inverter, modula continuamente la potencia entregada en función de la demanda del conjunto de unidades interiores, el que aplicado al motor del compresor, permite regular su velocidad para adaptarse a la demanda, con un menor desgaste y un mayor ahorro energético.

En efecto, en una sala de reunión de una oficina puede requerirse refrigeración pero en una zona perimetral, puede necesitarse calefacción.

Por medio del control remoto en cada zona o local, el usuario puede escoger las condiciones ambientales para lograr constantemente un entorno confortable, seleccionando la temperatura que le agrada, por otra parte, permite reducir el tiempo de reparación y mantenimiento.

### ***Características básicas***

Los sistemas todo refrigerante – tipo cassette cuentan entre otras con las ventajas respecto a otros sistemas de aire acondicionado que no requiere sala de máquinas y el espacio ocupado es menor pues el diseño modular de las unidades exteriores permite su implantación unidas unas a otras, reduciendo la ocupación del techo.

Los tiempos de montaje son mínimos y además, se puede realizar en forma modular en etapas, permitiendo ocupar espacios o zonas antes de finalizar la instalación completa del edificio.

Por otra parte, el montaje es sencillo dado que se proveen accesorios para la conexión de las tuberías que facilitan y aceleran el tiempo de instalación.

Uno de los aspectos más importante de estos sistemas es el ahorro energético,

## *1.2.6. Cargas térmicas*

Rojas, E (2009). Manifiesta que "la carga térmica es la cantidad de calor que debe retirarse del espacio por refrigerar, para reducir o mantener la temperatura deseada".

En la mayoría de los casos, la carga térmica es la suma de calor que se fuga al espacio refrigerado a través de paredes, techos, ventanas, rejillas, etc., más el calor que producen las personas, máquinas, motores eléctricos, etc. Se expresa en BTU, la unidad utilizada comercialmente relaciona unidad de tiempo, Btu/hr.

### *1.2.6.1. Cargas internas.*

"Son la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad. Las cargas internas se expresan en Btu, pero la unidad utilizada comercialmente relaciona unidad de tiempo, es decir: Btu/hr." (ASHRAE Handbook, P.18-3)

Entre las cargas internas que podemos mencionar son las siguientes:

#### **a) Luz**

Las luminarias corresponden a una fuente adicional de calor sensible, este calor se emite al ambiente mediante convección, radiación y conducción. Solo una pequeña fracción del calor emitido por radiación es absorbida por los materiales que rodean la luminaria y el calor remanente es contribuido al ambiente a través de radiación y convección.

local". (ASHRAE Handbook, p.18-4)

Los elementos de iluminación convierten la energía eléctrica en calor y luz, por lo que para su cálculo hay que considerar si son fluorescentes o incandescentes, como se muestra en la tabla 1.7.

TABLA 1.7. GANANCIA DE CALOR DEBIDO A LUMINARIAS

TIPO	GANANCIA DE CALOR* Btu/hr
Fluorescente	Luces Totales Watts x 1,25† x 3,4
Incandescente	Luces Totales Watts x 3,4

\* Referido a Tablas 12 y 13, pag. 35-37 para determinar carga actual de refrigerar  
† Valfaje de Luces Fluorescentes es multiplicado por 1,25 incluye ganada de calor por balastro

Fuente: Manual Carrier Air Conditioned, 1967

### b) Personas

De acuerdo a la actividad que realice una persona dentro de un establecimiento se pueden encontrar diferentes estados de metabolismo del cuerpo que resultan completamente en calor y que deben ser continuamente disipados y regulados para mantener una temperatura normal del cuerpo humano.

“Un adulto en reposo produce aproximadamente 390 Btu/h de calor, y debido a que la mayor cantidad de este calor es transferido al ambiente es conveniente caracterizar el metabolismo humano en términos de producción de calor sensible y latente dependiendo de los diferentes estados de actividad del cuerpo humano”. (ASHRAE Handbook, p.18-3)

Para ver la carga térmica por persona se observa en la tabla 1.8:

Los motores eléctricos constituyen una carga muy importante en el diseño de aire acondicionado, por lo que hay que realizar el cálculo tomando en cuenta la potencia y la carga parcial.

### c) Motores eléctricos

Fuente: Manual Carrier Air Conditioned, 1967.

DEGREE OF ACTIVITY	TYPICAL APPLICATION	Met. Rate (Adult) Btu/hr	Met. Rate (Child) Btu/hr	ROOM DRY-BULB TEMPERATURE									
				70 F	75 F	80 F	85 F	90 F	95 F				
Seated or rest	Theater, Grade School	390	350	175	175	195	155	210	140	230	120	260	90
		450	400	180	220	195	205	215	185	240	160	275	125
Seated, very light work	High School	475	450	180	270	200	250	215	235	245	205	285	165
		550	500	190	320	200	300	220	280	255	245	290	210
Standing, walking slowly	Office worker Offices, Hotels, Apts., College	550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
		550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
Standing, walking slowly	Dept., Retail, or Variety Store	550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
		550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
Walking, seated	Drug Store	550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
		550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
Sedentary work	Restaurant	550	500	190	360	220	330	240	310	280	270	320	230
		550	500	190	360	220	330	240	310	280	270	320	230
Light bench work	Factory, light work	800	750	190	560	220	530	245	505	295	455	365	385
		900	850	220	630	245	605	275	575	325	525	400	450
Moderate dancing	Dance Hall	900	850	220	630	245	605	275	575	325	525	400	450
		1000	1000	270	730	300	700	330	670	380	630	460	540
Walking, 3 mph	Factory, fairly heavy work	1000	1000	270	730	300	700	330	670	380	630	460	540
		1500	1450	450	1000	465	985	485	965	525	925	605	845
Heavy work	Bowling Alley, Factory	1500	1450	450	1000	465	985	485	965	525	925	605	845
		1500	1450	450	1000	465	985	485	965	525	925	605	845

\*Adjusted Metabolic Rate is the metabolic rate to be applied to a mixed group of people with a typical percent composition based on the following factors:  
 Metabolic rate, adult female = Metabolic rate, adult male  $\times$  0.85  
 Metabolic rate, children = Metabolic rate, adult male  $\times$  0.75

†Restaurant—Values for this application include 60 Btu per hr for food per individual (30 Btu sensible and 30 Btu latent heat per hr).  
 ‡Bowling—Assume one person per alley actually bowling and all others sitting, metabolic rate 400 Btu per hr, or standing, 550 Btu per hr.

Dentro de las cargas externas, están considerados los aportes de paredes, techos y ventanas debido a la temperatura del ambiente y a la radiación solar.

Cada sección de los laboratorios tienen diferentes características en estos tres elementos, por lo que vale considerar cada uno de ellos por separado.

#### a) Paredes

En las temporadas de verano, el calor penetra por las paredes desde la parte exterior a la interior debido al aire exterior y a la radiación solar, por lo que las paredes se van calentando progresivamente y a la misma vez almacenado calor, lo que es importante considerar esta carga térmica. La fórmula para calcular la carga térmica en paredes es:

$$q = U * A * TD$$

EC (1.3)

Donde:

$$q = \text{Calor (Watts)}$$

$$U = \text{Coeficiente total de transferencia de calor de pared (W/m}^2\text{°C)}$$

$$TD = \text{Diferencia de temperatura (°C)}$$

$$A = \text{Área de la pared (m}^2\text{)}$$

#### b) Ventanas

Las ventanas tienen una doble contribución de carga hacia el interior del edificio.

El calor se transfiere desde el exterior hacia el interior a través del vidrio, es decir

TIPO DE VIDRIO

0 PANTALLA	Lesiones horizontales o verticales inclinadas 45° o cortinas de tela		EXTERIORES Lesiones horizontales inclinadas 45°		INTERIORES Lesiones horizontales		Color claro	Color medio u oscuro		
	Color claro	Color oscuro	Color claro	Color oscuro	Color medio	Color oscuro				
VIDRIO SENCILLO ORDINARIO	1.00	0.56 <sup>mc</sup>	0.65	0.75	0.15	0.13	0.22	0.15	0.20	0.25
VIDRIO SENCILLO 6 mm	0.94	0.56	0.65	0.74	0.14	0.12	0.21	0.14	0.19	0.24
VIDRIO ABSORBENTE	0.80	0.56	0.62	0.72	0.12	0.11	0.08	0.12	0.16	0.20
	0.73	0.53	0.59	0.62	0.11	0.10	0.16	0.11	0.15	0.18
	0.62	0.51	0.54	0.56	0.10	0.10	0.14	0.10	0.12	0.16
VIDRIO DOBLE	0.90	0.54	0.61	0.67	0.14	0.12	0.20	0.14	0.18	0.22
	0.80	0.52	0.59	0.65	0.12	0.11	0.18	0.12	0.16	0.20
	0.52	0.36	0.39	0.43	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.13
VIDRIO TRIPLE	0.50	0.36	0.39	0.43	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.12
	0.48	0.48	0.56	0.64	0.12	0.11	0.18	0.12	0.16	0.20
	0.69	0.47	0.52	0.57	0.10	0.10	0.15	0.10	0.14	0.17

Fuente: Manual Carrier Air Conditioned (3)

Se puede determinar una contribución de las ventanas de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$q = U * A * TD$$

EC (1.4)

Donde:

q = Calor (Watts)

U = Coeficiente total de transferencia de calor de ventanas (W/m<sup>2</sup>°C)

TD = Diferencia de temperatura (interior – exterior) (°C)

A = Area de la ventana (m<sup>2</sup>)

La evaluación y acreditación institucional y de carreras de la educación superior en el Ecuador es hoy un tema prioritario para el mejoramiento continuo y la excelencia académica; la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) menciona que los ambientes de laboratorios deben ser seguros y proveer un ambiente conducente al aprendizaje mediante un proceso de verificación garantizando la Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación.

Los ambientes e instalaciones de los laboratorios de prácticas deben estar acorde a las necesidades de las carreras que se imparten en la Universidad Técnica de Cotopaxi, tomando en cuenta las características y estándares de calidad que contribuyan a la misión, visión, propósitos y objetivos institucionales o de carrera, de tal manera que pueda certificar ante la sociedad la calidad académica y la integridad institucional.

La institución cuenta con laboratorios para algunas especialidades del CIVA, como son: laboratorio de automatización, laboratorio de electrónica, laboratorio de eléctrica, laboratorio de suelda y laboratorio de tono y fresadora, los mismos que se encuentran ubicados en el subsuelo del edificio C; la temperatura interior varía de 15 a 27,5°C, son temperaturas no muy confortables para el ser humano. En su interior cuentan con aparatos electrónicos, eléctricos, focos de calor que evidentemente emanan energía. Estos ambientes son fríos y húmedos por lo que son parámetros importantes a considerar en el diseño del sistema de aire acondicionado de los mismos.

La infraestructura de los laboratorios es un aspecto trascendental que se ha estimado para dicho estudio, debido a sus condiciones en que ha sido construida la edificación; las paredes (ladrillo), techos (cielo falso), pisos (cemento con cerámica) y ventanas (vidrio sencillo 6mm) hacen que los ambientes sean más frío o calientes, es decir varíe su temperatura interna en sus 2 estaciones del año,

necesidad de realizar un estudio de pre factibilidad y factibilidad para el diseño de un sistema de aire acondicionado para ambientes de laboratorios del CIVA, este estudio permitirá analizar cada uno de los Sistemas de Aire Acondicionado y elegir cuál es el apropiado para realizar el diseño en las áreas en estudio, los mismos que deben cumplir con los requisitos técnicos con el fin de que la institución educativa sea evaluada y certificada.

Se pretende que este estudio sirva como marco de referencia para activar y profundizar investigaciones sobre diseño, construcción e implementación de sistemas de climatización y que se utilice como fuente de consulta teórico-práctico.

#### ***1.4. HIPÓTESIS***

El estudio de pre factibilidad y factibilidad incide en el diseño de un sistema de aire acondicionado para ambientes de los laboratorios del CIVA en la Universidad Técnica de Cotopaxi

**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.**

**.10. Variable Independiente:** El estudio de prefactibilidad y factibilidad incide en el diseño de un sistema de aire acondicionado.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMES BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Comprende el análisis Técnico – económico de las alternativas de versión que dan solución al problema planteado través de un estudio viable de selección de un sistema de Aire Acondicionado.</p>	<p>Sistema convencional todo aire Sistema todo agua o sistemas hidrónicos Sistema aire-agua Sistemas todos refrigerantes</p>	<p>El Diagnóstico de la situación actual La identificación de la situación El análisis técnico de la ingeniería del proyecto Ficha ambiental. La evaluación socioeconómica del proyecto</p>	<p>Cálculos. Temperaturas Cargas térmicas</p>	<p>Observación: Registro anecdótico. Experimentación: Ficha Técnica.</p>

Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013

**11. Variable Dependiente:** ambientes de los laboratorios del CIYA en la Universidad Técnica de Cotopaxi

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADORES	ÍTEMES BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>pacio físico equipado con diversos instrumentos, equipos y elementos medida con el fin de satisfacer las mandas y necesidades de experimentos o investigaciones diversas</p>	<p>Las condiciones ambientales que se tomaran en cuenta en el estudio de factibilidad para el diseño son:</p>	<p>Espacios físicos Distribución de planta Estados climatológicos</p>	<p>Fotografías. Áreas de los laboratorios infraestructuras</p>	<p>Observación: Registro anecdótico. Experimentación: Ficha Técnica. Encuesta: Cuestionario</p>
<p>La característica fundamental que servara en cualquier laboratorio si las condiciones ambientales varían especialmente controladas y normalizadas con la estricta finalidad de ningún agente externo pueda provocar algún tipo de alteración o desequilibrio</p>	<p>Temperatura, Humedad, Circulación Pureza del aire</p>			

Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013

## CAPÍTULO II

### 2. DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

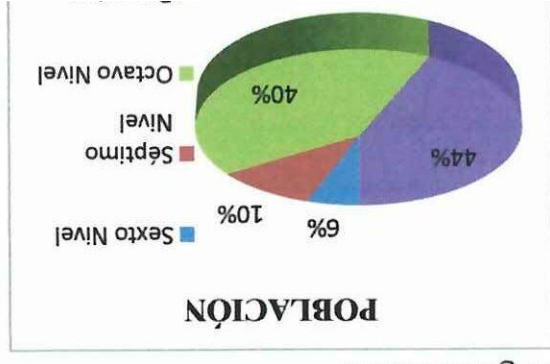
#### DE RESULTADOS

En este capítulo se muestran los resultados de la investigación a partir de los datos obtenidos en la aplicación de las encuestas a estudiantes y profesores del CIVA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, el cual comprende el análisis e interpretación de resultados, conclusiones y recomendaciones

La aplicación de la encuesta y la investigación de campo, permiten conocer que la Universidad al estar en un proceso de acreditación, tiene algunas debilidades en el aspecto de climatización en los laboratorios, por lo que con los datos arrojados en la encuesta representaremos y analizaremos claramente en gráficos cada una de las preguntas que para el efecto se elaboró.

#### 2.1. POBLACIÓN

En esta investigación, la encuesta se aplicó a docentes y estudiantes de Sexto, Séptimo y Octavo nivel de las especialidades de eléctrica y electromecánica del CIVA, los mismos que se muestran en la siguiente tabla:



POBLACIÓN	Nº	%
Sexto Nivel	18	10,47
Séptimo Nivel	69	40,12
Octavo Nivel	75	43,60
Docentes	10	5,81
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

en relación a los ambientes de los nuevos Laboratorios del CIVA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se obtuvieron los siguientes datos:

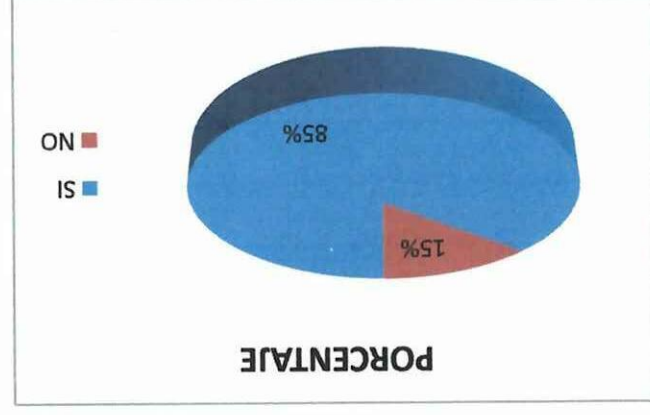
**Pregunta N.1**

?Conoce usted las áreas designadas para los nuevos laboratorios de las carreras del CIVA?

**Tabla N.1**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	147	85,47
NO	25	14,53
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

**Gráfico N.1**



**Interpretación del Cuadro N.1**

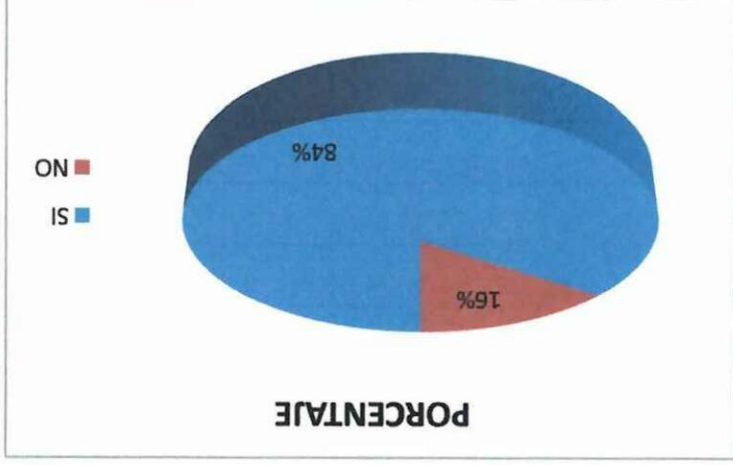
En la Tabla N°1 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 personas, estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 147 de ellos que representan el 85,47% sostienen que conocen el área designada para los nuevos laboratorios del CIVA, mientras que 25

¿En los nuevos laboratorios existe la presencia de humedad que afecta a las personas?  
de las personas?

**Tabla N.2**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	145	84,30
NO	27	15,70
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

**Gráfico N.2**



**Interpretación del Cuadro N.2**

En la Tabla N°2 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 personas, estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 145 de ellos que representan el 84,30% han observado que hay presencia de humedad en las instalaciones; mientras que 27 personas que equivale al 15,70% manifiestan que no existe humedad.

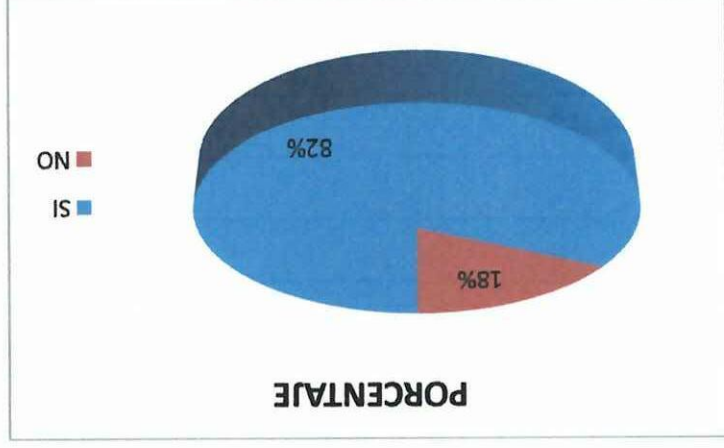
¿Considera usted que los materiales con que está hecha la infraestructura de los nuevos laboratorios influye en el ambiente interno de los mismos?

En la Tabla N°3 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 personas, estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 141 de ellos que representan el 81,98% sostienen que los materiales con que está hecha la infraestructura de los nuevos laboratorios influye en el ambiente interno de los laboratorios.

**Tabla N.3**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	141	81,98
NO	31	18,02
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

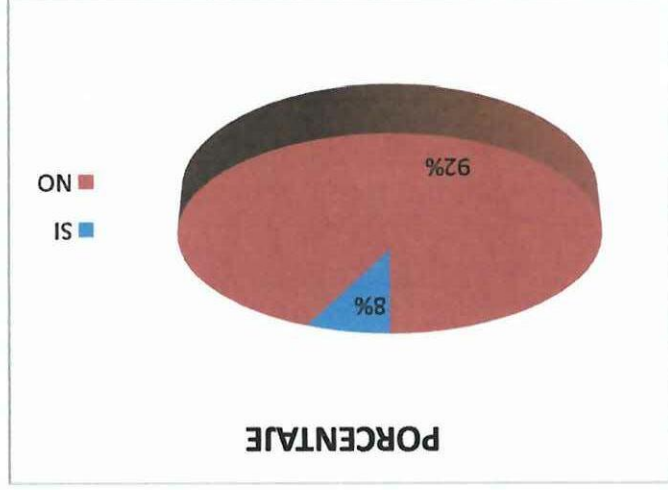
**Gráfico N.3**



**Interpretación del Cuadro N.3**

La Tabla N°4 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 personas, estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 13 de ellos que representan el 7,56% sostienen que si están conformes con los ambientes de los laboratorios, mientras que 159 personas que equivalen al 92,44% no están conformes con los ambientes de las instalaciones.

*Interpretación del Cuadro N.4*



*Gráfico N.4*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	13	7,56
NO	159	92,44
TOTAL	172	100,00

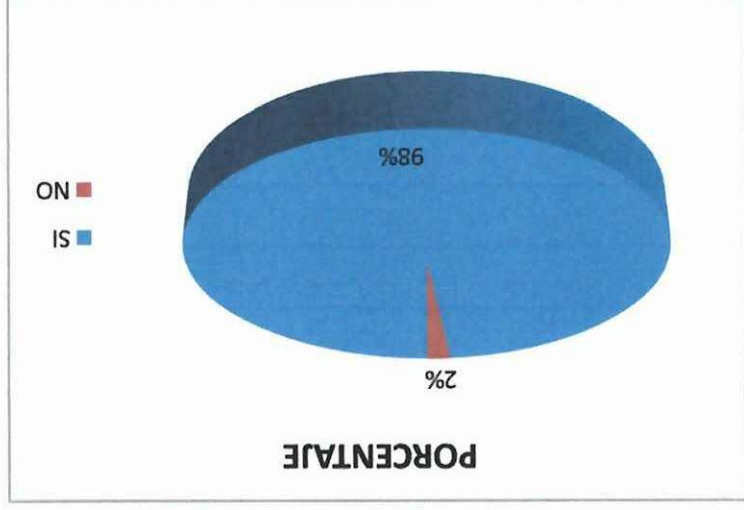
*Tabla N.4*

?Conoce usted que la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) establece que los ambientes de laboratorios deben ser seguros y proveer un ambiente conducente al aprendizaje?

**Tabla N.5**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	169	98,26
NO	3	1,74
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

**Gráfico N.5**

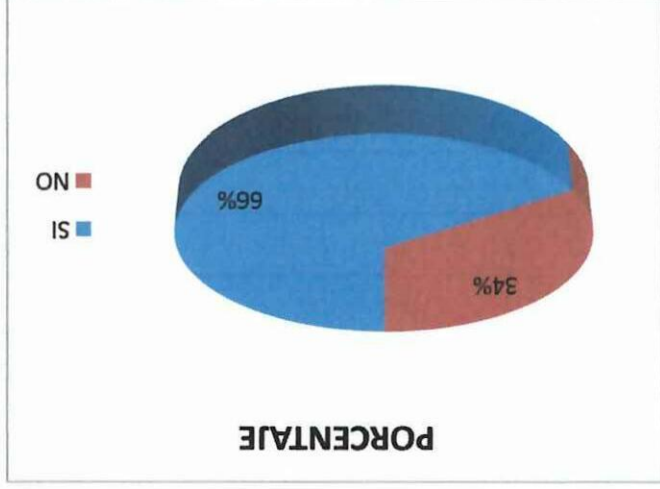


**Interpretación del Cuadro N.5**

La Tabla N°5 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 169 de ellos que representan el 98,26 %, manifiestan que si tienen conocimiento de que los ambientes de laboratorios deben ser seguros y proveer un ambiente conducente al aprendizaje, mientras que 3 personas que equivalen al 1,74 % no conocen nada en absoluto sobre lo que establece la Ley Orgánica de

La Tabla N°6 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 113 de ellos que representan el 65,70%,manifiestan que poseen conocimientos básicos acerca de sistemas de aire acondicionado, mientras que 59 personas que equivalen al 34,30% no poseen conocimientos del tema mencionado.

*Interpretación del Cuadro N.6*



*Gráfico N.6*

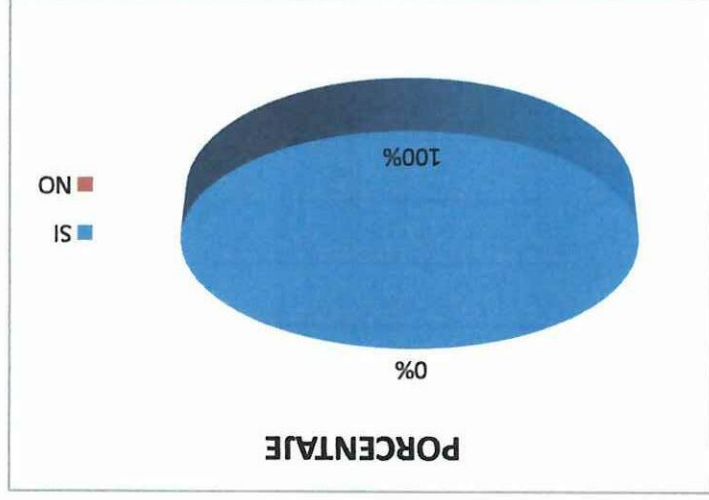
ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	113	65,70
NO	59	34,30
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

*Tabla N.6*

¿Cree usted que la temperatura en el interior de los laboratorios debe estar acorde al requerimiento en las épocas de invierno y verano para su desempeño académico?

La Tabla N°7 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 172 que representan el 100%, manifiestan que la temperatura en el interior de los laboratorios debe estar acorde al requerimiento en las épocas de

*Interpretación del Cuadro N.7*



*Gráfico N.7*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	172	100,00
NO	0	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

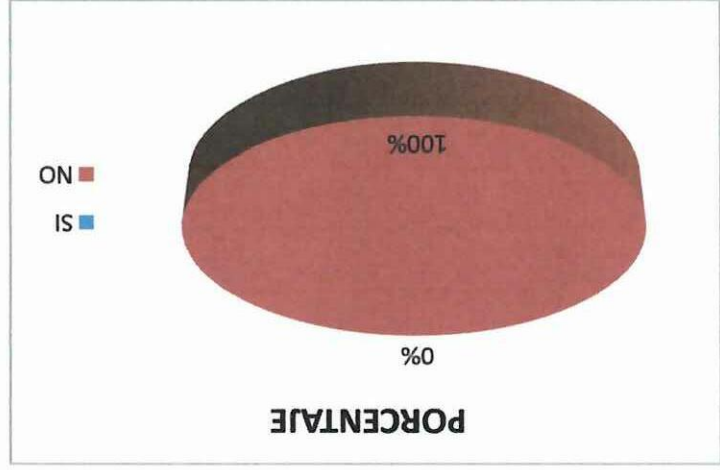
*Tabla N.7*

¿Existen en los laboratorios un sistema de aire acondicionado que evite el incremento o disminución de la temperatura?

**Tabla N.8**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	0	0
NO	172	100,00
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

**Gráfico N.8**



**Interpretación del Cuadro N.8**

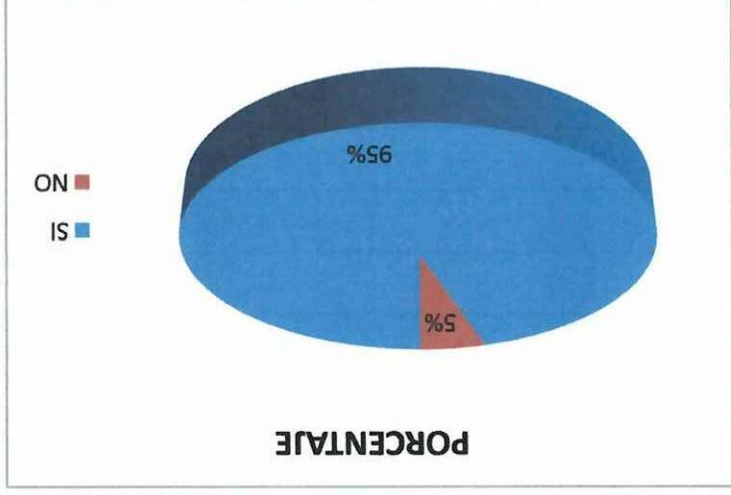
La Tabla N°8 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 personas, estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 172 de ellos que representan el 100% sostienen que no existe un sistema de aire acondicionado que evite el incremento y disminución de la temperatura.

¿Cree usted que es necesario diseñar un sistema de aire acondicionado que cumpla con los requisitos técnicos y sea un aporte para la acreditación de la Universidad?

**Tabla N.9**

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	163	94,77
NO	9	5,23
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

**Gráfico N.9**



**Interpretación del Cuadro N.9**

La Tabla N°9 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 personas, estudiantes y docentes de las Carreras de Eléctrica y Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 163 de ellos que representan el 94,77%, manifiestan que es necesario diseñar un sistema de aire acondicionado mientras que 9 personas que equivalen

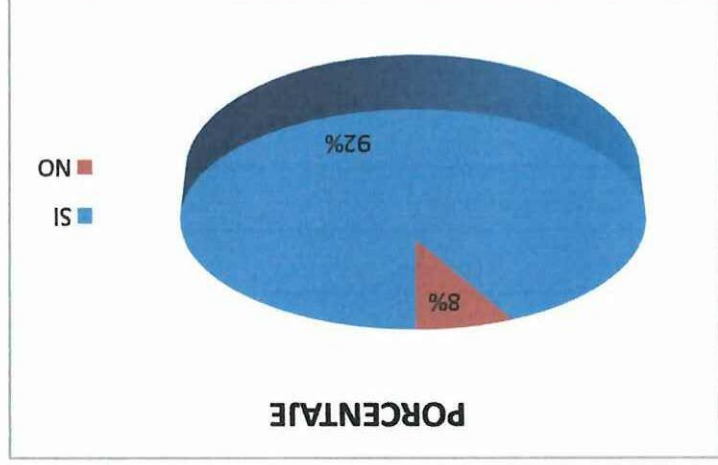
?Creo asda que es necesario que la Universidad tome como referencia un diseo de Sistema de Aire Acondicionado e Invierta para brindar mayor confort en los laboratorios?

La Tabla N°10 contiene datos de la encuesta aplicada a 172 personas, estudiantes y docentes de las Carreras de Elctrica y Electromecnica de la Universidad Tcnica de Cotopaxi, 158 de ellos que representan el 91,86%, manifiestan que es que la Universidad tome como referencia un diseo de Sistema de Aire Acondicionado e Invierta para brindar mayor confort en los laboratorios, mientras

*Tabla N.10*

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	158	91,86
NO	14	8,14
<b>TOTAL</b>	<b>172</b>	<b>100,00</b>

*Gráfico N.10*



*Interpretación del Cuadro N.10*

- Las personas encuestadas al poseer pocos conocimientos de sistemas de aire acondicionado, se considera que es necesario realizar este proyecto para que tengan una guía de consulta relacionada a sistemas de aire acondicionado.
- Se pudo determinar que las personas encuestadas no están conformes con las instalaciones y ambientes de los laboratorios, ya que la temperatura interior debe estar acorde al requerimiento en las épocas de invierno y verano para su desempeño académico.
- Basándonos en la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), consideramos que los ambientes de los laboratorios deben ser seguros y proveer un ambiente conducente al aprendizaje, aspecto importante para que se lleve a cabo el estudio de factibilidad del diseño de un sistema de aire acondicionado.
- De acuerdo a los resultados arrojados por los encuestados se concluye que es necesario diseñar un sistema de aire acondicionado para los ambientes de los laboratorios que sea un aporte para la acreditación de la universidad.
- Los datos reflejan, que es necesario un diseño de un Sistema de Aire Acondicionado, que cumpla las necesidades de calefacción y refrigeración para los diferentes laboratorios en estudio, y que la Universidad tome como referencia el diseño e invierta para brindar mayor confort en los laboratorios.

La elección precisa de un sistema de aire acondicionado es una decisión crítica, porque de ello depende la satisfacción de confort del ser humano y su adaptación en el área a climatizar, en su análisis deben estudiarse muchos factores, en los que hay que considerarse el aspecto económico y la inversión a realizar.

Para elegir el sistema de aire acondicionado se tomará en cuenta las ventajas, desventajas de cada uno de los sistemas mencionados en el capítulo anterior así como también la temperatura, humedad, ventilación e iluminación, debiendo existir una adecuada adaptación entre el sistema y los laboratorios. Por ello, en el Anexo F, se muestra un cuadro de ventajas y desventajas de los tipos de sistemas de aire acondicionado, en el cual nos hemos basado para elegir el más factible para nuestro proyecto.

## ***2.4. CONCLUSIONES DE ELECCIÓN***

Al analizar la estructura de los laboratorios, las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de aire acondicionado, se concluye que el Sistema de Aire Acondicionado a diseñar es el Sistema Todo Refrigerante – Tipo Cassete ya que:

- No requiere ductos lo cual es factible instalar por la existencia de vigas dentro de los laboratorios.
- El equipo cabe en el espacio que hay entre el techo y el cielo raso (72 cm), lo cual se adapta a estas condiciones.
- El impacto por paso de tubería es bajo, lo cual resulta fácil la instalación de tuberías de cobre para la circulación del refrigerante, ya que sus diámetros de tubería son mínimos y no requiere bomba de condensado

- Es un sistema de 4 vías en el suministro de aire, alcanzando hasta 4 metros por cada lado cubriendo un área de 40 m<sup>2</sup> sin mayores problemas.

## CAPÍTULO III

### 3. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

**TEMA: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO TODO REFRIGERANTE - TIPO CASSETTE PARA AMBIENTES DE LABORATORIOS DEL CIVA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI"**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

Los nuevos laboratorios del CIVA de la Universidad Técnica de Cotopaxi abarca más de 200 estudiantes semanalmente, los mismos que cuentan con varios bancos de pruebas eléctricos, electrónicos, PLC, motores, entre otros, los mismos que son aparatos que emiten calor. Las instalaciones no cuentan con un sistema de aire acondicionado, considerando que por su ubicación (subsuelo) es necesario un diseño de sistema de aire acondicionado con el fin de que la Universidad invierta en su instalación y así poder brindar confort ambiental en los laboratorios, tomando en cuenta que la Ley Orgánica de Educación Superior exige que los ambientes de laboratorios deben ser seguros y proveer un ambiente conducente al aprendizaje, lo cual sería un aporte importante para la acreditación de la Universidad.

Adicionalmente, el lugar físico al estar ubicado en el subsuelo la temperatura es baja, lo que produce la incomodidad para los usuarios.

El sistema "Todo Refrigerante - Tipo Cassette" es un sistema de aire acondicionado que, además de cumplir con requerimientos de confort a los usuarios, posee flexibilidad y un control inteligente que se adapta fácilmente a las características del entorno.

zonas, mejoras de rendimiento de energía, ahorro de espacio, confiabilidad y control de humedad y temperatura.

### ***3.2.JUSTIFICACIÓN***

El propósito de este proyecto es el de calcular y diseñar todo un sistema de aire acondicionado para ambientes de los laboratorios del CIVA en la Universidad Técnica de Cotopaxi, con la finalidad de brindarle a estas zonas todos los requerimientos en cuanto a condiciones específicas del lugar siguiendo las normativas de la ASHRAE y así poder ofrecer el servicio para la cual ha sido proyectado.

A su vez este estudio permite analizar cada uno de los Sistemas de Aire Acondicionado con sus respectivos elementos mecánicos y elegir cual es el apropiado para realizar el diseño en las áreas a climatizar, los mismos que deben cumplir con los requisitos técnicos y sea un aporte esencial para la certificación de la Universidad.

Este análisis hace factible el diseño de un Sistema de Climatización para los laboratorios anteriormente mencionados, estableciendo las condiciones técnicas a las que deberán ajustarse las zonas a climatizar. Este proyecto comprenderá por tanto el dimensionamiento de los equipos necesarios para la climatización de los laboratorios, cálculos, planos y presupuesto.

Se pretende que este estudio sirva como marco de referencia para activar y profundizar investigaciones sobre diseño, construcción e implementación de sistemas de climatización y que se utilice como fuente de consulta teórico-práctico.

Este proyecto es viable ya que los investigadores poseemos los conocimientos y

Acondicionado para ambientes de laboratorios que esté acorde con las normas técnicas ergonómicas existentes.

### **3.3.OBJETIVOS**

#### **3.3.1. Objetivo General**

- Dotar a la Universidad Técnica de Cotopaxi de un diseño de sistema de aire acondicionado todo refrigerante – tipo cassette para que tome como opción e invierta dando solución al problema de bajas temperaturas en los nuevos laboratorios del CIVA y sea un aporte para la acreditación de la universidad.

#### **3.3.2. Objetivos específicos**

- Diseñar los sistemas de climatización utilizando el software Auto Cad
- Seleccionar el equipo y los elementos adecuados para el sistema.
- Realizar un presupuesto de costos de materiales, equipos y mano de obra, que cumpla con las exigencias técnicas del proyecto.

### **3.4.FACTIBILIDAD DEL PROYECTO**

Se ha desarrollado el estudio de factibilidad el cual abarca la parte técnica, económica y social; para determinar si se podrá desarrollar el proyecto y finalizarlo con un diseño apropiado para los laboratorios.

Los datos para determinar la factibilidad fueron recolectados por medio de encuestas a estudiantes y docentes que ocupan dichos laboratorios, también por observaciones y percepciones del ambiente en su interior incluido el

del sistema propuesto es una buena opción para que las autoridades de la institución crean conveniente e inviertan dando solución al problema de bajas temperaturas en los nuevos laboratorios del CIVA y sea un aporte para uno de los objetivos de la universidad que es la acreditación.

#### **3.4.1. Factibilidad técnica**

Se ha desarrollado un análisis técnico que determina la viabilidad del proyecto, existen los conocimientos suficientes para realizar los cálculos de cargas térmicas, para elegir los aparatos del sistema de aire acondicionado para la zona y existe software para realizar los planos del área donde se realizará el diseño.

#### **3.4.2. Factibilidad económica**

Con este análisis se determinó la totalidad de gastos que se requieren para el desarrollo del diseño del sistema de aire acondicionado, así como también los gastos de equipos y mano de obra para una posible instalación.

Debido a la naturaleza del proyecto, los costos del desarrollo del diseño absorberán los investigadores, dichos costos ya están debidamente presupuestados y es completamente factible en realizar el dicho diseño. La universidad invertirá dinero en el momento de que opte por el diseño y lo instale.

#### **3.4.3. Factibilidad social**

La factibilidad social se midió evaluando el impacto que tendrá este proyecto en la institución y en las personas que acuden a los laboratorios. Esto se determinó mediante las encuestas sostenidas a usuarios de estas áreas y a percepciones del ambiente en su interior incluido el comportamiento de estudiantes y docentes.

#### **3.4.4. Conclusión del estudio de factibilidad**

Se concluye que el sistema propuesto es factible en el ámbito técnico, económico y social. Existe la tecnología y los conocimientos necesarios para el desarrollo, se cuenta con los recursos económicos necesarios para la investigación y desarrollo del sistema propuesto.

### **3.5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO TODO REFRIGERANTE – TIPO CASSETTE**

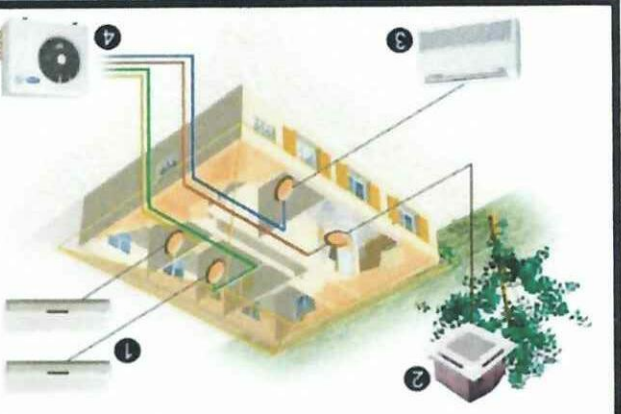
##### **3.5.1. Características Generales**

Son equipos de descarga directa llamados también descentralizados. La unidad que conforman el compresor y el condensador está situada en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Los equipos tipo Cassette tienen la ventaja de difundir el aire en cuatro direcciones diferentes, acondicionando así espacios grandes rápida y eficientemente.

Estos modelos se usan mucho en locales comerciales y establecimientos como bancos, salas de estar y laboratorios por su alta efectividad al momento de acondicionar el ambiente.

Su diseño los hace adecuados para decoraciones modernas y pueden ir escondidos en el cielo raso, ahorrando gran espacio en el lugar.

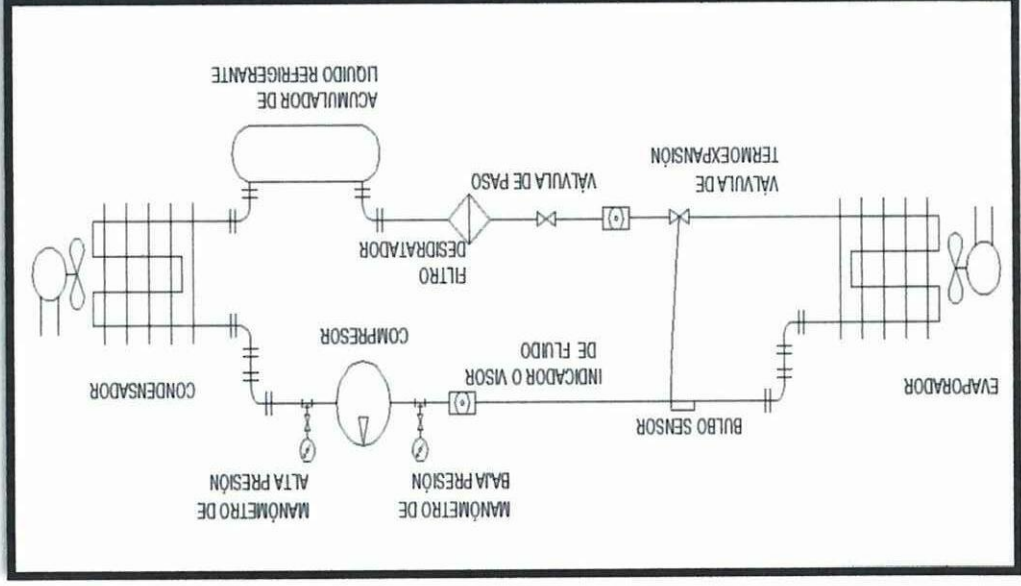
Se comunican entre sí por las líneas de refrigerante y conexiones eléctricas. Hay diferentes tipos de unidades evaporadoras. La diferencia principal está en la forma



Fuente: [www.aireacondicionadomadrid.info](http://www.aireacondicionadomadrid.info), 2013

1. La más común es la que se instala en la parte alta de una pared por lo que se conoce como highwall (pared alta).
2. Unidad que se instala en el cielo falso de un espacio (tipo cassette).
3. La que se instala en la parte baja de una pared, esta unidad se le conoce como flexiline (piso-techo).
4. Unidad condensadora que puede manejar diferente tipos de evaporadoras.

GRÁFICO 3.2. PARTES DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO



Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly, 2013

A continuación se detalla las medidas del evaporador:

**TABLA 3.1. DIMENSIONES DE LA UNIDAD EVAPORADORA**

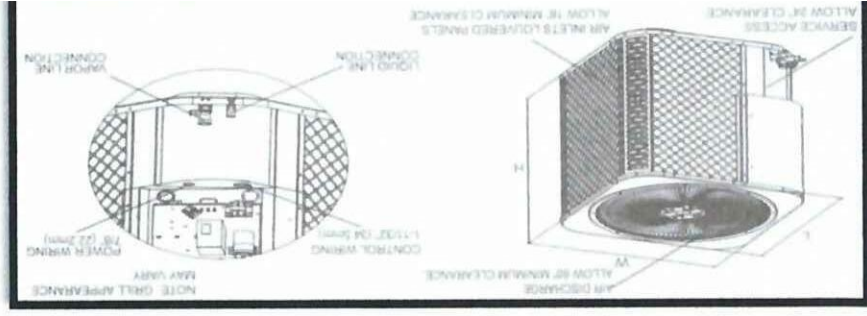
Unidad Modelo (Btu/h)	Dimensiones			Conexiones de refrigeración
	H (mm)	W (mm)	L (mm)	
18000	256	570	570	1/4" Vapor
24000	204	840	840	1/4" Vapor
30000	204	840	840	1/4" Vapor
36000	246	840	840	5/8" Vapor
48000	288	840	840	3/8" Vapor
60000	288	840	840	3/8" Vapor

Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013

La distancia entre la consola y condensadora no debería sobrepasar los 20 metros para mantener la eficiencia y capacidad del equipo.

### 3.5.2. Unidad condensadora

El condensador se tiene que entender como un intercambiador de calor su función es disipar el calor extraído por el refrigerante en el evaporador hacia un medio condensante, Como resultado de la pérdida de calor del refrigerante hacia el medio condensante, este primero es enfriado hasta su temperatura de saturación y después condensado hasta su fase de estado líquido.



**GRÁFICO 3.3. DATOS Y DIMENSIONES DEL CONDENSADOR.**

se producirá solo cuando los gases de refrigerante se encuentren en unas determinadas condiciones de temperatura y presión. A la salida del condensador tendremos líquido a alta presión, más o menos sub-enfriado.

Estas consideraciones nos permiten precisar las funciones internas del condensador, que son tres:

- Enfriar los vapores comprimidos de la temperatura de descarga a la temperatura de condensación.

- Condensar vapores enfriados a la temperatura de condensación.

- Subenfriar el líquido condensado desde la temperatura de condensación a la temperatura ambiente.

**TABLA 3.2. DIMENSIONES DE LA UNIDAD CONDENSADORA**

Unidad	Modelo (Btu/h)	Dimensiones			Conexiones de refrigeración	
		H (mm)	W (mm)	L (mm)		
					Líquido	Vapor
18000	830	275	275	575	1/4	1/2
24000	840	275	275	575	1/4	5/8
30000	840	320	320	800	1/4	5/8
36000	840	320	320	800	1/4	5/8
48000	1060	320	320	870	3/8	3/4
60000	1165	370	370	900	3/8	3/4

Fuente: Manual de Instalación, unidades condensadoras del 5-5 Toneladas. 2013

La distancia entre la consola y condensadora no debería sobrepasar los 20 metros para mantener la eficiencia y capacidad del equipo.



Fuente: Corporación Cartier. 2012

- Salida de aire interior
- Ventilador
- Motor eléctrico
- Serpentin con tubo de cobre
- Compresor tipo scroll
- Filtro secador.
- Capilar, con distribuidor de liquido.
- Visor
- Toma de alimentación eléctrica.

### ***3.5.2.1. El compresor.***

El compresor aspira el fluido refrigerante que proviene del evaporador a la presión de baja establecida y lo comprime elevando su temperatura y presión hasta unos valores con los cuales se pueda efectuar la condensación y el condensador efectúa la descarga.

El factor más importante que regulariza la capacidad de un compresor, es la temperatura de vaporización del líquido en el evaporador.

En el presente proyecto consiste de un compresor Scroll dispositivo de desplazamiento positivo ya que se realiza la compresión mediante la acción de dos “ESPIRALES” una fija y otra que orbita sobre la primera.

Los compresores están disponibles en diversos modelos sencillos para refrigerantes R407C, R134a, R410A y R22. Además, combinan alta eficiencia energética con bajo nivel de ruidos y vibración mínima.

Las ventajas de este tipo de compresor son:

- Fácil de instalar y mantener
- Energéticamente eficiente con larga vida útil y bajo nivel de ruido
- Funciona en entornos de alta temperatura
- Funcionamiento fiable en toda circunstancia

GRÁFICO 3.5. COMPRESOR TIPO SCROLL.



Fuente: Corporación DANFOSS, 2011

El control de capacidad del compresor scroll se realiza mediante válvulas de bypass situadas en el estator permitiendo variar la cantidad de gas alojado entre celdas. En el caso que estas válvulas permanezcan cerradas el compresor

funcionar en instalaciones frigoríficas de tamaño reducido como aires acondicionados domésticos y de automoción. También tienen aplicaciones neumáticas como elementos de potencia de instalaciones de regulación y control.

### ***3.5.2.2. El ventilador.***

Los ventiladores utilizados en el proyecto son de accionamiento directo porque el motor eléctrico está acoplado al eje de rotación del ventilador provocando una corriente de aire. En nuestra vida cotidiana tenemos muchos ventiladores: en el secador de pelo, en la aspiradora, en la campana de la cocina, en el ordenador.

Los ventiladores como cualquier máquina eléctrica necesitan de una alimentación eléctrica, que incluya una protección y un sistema de mando o accionamiento.

Los ventiladores se accionan generalmente mediante un interruptor eléctrico para la marcha o paro, pero en los ventiladores del proyecto tienen un relé térmico de protección automático.

### ***3.5.2.3. Motores.***

Los motores eléctricos de accionamiento de los ventiladores son de corriente alterna. Tensión 220V alimentados por tres hilos Fase, Neutro y Protección (tierra). De potencia media 200 a 1000 W. El arranque es fuerte. Están constituidos por un bobinado principal u otro auxiliar.

### ***3.5.3. Unidad evaporadora tipo cassette***

El evaporador es básicamente un intercambiador de calor entre el fluido refrigerante y el medio que lo rodea, de donde se pretende extraer calor o frío para

rodea esta a una temperatura superior, existe una cesión de calor que proviene del ambiente, al cual será absorbida por el fluido refrigerante para poder así llevar a cabo su cambio de estado de líquido a vapor.

Cuando el refrigerante entra a los pasajes o tubos, que conforman el evaporador, absorbe el calor de la carga térmica y es cuando empieza a hervir y se evapora.

La unidad evaporadora tipo cassette tiene las siguientes ventajas:

- Son unidades fáciles de adaptar
- Instalación sencilla
- Se requiere un simple enlace de la unidad exterior a la unidad interior.
- Pueden ser manejados por control remoto
- Difunden el aire en 4 direcciones
- Bajo nivel de ruido
- Mantenimiento sencillo
- Consume menos energía que otros equipos.
- Modelos que facilitan la colocación en distintos lugares

Desventajas:

- La instalación de la unidad condensadora en el exterior puede generar problemas si no es considerada dentro del diseño
- Poco estético en el interior y en el exterior si queda visible
- Si el equipo condensador se ubicara a una distancia mayor a cinco metros implicara material y costo adicional para hacer la conexión con la unidad evaporadora.

climatizado y pasar a través del serpentín del evaporador, un filtro, una bandeja de recolección de condensado con una bomba de drenaje, más los accesorios para el encendido de su motor y control.

La unidad condensadora es la que se encarga de rechazar el calor hacia el exterior por lo que el aire que sale es caliente, es por eso que no se debe colocar en un lugar encerrado ya que al no haber ventilación el equipo se puede sobrecalentar.

La unidad evaporadora y condensadora deben de estar conectadas entre sí por medio de una tubería de cobre aislada para gas refrigerante, el cable de conexión eléctrica, a la vez se hace la evacuación de los condensados de la evaporadora por una tubería que sale al exterior por la misma línea.

### **3.5.4. Refrigerante**

Es un fluido que absorbe calor al evaporarse a baja presión y lo cede al condensarse a alta temperatura y presión.

Se han utilizado varios refrigerantes a lo largo de la historia, habiendo demostrado que algunos son mejores que otros en ciertos aspectos. Se podría afirmar que cada uno tiene sus factores a favor y en contra. En estos tiempos, se introduce un criterio importantísimo en el cuidado del medio ambiente, ante esto han aparecido nuevos refrigerantes denominados ecológicos como es el caso del **R-134a, R-410a y el R-140a.**

- **Refrigerante R22**

El gas refrigerante R22 es un hidroclorofluorocarbono HCFC: (Hidrógeno, Carbono, Flúor, Cloro). Ampliamente usado en todos los sectores de la

temperatura en instalaciones fijas, transporte refrigerado y aire acondicionado.

Actualmente ya existen sustitutos directos del R22 como son el R417A, R422A y

R410 A.

**TABLA 3.3. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL R22**

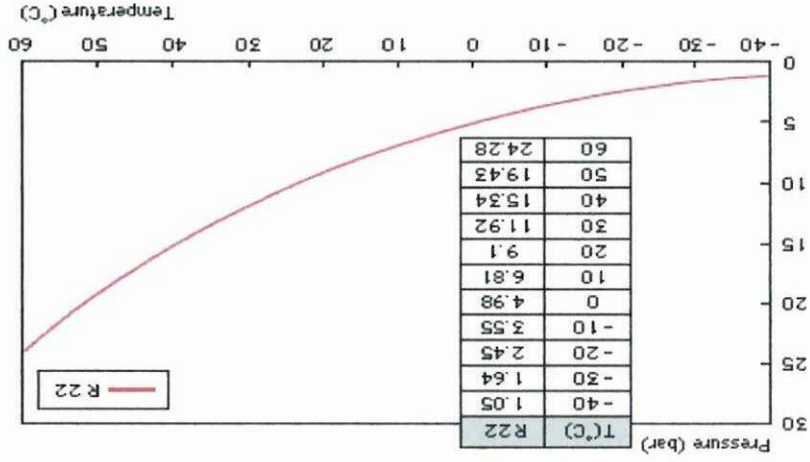
FORMULA QUÍMICA		
CHClF <sub>2</sub>		R22
		Peso Molecular
		Temperatura de ebullición
	°C	-40.8
	°C	-160
	°C	96.15
	Bar	49.88
	Densidad crítica	
	Kg/l	0.513
	Kg/l	1.19
	bar	10.44
	W/m.K	0.0868
	W/m.K	0.0113
	%	0.30
	Solubilidad en agua (25°C, 1.013 bar)	
	mPas	0.178
	Viscosidad del líquido (25°C)	
	mPas	0.0127
	Viscosidad del vapor (25°C)	
	% vol	ninguno
	Limite de Inflamabilidad en el Aire	

Fuente: Gonzalez, Alberto. 2010

El R22 es un refrigerante muy estable y se puede utilizar con la mayoría de los materiales usados normalmente en la refrigeración: sin embargo se deben evitar metales como magnesio, zinc, y aleaciones de aluminio con contenidos de magnesio superiores al 2%. El R22 es compatible con la mayoría de plásticos y elastómeros, pero normalmente su comportamiento con estos materiales dependerá también de la temperatura de trabajo y del tipo de aceite utilizado.

Como norma general la compatibilidad del R22 con el Neopreno, la Goma Butílica y la Buna S es buena; entre los plásticos, el PVC, el Nylon y el PTFE

**GRÁFICO 3.6. PRESIONES DEL R22**



Fuente: González, Alberto. 2010

Los nuevos refrigerantes (HFC) tenderán a sustituir a los CFC y HCFC en el 2015:

**TABLA 3.4. SUSTITUCIÓN DE REFRIGERANTES**

USO O SERVICIO	CFC / CFC	HFC
Limpieza	R-11	R-141b
Temperatura media	R-12	R-134a / R-409
Baja temperatura	R-502	R-404 / R-408
Aire Acondicionado	R-22	R-407c / R-410 a

Fuente: ASHRAE. 2010

### 3.5.5. Dispositivos de expansión

El dispositivo de expansión es el que se encarga de separar el lado de alta presión del lado de baja presión. Su finalidad es doble: regular el flujo de refrigerante hacia el evaporador y reducir la presión del fluido refrigerante de manera isentálpica.

- Producen la expansión del fluido. El fluido pasa de alta a baja presión decir, que son las "fronteras" entre el alta y la baja presión del circuito.

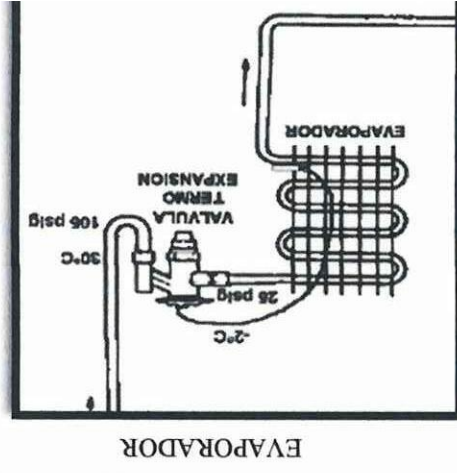
Los tipos de dispositivos de expansión más empleados en este tipo de sistemas son:

- Tubo capilar.
- Válvula de expansión termostática

### 3.5.5.1. *Válvula de termo expansión.*

La válvula de expansión termostática o válvula de termo expansión, es un dispositivo de medición diseñado para regular el flujo de refrigerante líquido hacia el evaporador, en la misma proporción en que el refrigerante líquido dentro del evaporador se va evaporando. Esto lo logra manteniendo un sobrecalentamiento predeterminado a la salida del evaporador (línea de succión), lo que asegura que todo el refrigerante líquido se evapore dentro del evaporador, y que solamente regrese al compresor refrigerante en estado gaseoso.

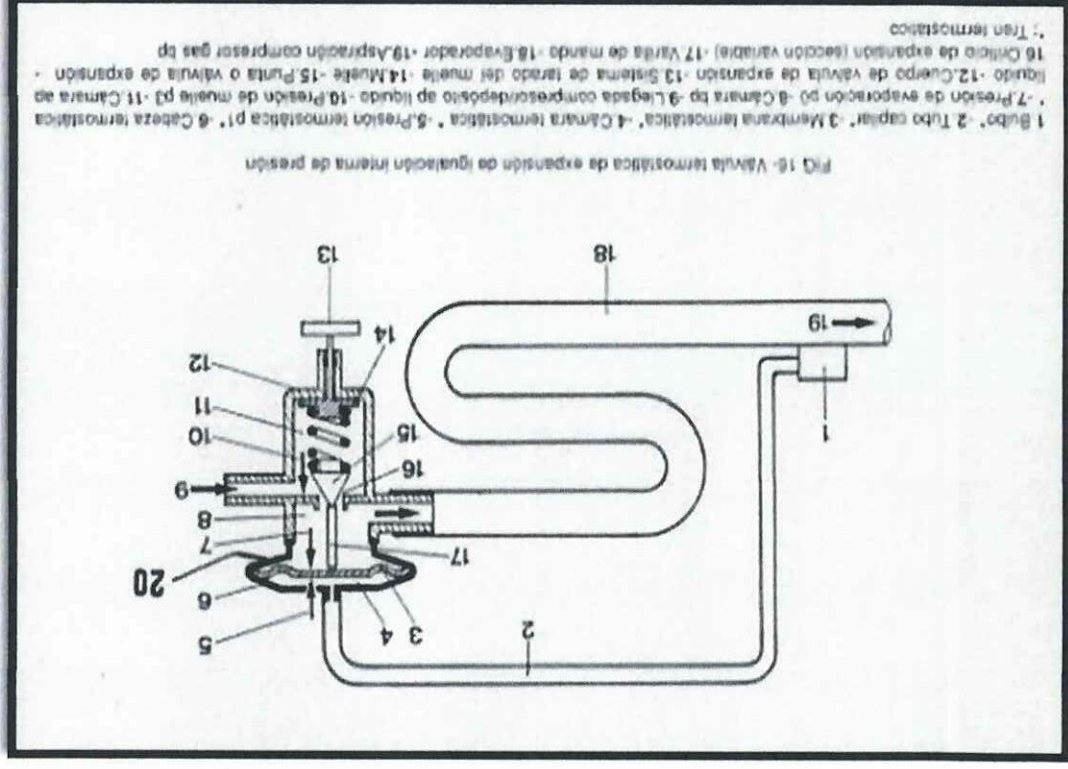
**GRÁFICO 3.7. CONECCION DE LA VÁLVULA DE TERMO EXPANSIÓN CON EL**



- La temperatura del gas que sale del evaporador
- La presión del evaporador.

En conclusión, las principales funciones de una válvula de termo expansión son: reducir la presión y la temperatura del líquido refrigerante, alimentar líquido a baja presión hacia el evaporador, según la demanda de la carga, y mantener un sobrecalentamiento constante a la salida del evaporador.

**GRAFICO 3.8. VÁLVULA TERMOSTÁTICA DE EXPANSIÓN DE IGUALACIÓN INTERNA DE PRESIÓN.**



Fuente: Campoverde, Mayra y Vélez, Alexis. 2011

### 3.5.6. Indicador de líquido y humedad

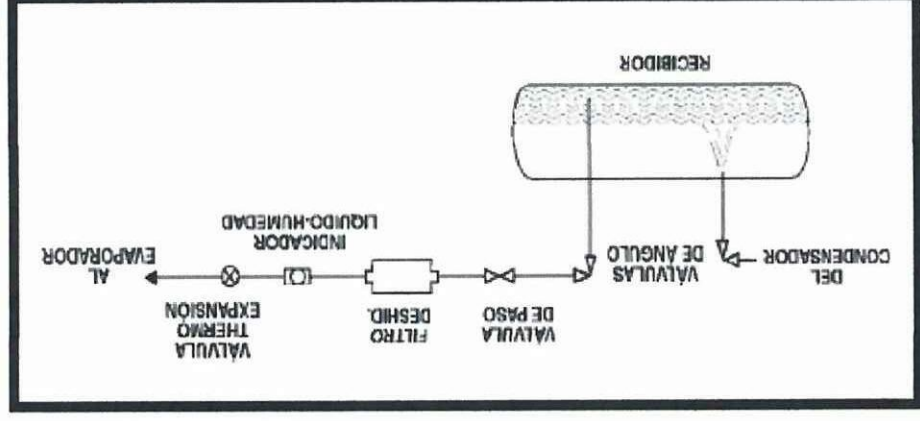
Es un dispositivo de metal con una mirilla de vidrio que permite observar la

si falta refrigerante al sistema, o si hay alguna caída de presión en la línea de líquido.

La función más importante de un indicador de líquido y humedad, es revelar la presencia de exceso de humedad en el refrigerante, el cual puede ser nocivo para el dispositivo de expansión y al sistema completo.

La otra función, es observar a través del cristal el paso de refrigerante, el cual debe estar totalmente líquido.

GRAFICO 3.9. UBICACIÓN DEL INDICADOR DE LÍQUIDO Y HUMEDAD



Fuente: Mzpeda, 2009

### 3.5.7. Filtro deshidratador

Un filtro deshidratador por definición, es un dispositivo que contiene material desecante y material filtrante para remover la humedad y otros contaminantes de un sistema de refrigeración.

La aplicación de los desecantes en los sistemas de refrigeración, se hace

ácidos; y también, para retener por medio de filtración todas las partículas sólidas que estén siendo arrastradas a través del sistema por la mezcla de refrigerante aceite.

El uso de los filtros deshidratadores en los sistemas de refrigeración, es la mejor manera de proteger los componentes en el muy probable caso de que estos contaminantes estuvieran presentes en el sistema, ya que la válvula de termo expansión, el tubo capilar y el compresor, son los componentes más afectados por los contaminantes.

GRAFICO 3.10. FILTRO DESHIDRATADOR



Fuente: EMERSON Electric, 2013

### 3.5.8. *Manómetro*

Es una herramienta importante del mecánico de servicio para comprobar el funcionamiento del sistema. Los manómetros para el lado de alta presión del sistema tienen escalas con lecturas desde 0 a 28. Los manómetros para el lado de baja se denominan manómetros compuestos, ya que la escala está graduada para presiones superiores e inferiores a la presión atmosférica, su escala está en el rango de 762 mmHg.

Las escalas de presión, se representan en la carátula del manómetro las temperaturas de saturación equivalentes para los refrigerantes normalmente utilizados.



Fuente: Campoverde, Mayra. 2011

### **3.5.9. Colgadores y soportes**

Están fabricados a partir de perfiles de Acero "L" 1.1/4" x 3/16" con tirantes al techo de varillas de 3/8", (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association, 1985).

Los soportes van fijados a las paredes, techos por medio de anclaje con rosca instalados con disparo o de anclaje tipo HILTI. La distancia entre soportes no será mayor de 1.50 m.

### **3.5.10. Requisitos de ubicación**

Para ambas unidades se debe de elegir el lugar más apropiado, tomando en cuenta lo siguiente:

*Unidad evaporadora:*

La unidad deberá estar alejada de cualquier fuente de calor o vapor, se debe instalar en un lugar sin obstáculos frente a ella, tener previsto que la unidad evaporadora se debe drenar hacia el exterior.

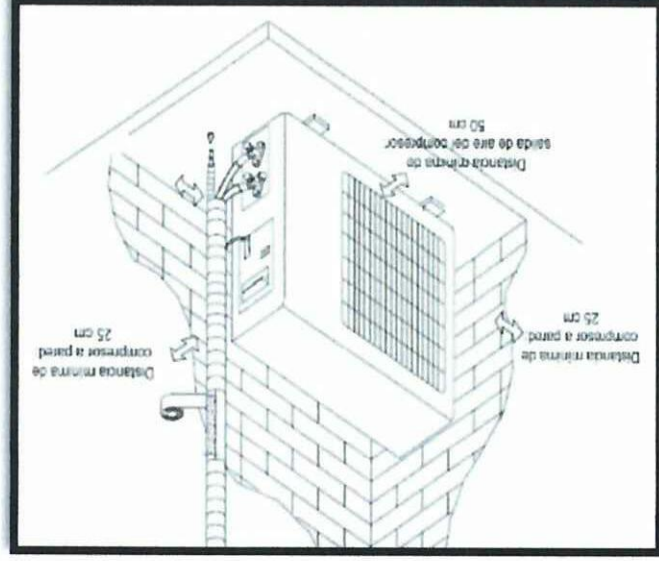
Si la unidad está instalada en el cielo falso, hay que considerar la carga térmica

La unidad condensadora es ubicada en espacios libres y ventilados ya sea en un patio o azotea, donde pueda recibir sombra al tiempo que se use el equipo.

Se debe tomar en cuenta el peso de la unidad, el ruido y las vibraciones que produce para que no causen molestia.

El hueco necesario para unir la unidad interior y la exterior es muy pequeño, alrededor de diez centímetros de diámetro para pasar los dos tubos del refrigerante, el tubo de condensación de la unidad evaporadora y el cable de conexión eléctrica.

GRÁFICO 3.12. DIMENSIONES DE INSTALACIÓN



Fuente: Manual de Instalaciones de climatización y ventilación. 2010

### 3.5.11. Instalación

La unidad evaporadora es instalada en el interior del espacio a acondicionar en el cielo falso. La unidad condensadora se debe colocar en el exterior porque es la que se encarga de rechazar el calor hacia el exterior el cual puede ser descargado

### **3.5.12. Mantenimiento**

El mantenimiento del aire acondicionado tipo Cassette consiste en limpiar el serpentín y filtro de aire que se encuentra en la unidad evaporadora, por lo menos una vez al mes, ya que de esta forma se impedirá que el aire se contamine y que y polvos circulen por el ambiente. La parte externa debe limpiarse superficialmente para evitar la acumulación de polvo, de igual manera se hace con la unidad condensadora, se lava quitando el exceso de polvo y grasa pegada, sin que las partes eléctricas sean mojadas.

En algunos casos los equipos de aire acondicionado tipo Cassette ocasionan ruido de las rejillas al producir el movimiento ondulado del aire, esto se soluciona aplicando grasa o aceite en spray.

### ***Mantenimiento preventivo – predictivo***

- Limpiar el evaporador y condensador
- Limpiar e inspeccionar los cuadros eléctricos
- Limpiar e inspeccionar el sistema de drenaje.
- Medir la presión del gas refrigerante.
- Limpiar difusores y rejillas

### **3.5.13. Requisitos eléctricos**

La energía requerida para el correcto funcionamiento del sistema de aire acondicionado tipo Cassette es de 220 voltios, incluso se debe hacer la conexión a tierra para proteger a los equipos de cualquier descarga eléctrica.

La unidad condensadora produce agua que resulta de la capacidad de los equipos para reducir el nivel de humedad del aire constituyendo un factor decisivo en la calidad del confort, esta agua debe ser drenada mediante la instalación de una tubería que se debe colocar de forma descendente, ya sea de pvc o manguera de gas, el equipo debe contar con una pequeña inclinación para que el agua se drene de manera correcta hacia el drenaje de aguas lluvias evitando así su derrame.

### **3.5.15. Requisitos estructurales**

En el cielo falso es donde se instala la unidad evaporadora debe tener la suficiente resistencia para soportarla, y debido a la gravedad se colocará por medio de soportes metálicos.

## **3.6. CÁLCULOS**

Condiciones climatológicas de Enero – Mayo 2013

### **3.6.1. Laboratorio de automatización**

CONDICIONES EXTERIORES

<b>CONDICIONES EXTERIORES DEL PROYECTO.</b>		
Latitud	1	° sur
Humedad Relativa	80	%
Temperatura bulbo seco exterior	26	°c
Temperatura bulbo húmedo exterior	21	°c
Velocidad del viento	13	km/h
temperatura bulbo seco piso	18	°C
Altura msnm.	2790	m
Densidad aire	0,01834	Kg/m3
Calor específico aire	0,24	Kcal/Kg °C

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO:	
Cantidad de luminarias	18 u
Humedad Relativa	50 %
Temperatura bulbo seco interior	21 °c
Número de ocupantes	20 u
Velocidad del aire interior	0,01 Km/h
Largo	13 m
Ancho	4,85 m
Altura de piso a techo.	2,325 m

Nota: Las vidrios de las ventanas son vidrio sencillo 6 mm. Las paredes son de consistencia lisa y están constituidas de ladrillo 18 cm, enlucido 1cm a cada lado, estocado 1 mm a cada lado fina capa de pintura 1mm a cada lado. El techo contiene cielo falso y el piso es de cerámica (baldosa).

Carga térmica por techo, paredes, piso y ventanas

4. "Q" TECHO, PAREDES, PISO, VENTANAS	
Area considerada	Watts
Pared Norte	234,263
Ventana Norte	0,000
Pared Sur	276,821
Ventana Sur	0,000
Pared Este	727,659
Ventana Este	696,480
Pared Oeste	796,144
Ventana Oeste	325,024
Techo	183,506
Piso	-337,374
<b>Btu</b>	<b>9903,99</b>

Nota: Para el cálculo hay que considerar, el tipo de superficie, el espesor, el área.

que el trabajo es ligero y moderado. El cálculo es el siguiente:

$$(\#pers * Q sensible) + (\#pers * Q latente) = kcal /h$$

$$(20 * 69kcal/h) + (20*32kcal/h) = kcal/h$$

$$2020 = kcal/h$$

$$2020 kcal/h * 3,9657 = 8010,71 BTU$$

6. "Q" OCUPANTES	
kcal/h	2020
Btu	8010,71

La ganancia de calor debido a ocupantes (Q sensible y Q latente) se seleccionó del Manual Carrier tabla 48 pag. 1-94 para 21°C. (1 Kcal/h = 3,9657 BTU)

Carga térmica por luminarias

En el interior del laboratorio hay 27 luminarias fluorescentes de 40 W, cuyos cálculos son:

7.- CALCULO DE CARGA TERMICA POR LUMINARIAS en (W/m2); ( ISO.8995) RANGOS COMUNES DE NIVELES DE ILUMINACION.							
UBICACIÓN	AREA m2	W/m2	TIPO LUMINARIA	F.balastro	VATIOS (W)	CANTIDAD	(W) TOTAL
LABORATORIO	63,05	510,58	3*40	1,2	120	6	864
COMEDOR		0	2*17	1	34	0	0
OFICINA		0	2*40	1,2	80	0	0
BAR		0	3*40	1,2	120	0	0
SALON		0	2*32	1,2	64	0	0

8.- "Q" LUMINARIAS	
Watts	687,29
Btu	2345,03

Nota: 1 Watt = 3,412 BTU

Carga térmica por artefactos eléctricos

En el laboratorio de automatización existen aparatos eléctricos como se detalla a continuación:

9.- CALCULO DE CARGA TÉRMICA POR ARTEFACTOS ELÉCTRICOS. (ASHRAE Fundamentals, Chapter 28)						
TIPO DE CARGA	Cantidad	Amperios	Voltaje	Fases	Cos Φ	Potencia (W)
Motor 3Φ	1	1,9	220	3	0,83	600,90
Motor 3Φ	2	2,9	220	3	0,83	1834,33
Bomba de agua 1Φ	1	5,0	110	1	0,75	412,50
SUMINISTRO SOCORRO						
SUMINISTRO RESERVA						711,93

Cant.	APARATO ELÉCTRICO	CÁLCULOS	POTENCIA (W)
1	Motor trifásico de 220 V a 1,9 A	220 V * 1,9 A * 0,83 * 1*1,732	600,90
2	Motor trifásico de 220 V a 2,9 A	220 V * 2,9 A * 0,83 * 2 *1,732	1834,33
1	Bomba de 110 V a 5 A	110 V * 5 A * 0,75 * 1	412,50

Suministro de reserva: (600,90+1834,33+412,50)\*25% = 711,93

$$600,90+1834,33+412,50+711,93 = 3559,66$$

$$3559,66*3,412 = 12145,55$$

Nota: 1,732 = solo cuando es trifásico

6-	"Q" TOTAL	33162,08	BTU
5-	"Q" VENTILACION - INFILTRACION	756,79	
4-	"Q" ARTEFACTOS ELECTRICOS	12145,55	
3-	"Q" POR LUMINARIAS	2345,03	
2-	"Q" POR OCUPANTES	8010,71	
1-	"Q" TECHO, PAREDES, PISO, VENTANAS	9903,99	

TABLA DE RESUMEN GENERAL DE CALCULO DE CARGAS TERMICAS

12.- "Q" VENTILACION	Btu	756,79
----------------------	-----	--------

Nota: el valor de CFM (valor recomendado de ventilación de persona por minuto) se eligió del manual de Carrier.

CFM POR PERSONA	TIPO ACTIVIDAD	"Q" SENSIBLE EN BTU	"Q" LATENTE EN BTU	CANT. PERSONAS
30	HOSPITALES	0,0	0,0	0
20	LABORATORIO	449,0	219,373	17
15	OFICINA	59,4	29,03	3
10	FABRICAS	0,0	0,0	0

Carga térmica por ventilación - infiltración

VATIOS	3559,66
Btu	12145,55

CONDICIONES EXTERIORES DEL PROYECTO.		
Latitud	1	° sur
Humedad Relativa	80	%
Temperatura bulbo seco exterior	26	°c
Temperatura bulbo húmedo exterior	21	°c
Velocidad del viento	13	km/h
temperatura bulbo seco piso	18	°c
Altura msnm.	2790	m
Densidad del aire	0,01834	kg/m <sup>3</sup>
Calor específico aire	0,24	kcal/kg °C

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO.		
Cantidad de luminarias	18	u
Humedad Relativa	50	%
Temperatura bulbo seco interior	21	°c
Número de ocupantes	25	u
Velocidad del aire interior	0,01	km/h
Largo	13,87	m
Ancho	9,17	m
Altura de piso a techo.	2,325	m

TABLA DE RESUMEN GENERAL DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

1.-	Q. TECHO, PAREDES, PISO, VENTANAS	11802,69
2.-	Q. POR OCUPANTES	10013,39
3.-	Q. POR LUMINARIAS	3231,11
4.-	Q. ARTEFACTOS ELECTRICOS	12861,85
5.-	Q. VENTILACION - INFILTRACION	1245,48
6.-	Q. TOTAL	39154,53

BTU

CONDICIONES EXTERIORES DEL PROYECTO.		
Latitud	1	° sur
Humedad Relativa	80	%
Temperatura bulbo seco exterior	26	°c
Temperatura bulbo húmedo exterior	21	°c
Velocidad del viento	13	Km/h
temperatura bulbo seco piso	18	°c
Altura msnm.	2790	m
Densidad aire	0,01834	Kg/m <sup>3</sup>
Calor específico aire	0,24	Kcal/Kg °C

### CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO.		
Cantidad de luminarias	63	u
Humedad Relativa	50	%
Temperatura bulbo seco interior	21	°c
Número de ocupantes	30	u
Velocidad del aire interior	0,01	Km/h
Largo	26,89	m
Ancho	6,7	m
Altura de piso a techo.	2,15	m

TABLA DE RESUMEN GENERAL DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

1.-	°C TECHO, PAREDES, PISO, VENTANAS	9944,15
2.-	°C POR OCUPANTES	12016,07
3.-	°C POR LUMINARIAS	7647,93
4.-	°C ARTEFACTOS ELECTRICOS	7336,50
5.-	°C VENTILACION - INFILTRACION	1739,63

TABLA DE RESUMEN GENERAL DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

1.-	"Q" TECHO, PAREDES, PISO, VENTANAS	8253,05
2.-	"Q" POR OCUPANTES	4005,36
3.-	"Q" POR LUMINARIAS	1504,35
4.-	"Q" ARTEFACTOS ELÉCTRICOS	47290,32
5.-	"Q" VENTILACION - INFILTRACION	378,78

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO.		
Cantidad de luminarias	12	u
Humedad Relativa	58	%
Temperatura bulbo seco interior	21	°C
Número de ocupantes	10	u
Velocidad del aire interior	0,01	Km/h
Largo	7,9	m
Ancho	4,78	m
Altura de piso a techo.	3,45	m

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO

CONDICIONES EXTERIORES DEL PROYECTO.		
Latitud	1	° sur
Humedad Relativa	80	%
Temperatura bulbo seco exterior	26	°C
Temperatura bulbo húmedo exterior	21	°C
Velocidad del viento	13	Km/h
temperatura bulbo seco piso	18	°C
Altura msnm.	2790	m
Densidad del aire	0,01834	Kg/m <sup>3</sup>
Calor específico aire	0,24	kcal/Kg °C

CONDICIONES EXTERIORES DEL PROYECTO.

TABLA DE RESUMEN GENERAL DE CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

1.-	"Q" TECHO, PAREDES, PISO, VENTANAS	15612,55
2.-	"Q" POR OCUPANTES	10013,39
3.-	"Q" POR LUMINARIAS	6225,05
4.-	"Q" ARTEFACTOS ELÉCTRICOS	87443,67
5.-	"Q" VENTILACION - INFILTRACION	1827,65

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO.		
Cantidad de luminarias	48	u
Humedad Relativa	50	%
Temperatura bulbo seco interior	21	°c
Número de ocupantes	25	u
Velocidad del aire interior	0,01	Km/h
Largo	16	m
Ancho	10,38	m
Altura de piso a techo.	3,46	m

CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO

CONDICIONES EXTERIORES DEL PROYECTO.		
Latitud	1	° sur
Humedad Relativa	80	%
Temperatura bulbo seco exterior	26	°c
Temperatura bulbo húmedo exterior	21	°c
Velocidad del viento	13	Km/h
temperatura bulbo seco piso	18	°c
Altura msnm.	2790	m
Densidad del aire	0,01834	Kg/m3
Calor específico aire	0,24	kcal/Kg °C

CONDICIONES EXTERIORES

**SERVICIOS INDUSTRIALES JACOME**  
**REFRIGERACION INDUSTRIAL Y COMERCIAL**  
**PROFORMA**

**SIIJ 095**

Latacunga, 12 de Noviembre del 2013

Señor (ita).

Andrés Guanollisa y Lizeth Chuchico

Presente.

Pongo a consideración de ustedes la presente cotización para la venta e instalación de:

Cantidad	Capacidad de las unidades	Costo Unitario	Costo Total
2	Evaporadora y Condensadora	(dólares)	(dólares)
2	18000 BTU	1300,00	2600,00
2	36000 BTU	2032,00	4064,00
3	60000 BTU	2850,00	8550,00
<b>TOTAL</b>			<b>15214,00</b>

Nota: Las unidades son de TIPO CASSETTE, incluye refrigerante R22.

- 30 Tubos rígido de cobre tipo L ¾ diámetro.
- 45 Codos cobre a 90°.
- 12 Rollos de cañería de 3/8.
- 90 Tramos de Rubatex ¾.
- 350 Metros de cable concéntrico AWG 3x10.
- Mano de obra e instalación.

**VALOR TOTAL: 19214,00 dólares.**

**NOTA: ESTE VALOR NO INCLUYE IVA.**

**VALIDEZ DE OFERTA: 15 días.**

De antemano agradezco el haber sido tomado en cuenta para esta cotización.

Valor Total (dólares)	Valor Unitario (dólares)	Cantidad	Descripción
375.00	0.15	2500	Impresiones
120.00	30	4	Cartuchos de impresora
5.60	0.80	7	CD
60.00	15	4	Empastados
12.00	1.50	8	Anillados
45.00	0.03	1500	Copias
25.00	5.00	5	Resma de papel bond
540.00	0.90	600 h	Alquiler de internet
750.00	150	5	Capacitación de sistema de aire acondicionado
75.00	15.00	5 días	Higrómetro
90.00	18.00	5 días	Aquiler
30.00	30.00	copias	Manual de Carrier
50.00	50.00	compra	Catálogos LG
140.00	140.00	compra	Termómetro digital
700.00	5.00	140	Transporte
840.00	2.00	420	Alimentación
90.00	3	30	Otros
394.76			Imprevistos 10%
<b>4342.36</b>	<b>TOTAL:</b>		

Fuente: Guanajuata, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013

Mientras un análisis detallado durante todo el proceso de diseño se puede concluir lo siguiente:

- Los sistemas de Ventilación y Climatización de cada uno de los ambientes, han sido estimados de acuerdo a las consideraciones, indicadas por la Asociación Americana de Aire Acondicionado y Refrigeración ASHRAE, reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, de tal forma de poder cubrir en un alto porcentaje las necesidades futuras de las instalaciones.

- Se ha diseñado y seleccionado un Sistema de Aire Acondicionado para los ambientes de laboratorios del CIVA analizando cuatro tipos de sistemas: Análisis del sistema convencional todo aire, Análisis del sistema todo agua o sistemas hidrómicos, Análisis del sistema aire-agua, Análisis del sistema todo refrigerante.

- Diseñamos una matriz de cálculo que responde a las necesidades estructurales y ambientales de los laboratorios del que se pueden obtener resultados de alta eficiencia en la aplicación práctica de sistemas de Aire acondicionado. Mediante el programa Auto Cad 2D se esquematizaron los planos de diseño del tendido de tuberías de cobre y ubicación de las unidades interiores y exteriores.

- La mejor alternativa de diseño que se eligió es el sistema de aire acondicionado todo refrigerante - tipo cassette demostrada en una comparación económica, de instalación, estructural y de cargas térmicas

- El estudio físico del local y el cálculo de carga térmica son los principales items que hay que considerar en el diseño de aire acondicionado para poder seleccionar el equipo adecuado a utilizar.

- La matriz de cálculo servirá para el diseño de sistemas de aire acondicionado de cualquier ambiente con solo cambiar los datos de las condiciones ambientales interiores y exteriores (latitud, msnm, dimensiones, etc)
- Los planos deben utilizarse cuando se vaya a instalar el Sistema de Aire Acondicionado en los laboratorios de la Universidad, ya que estos planos no servirán para otros ambientes debido que carga térmica total es válida solo para estos laboratorios.
- Asegurarse que la ubicación de los equipos estén de acuerdo al diseño para no alterar costos ni incremento de material.
- Se recomienda que las ventanas y puertas de los laboratorios se mantengan cerradas, ya que podía haber pérdidas de aire de circulación emanados por las unidades internas.
- Realizar mantenimiento de los equipos, limpiar el serpentín y filtro de aire que se encuentra en la unidad evaporadora, por lo menos una vez al mes, ya que de esta forma se impedirá que el aire se contamine y que circulen polvo por el ambiente.
- La parte externa debe limpiarse superficialmente para evitar la acumulación de polvo, de igual manera se hace con la unidad condensadora, se lava quitando el exceso de polvo, sin que las partes eléctricas sean mojadas.
- Al momento que se instale el sistema de aire acondicionado mejorará el ambiente de confort necesario para un buen desempeño académico.

- **Anemómetro**

Instrumento de medición del viento, cabe decirse que estos agentes de transporte pueden ser medidos – en velocidad e intensidad

- **Azeotrópicas**

Refrigerantes compuestos por una mezcla de distintos refrigerantes que no pueden ser separados mediante destilación

- **Calor**

Calor se define como la energía que se transmite de un cuerpo a otro como resultado de la diferencia de temperatura entre los cuerpos

- **Calor específico**

El calor específico en una sustancia tiene la capacidad relativa de absorber calor tomando como base la unidad del agua pura, y la podemos definir como la cantidad de calor (Kcal o BTU) necesaria para aumentar la temperatura de un kilogramo (libra) de cualquier sustancia 1°C (1°F).

- **Calor latente**

El calor latente es el que necesita para cambiarlo un sólido en líquido, o un líquido en gas sin variar su temperatura de la sustancia. La palabra latente significa oculto, es decir, no es percibido por los sentidos.

- **Calor sensible**

Se llama calor sensible al que puede sentirse o medirse

Cubierta de metal para un automóvil u otra máquina, protege el depósito del lubricante del motor o un mecanismo

- **Endotérmica**

Si el proceso químico implica la absorción de una cierta cantidad de calor del medio por parte del sistema, se denomina endotérmica.

- **Entalpía (H)**

Es el calor absorbido o desprendido por un sistema a presión constante.

- **Exotérmica**

Si la reacción lleva consigo un desprendimiento de calor del sistema al medio, se denomina exotérmica.

- **Halogenados**

Elemento químico electronegativo capaz de formar sales halóideas al combinarse con un metal.

- **Higrómetro**

Instrumento que se utiliza para medir la humedad ambiente. Generalmente el órgano sensible está constituido por materiales orgánicos que cambian de longitud o de volumen al variar la humedad del ambiente en que se hallan.

- **Presión**

La presión se define como la fuerza total normal por unidad de área ejercida sobre la superficie del sistema

- **Presostato**

Es un elemento que se usa en instalaciones de gas para permitir o evitar el

Son aquellos que no pueden volver al estado inicial. La presión exterior es superior a la presión interior.

- **Procesos reversibles**

Son aquellos que pueden volver al estado inicial. Son procesos cuasiestáticos, la presión y temperaturas interiores son aproximadamente iguales a las exteriores.

- **Serpentín**

Tubo hueco y enrollado en espiral que sirve para enfriar líquidos o gases calientes.

- **Sistema aislado**

Es cuando no intercambian con los alrededores (el medio ambiente) ni materia ni energía.

- **Sistema cerrado**

Es cuando solo intercambian energía. Su masa permanece constante, no entra ni sale materia.

- **Sistema abierto**

En este caso intercambian con los alrededores materia y además energía.

- **Solenoides**

Circuito formado por un hilo conductor enrollado en espiral, por el que circula una corriente eléctrica y en cuyo interior se crea un campo magnético

- **Termostato**

Es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito

## LIBROS

- ARI (Air conditioning and Refrigeration Institute), (1987) "Manual de refrigeración y Aire acondicionado", Tomo 3, Prentice Hall, 1era edición.
- CARNICER, E. (1995). "Aire acondicionado", Editorial Paraninfo, Quinta Edición.
- DIAZ, V y BARRENECHE, R. (2005). "Acondicionamiento Técnico de Edificios". Editorial Nobuko. Segunda Edición.
- GARCÍA, D. (2007). "Instalaciones de refrigeración y aire acondicionado". Editorial UOC. Primera edición. Barcelona
- HERNÁNDEZ, G. (2005). "Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración". Editorial LIMUSA. México.
- Manual Carrier Air Conditioned (2010). "Coeficientes para el cálculo de cargas térmicas". Edición 4. Capítulo 4.
- PINAZO, J. (1995). "Manual de Climatización" Tomo II. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial de la UPV.
- TRICOMI, E. "ABC del aire acondicionado". Ediciones técnicas MARCOMBO. USA 1992.
- VILLANUEVA, R. (2004). "Refrigeración para Aire Acondicionado y Refrigeración" Editorial Club Universitario. España
- William C. Whitman y William M. Johnson. "Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado". Editorial THOMSON LEARNING. Madrid- España
- WIRZ, D. "Refrigeración comercial para técnicas de aire acondicionado". Editorial PARANINFO CENGAGE Learning

Recuperado de <http://www.ihc.upcomillas.es/pfc/resumenes/449c534014ff9.pdf>

• ASHRAE Handbook. Fundamentals. SI Edition. ASHRAE. (1997). Normas Técnicas. Capítulo 31. Recuperado de

<http://www.emc.uji.es/asignatura/obtener.php?letra=9&codigo=29&fichero=1>

082540471929

• ASHRAE/NFPA 90. (1997). Para instalación de los ductos metálicos se basa en la conformidad al estándar. Recuperado de

<http://www.aquissolutions.com/nfpa-ashrae-compliance.html>

• Cortes, M. y Garibay, S. (2009). Temperatura. Academia de Instrumentación. Recuperado

<http://www.biblioteca.upibi.ipn.mx/Archivos/Material%20Didactico/Apuntes>

<http://www.emc.uji.es/asignatura/obtener.php?letra=9&codigo=29&fichero=1>

ontrol/cap2.pdf

• López, C. y Orejuela, M. (2009). Cálculos de cargas térmicas. Tesis de grado.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de

<http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/261/1/15T00411.pdf>

• Manual de Aire Acondicionado. Carrier. (1996). Capítulo 2. Recuperado de

<http://www.emc.uji.es/asignatura/obtener.php?letra=9&codigo=29&fichero=1>

082540471929

• Manual de Fundamentos ASHRAE (2009). Rangos de confort térmico.

Recuperado de [http://es.minidownload.com/ebooks/fundamentos-de-ashrae-](http://es.minidownload.com/ebooks/fundamentos-de-ashrae-2009-6a5j4)

2009-6a5j4.

• Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association. (1985).

de

### ***3.12. ANEXOS***

**ANEXO A:** Fotografías de los laboratorios

**ANEXO B:** Encuesta

**ANEXO C:** Tablas utilizadas en los cálculos térmicos

**ANEXO D:** Historial meteorológico Enero – Mayo en Latacunga

**ANEXO E:** Comparación de los sistemas de aire acondicionado

**ANEXO F:** Catálogo de la unidad condensadora

**ANEXO G:** Catálogo de la unidad evaporadora

**ANEXO H:** Planos



LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013



LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN



LABORATORIO DE ELÉCTRICA

Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013

LABORATORIO DE TORNO Y FRESADORA



Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013



MEDICIONES

Fuente: Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013



LABORATORIO DE SUELDA



MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y RECOPIACIÓN DE DATOS

Fuente: Grupo Investigador



MEDICIONES

**ENCUESTA REALIZADA A ESTUDIANTES Y PROFESORES DE SEXTO,  
SÉPTIMO Y OCTAVO DE LAS CARRERAS DE ELÉCTRICA Y  
ELECTROMECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Esta encuesta está diseñada para evaluar la satisfacción de profesores y estudiantes en relación a los ambientes de los nuevos Laboratorios del CIVA de la Universidad Técnica

de Cotopaxi.

**Ocupación:** \_\_\_\_\_

Marque con una X en el casillero que usted considere adecuado.

N°	<i>PREGUNTA</i>		SI	NO
1.	¿Conoce usted las áreas designadas para los nuevos laboratorios de las carreras del CIVA?			
2.	¿En los nuevos laboratorios existe la presencia de humedad que afecte a la salud de las personas?			
3.	¿Considera usted que los materiales con que está hecha la infraestructura de los nuevos laboratorios influye en el ambiente interno de los mismos?			
4.	¿Esta usted conforme con los ambientes de los nuevos laboratorios?			
5.	¿Conoce usted que la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) establece que los ambientes de laboratorios deben ser seguros y proveer un ambiente conducente al aprendizaje?			
6.	¿Posee conocimientos básicos acerca de Sistemas de Aire			

***!GRACIAS POR SU COLABORACION!***

**Fuente:** Guanoluisa, Andrés y Chuchico, Nataly. 2013

			?Cree usted que la temperatura en el interior de los laboratorios debe estar acorde al requerimiento en las épocas de invierno y verano para su desempeño académico?
			8. ?Existe en los laboratorios un sistema de aire acondicionado que evite el incremento o disminución de la temperatura?
			9. ?Cree usted que es necesario diseñar un sistema de aire acondicionado que cumpla con los requisitos técnicos y sea un aporte para la acreditación de la Universidad?
			10. ?Cree usted que es necesario que la Universidad tome como referencia un diseño de Sistema de Aire Acondicionado e invierta para brindar mayor confort en los laboratorios?

ECUACIONES PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE PELÍCULA "h"

COEFICIENTE DE PELÍCULA "F" (SISTEMA MÉTRICO) kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	TIPO DE SUPERFICIE
$h = 6.8 + 0.85 V$	Muy lisa: vidrio, acrílico liso, lámina de aluminio, lámina de latón, etc.
$h = 7.8 + 0.90 V$	Lisa: madera lisa, acabado de yeso, etc.
$h = 9.8 + 1.20 V$	Moderadamente áspera: concreto, tabique rojo comprimido, acabado de cemento, etc.
$h = 10.3 + 1.50 V$	Muy áspera: concreto sin afilar, tabique áspero, stucco, etc.

V = Velocidad de aire en km/h

CORRECCIÓN DE TEMPERATURA POR EL EFECTO SOLAR

(Grados Fahrenheit / Celsius que han de añadirse a la diferencia de temperatura normal en los cálculos de transmisión de calor para compensar el efecto solar)

TIPO DE SUPERFICIE	Pared Este	Pared Sur	Pared Oeste	Techo Plano
Superficies de color oscuro, tales como: Techo de aralla negra Techo de chapopote Pintura negra	8 F / 4.44 °C	6 F / 2.77 °C	8 F / 4.44 °C	20 F / 11.1 °C
Superficies de color medio, tales como: Madera sin pintar Ladrillo Losa roja Cemento oscuro Pintura roja, gris o verde	6 F / 3.33 °C	4 F / 2.22 °C	6 F / 3.33 °C	15 F / 8.3 °C
Superficies de color claro, tales como: Piedra blanca Cemento de color claro Pintura blanca Pintura blanca	4 F / 4.44 °C	2 F / 4.44 °C	4 F / 4.44 °C	9 F / 5 °C

RANGOS MÁS COMUNES DE NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA DIFERENTES ÁREAS, TAREAS Y ACTIVIDADES (ISO. 8895)

RANGO DE ILUMINANCIAS (LUX)	TIPO DE AREA, TAREA O ACTIVIDAD	POTENCIA CALORIFICA APROXIMADA POR AREA (W/m <sup>2</sup> )
20 - 30 - 50	Áreas de trabajo y circulación exterior	0.291
50 - 100 - 150	Áreas de circulación, orientación sencilla o corta iluminación	0.873
100 - 150 - 200	Locales de trabajo no empleados continuamente	1.160
200 - 300 - 500	Tareas con requerimientos visuales sencillos	2.732
300 - 500 - 750	Tareas con requerimientos visuales medios	4.384
500 - 750 - 1000	Tareas con requerimientos visuales elevados	8.098
750 - 1000 - 1500	Tareas con requerimientos visuales exigentes	9.957
1000 - 1500 - 2000	Tareas con requerimientos visuales exigentes	13.276

GANANCIA DE CALOR DEBIDO A OCUPANTES

DEGREE OF ACTIVITY	TYPICAL APPLICATION	Met. Ad- age	Met. Rate (Adult)	Met. Rate (Child)	ROOM DRY-BULB TEMPERATURE									
					70 F	75 F	80 F	85 F	90 F	95 F	100 F	105 F	110 F	115 F
Seated at rest	Theater	90	390	350	175	175	195	155	210	140	230	120	260	90
Seated, very light work	High School	450	400	180	230	195	205	215	185	240	160	275	125	
Office worker	Offices, Hotels, Apts., College	475	450	180	270	200	250	215	235	245	205	285	165	
Standing, walking slowly	Dept., Retail, or Variety Store	550	550	500	320	200	300	220	280	255	245	290	210	
Walking, seated	Drug Store	550	550	500	320	200	300	220	280	255	245	290	210	
Standing, walking slowly	Bank	550	550	500	360	220	330	240	310	280	270	320	230	
Sedentary work	Restaurant	500	550	190	360	220	330	240	310	280	270	320	230	
Light bench work	Factory, light work	800	750	190	560	220	530	245	505	295	455	365	285	
Moderate dancing	Dance Hall	900	850	220	430	245	605	275	575	325	535	400	450	
Walking, 3 mph	Factory, fairly heavy work	1000	1000	270	730	300	700	330	670	380	620	460	540	
Heavy work	Bowling Alley, Factory	1500	1450	450	1000	465	985	485	965	525	925	605	645	

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA RECOMENDADAS PARA CONDICIONES INTERIORES ACORDE A LA APLICACION

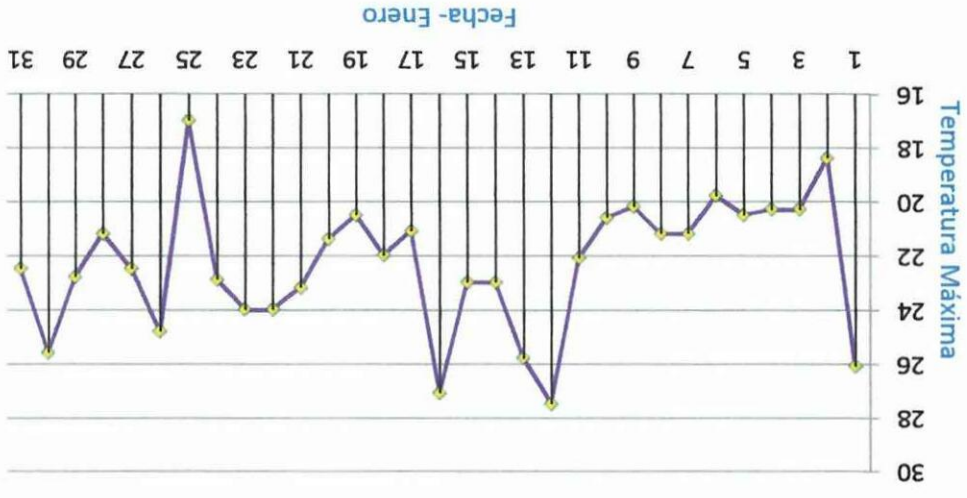
ABRASIVOS		FOSFOROS		APARATOS ELECTRICOS	
Fabricación	24-27	45-50		22	40
Fabricación	22-23	50		15	40
Secado	21-24	40		22	40
Almacenaje	15-17	50		20	40
APLICACION					
	Temp. seca (°C)				
Humedad rel. %					
Fabricación	24-27	45-50		22	40
Fabricación	22-23	50		15	40
Secado	21-24	40		22	40
Almacenaje	15-17	50		20	40
APLICACION					
	Temp. seca (°C)				
Humedad rel. %					
Instrumentos electrónicos	21	50-55		20	40
Fabricación y laboratorio	24	50-55		22	40
Montaje termistatos	24	50-55		24	40
Montaje higrostatos	22	40-45		24	40
Montajes de precisión	23-24	60-63		24	40
Ensayos aparatos de medida	23	50		24	40
Montaje fusibles e interruptores	23	50		24	40
Fabrc. Condensad.	23	50		24	40
Almacen. cables	23	65-70		24	40
Almacen. papel	23	50		24	40
Almacen. cables	24	65-70		24	40
Pararrayos	20	20-40		24	40
Montaje y ensayo de disyuntores	24	30-60		24	40

VENTILACION RECOMENDADA PARA DISTINTOS LUGARES

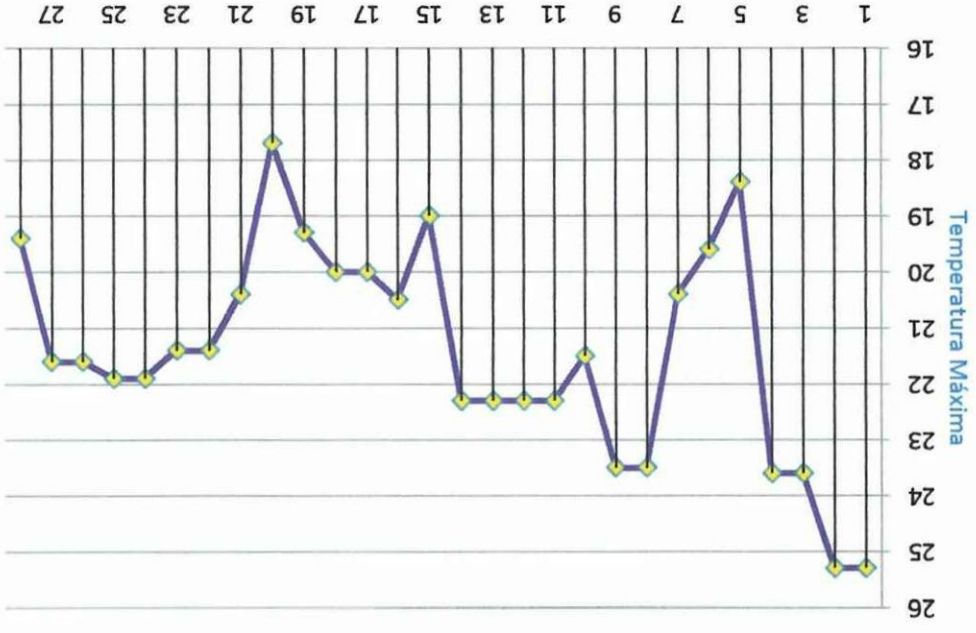
TABLE 45-VENTILATION STANDARDS

APPLICATION	SMOKING	CFM PER PERSON		CFM PER 50 FT OF FLOOR
		Recommended	Maximum	
Average Apartment De Luxe	Some	20	15	—
Banking Space	Occasional	10	7½	—
Barber Shops	Considerable	15	10	—
Beauty Parlors	Occasional	10	7½	—
Broker's Board Rooms	Very Heavy	50	30	—
Cocktail Bars	Heavy	30	25	—
Corridors (Supply or Exhaust)	—	—	—	25
Department Stores	None	7½	5	0.5
Directors Rooms	Extreme	50	30	—
Drug Stores	Considerable	10	7½	—
Factories	None	10	7½	1.0
Five and Ten Cent Stores	None	7½	5	—
Funeral Parlors	None	10	7½	—
Garage	—	—	—	—
Hospitals (Operating Rooms)	None	—	—	2.0
Hospitals (Private Rooms)	None	30	25	—
Hotel Rooms	Heavy	30	25	—
Kitchen (Restaurant)	—	—	—	4.0
Kitchen (Residence)	—	—	—	2.0
Laboratories	Some	20	15	—
Meeting Rooms	Very Heavy	50	30	1.25
Offices (General)	Some	15	10	—
Offices (Private)	None	25	15	—
Offices (Private)	None	30	25	25
Offices (Private)	Considerable	30	25	25
Restaurant (Cafeteria)	Considerable	12	10	—
Restaurant (Dining Room)	Considerable	15	12	—
School Rooms	None	—	7½	—
Shop Retail	None	10	5	—
Theater	None	7½	5	—
Theater (Exhaust)	Some	15	10	2.0

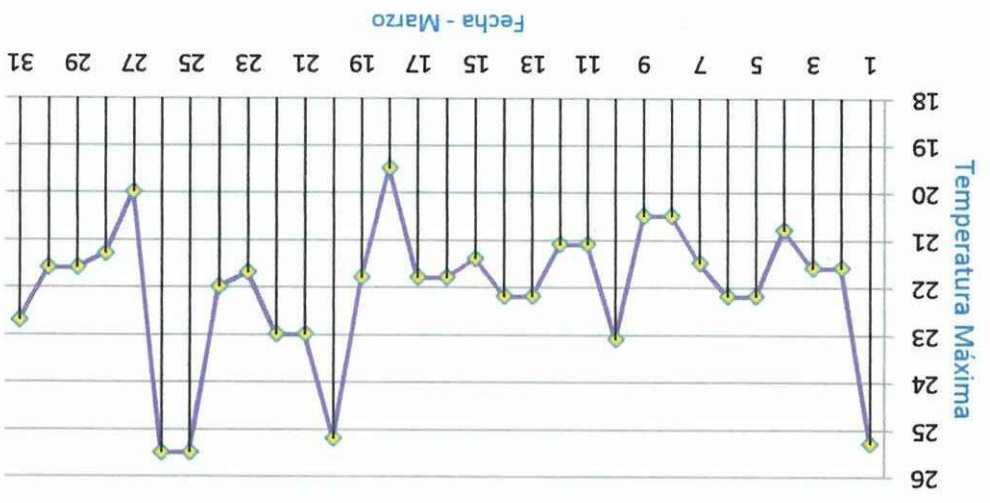
FECHA	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)
01/01/2013	26.1	4.3	28
02/01/2013	18.4	8.3	23.6
03/01/2013	20.3	9.7	28
04/01/2013	20.3	10	29.4
05/01/2013	20.5	10.6	25.3
06/01/2013	19.8	10	28
07/01/2013	21.2	10.3	30.8
08/01/2013	21.2	11	30.8
09/01/2013	20.2	10.2	25.3
10/01/2013	20.6	10.4	28
11/01/2013	22.1	11	26.6
12/01/2013	27.5	11	22.2
13/01/2013	25.8	12	25.3
14/01/2013	23	9.2	22.2
15/01/2013	23	5.8	21
16/01/2013	27.1	9	25.3
17/01/2013	27.1	11.6	22.2
18/01/2013	22	11	21
19/01/2013	20.5	6.2	35.1
20/01/2013	21.4	6.1	25.3
21/01/2013	23.2	10.6	32
22/01/2013	24	11	35.1
23/01/2013	24	8.2	21
24/01/2013	22.9	6.7	18.2
25/01/2013	17	5.8	7.1
26/01/2013	24.8	6.6	22.2
27/01/2013	22.5	9.5	21
28/01/2013	21.2	11	30.8
29/01/2013	22.8	9	30.8
30/01/2013	25.6	11	30.8
31/01/2013	22.5	11	30.8

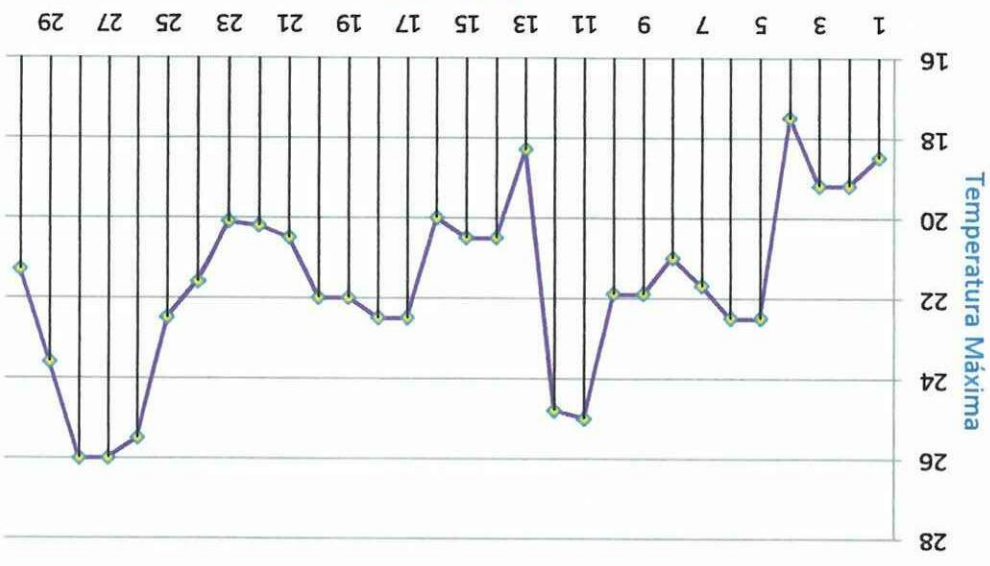


FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA °C	TEMPERATURA MÍNIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)
01/02/2013	25.3	9.7	35.1
02/02/2013	25.3	11	28
03/02/2013	23.6	10	16.8
04/02/2013	23.6	10.7	18.2
05/02/2013	18.4	10	11.2
06/02/2013	19.6	10.3	28
07/02/2013	20.4	10	22.2
08/02/2013	23.5	11.4	13.8
09/02/2013	23.5	10	16.8
10/02/2013	21.5	9	13.8
11/02/2013	22.3	10	16.8
12/02/2013	22.3	10	11.2
13/02/2013	22.3	7	15.5
14/02/2013	22.3	9.6	9.8
15/02/2013	19	9.7	21
16/02/2013	20.5	8.5	22.2
17/02/2013	20	10	23.6
18/02/2013	20	10	28
19/02/2013	19.3	9.8	28
20/02/2013	17.7	9	28
21/02/2013	20.4	7.7	25.3
22/02/2013	21.4	10.9	30.8
23/02/2013	21.4	10	25.3
24/02/2013	21.9	10	28
25/02/2013	21.9	10	23.6
26/02/2013	21.6	11	32
27/02/2013	21.6	8.6	28
28/02/2013	19.4	9	28



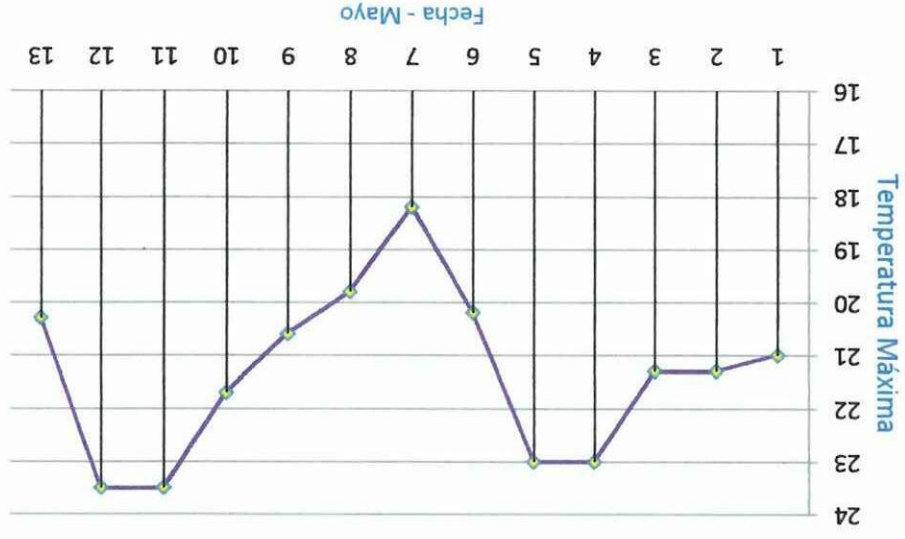
FECHA	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)
01/03/2013	25.3	11	32
02/03/2013	21.6	8.2	32
03/03/2013	21.6	10.6	25.3
04/03/2013	20.8	10.8	26.6
05/03/2013	22.2	9	33.4
06/03/2013	22.2	8.6	23.6
07/03/2013	21.5	11	29.4
08/03/2013	20.5	9	28
09/03/2013	20.5	11	23.6
10/03/2013	23.1	9	28
11/03/2013	21.1	9	28
12/03/2013	21.1	7	30.8
13/03/2013	22.2	3.3	19.6
14/03/2013	22.2	10.3	22.2
15/03/2013	21.4	10	22.2
16/03/2013	21.8	11	18.2
17/03/2013	21.8	10.2	16.8
18/03/2013	19.5	11.4	15.5
19/03/2013	21.8	7.4	19.6
20/03/2013	25.2	7.5	15.5
21/03/2013	23	10.6	15.5
22/03/2013	23	7.2	11.2
23/03/2013	21.7	5.1	21
24/03/2013	22	8	22.2
25/03/2013	25.5	11	22.2
26/03/2013	25.5	11	16.8
27/03/2013	20	9	25.3
28/03/2013	21.3	10.4	23.6
29/03/2013	21.6	10.9	25.3
30/03/2013	21.6	9.5	21
31/03/2013	22.7	11	30.8





FECHA	TEMPERATURA MAXIMA °C	TEMPERATURA MINIMA °C	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)
01/04/2013	18.5	11	32
02/04/2013	19.2	10.6	23.6
03/04/2013	19.2	10	25.3
04/04/2013	17.6	9	16.8
05/04/2013	22.5	7.9	16.8
06/04/2013	22.5	7.6	25.3
07/04/2013	21.7	10.6	25.3
08/04/2013	21	7	22.2
09/04/2013	21.9	9.5	23.6
10/04/2013	21.9	7	21
11/04/2013	25	8.9	28
12/04/2013	24.8	10	22.2
13/04/2013	18.3	10.6	25.3
14/04/2013	20.5	10	30.8
15/04/2013	20.5	10.8	28
16/04/2013	20	10	30.8
17/04/2013	22.5	10.7	25.3
18/04/2013	22.5	11	21
19/04/2013	22	10	16.8
20/04/2013	22	10	19.6
21/04/2013	20.2	8	11.2
22/04/2013	20.2	10.8	13.8
23/04/2013	20.1	10	19.6
24/04/2013	21.6	5	29.4
25/04/2013	22.5	3.3	25.3
26/04/2013	25.5	2	16.8
27/04/2013	26	4	19.6
28/04/2013	26	5	26.6
29/04/2013	23.6	9	23.6
30/04/2013	21.3	9.8	30.8

<i>FECHA</i>	<i>TEMPERATURA MÁXIMA °C</i>	<i>TEMPERATURA MÍNIMA °C</i>	<i>VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)</i>
01/05/2013	21	10	22.2
02/05/2013	21.3	10	13.8
03/05/2013	21.3	9.6	13.8
04/05/2013	23	6.9	32
05/05/2013	23	9.5	16.8
06/05/2013	20.2	10.5	11.2
07/05/2013	18.2	9.6	13.8
08/05/2013	19.8	10	22.2
09/05/2013	20.6	9	22.2
10/05/2013	21.7	10	16.8
11/05/2013	23.5	9.9	12.4
12/05/2013	23.5	10.6	21
13/05/2013	20.3	10.6	23.6



<b>ANEXO E</b>		<i>Comparación de los sistemas de aire acondicionado</i>		<b>1-5</b>
<b>TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO</b>		<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	
<b>TA NCIONAL AIRE</b>	<i>Volumen constante:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza un solo conducto operado por un termostato para la zona climatizada.</li> <li>• Es sencilla y admiten la fácil adaptación de los sistemas de recuperación, recirculación del calor a través de conductos de retorno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se atiende solo a un local que constituye una única zona.</li> <li>• Se necesita mayor espacio para distribución de los conductos, cuando las unidades de tratamiento están muy alejadas y existe limitación de la altura de vigas</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permiten ajustar y modificar la temperatura de impulsión a las mismas.</li> <li>• Distribución flexible del aire, así como un efectivo control de humectación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere la regulación de los caudales de aire por los conductos para cada uno de los locales lo resulta complicado.</li> <li>• Disminuye la eficiencia de trabajo cuando simultáneamente se distribuye aire caliente y frío.</li> </ul>	

<b>ANEXO E</b>		<b>Comparación de los sistemas de aire acondicionado</b>		<b>1-5</b>
<b>TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO</b>		<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	
<b>TIPO ACONDICIONADO VOLUMEN DE AIRE</b>	<i>Volumen constante:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza un solo conducto operado por un termostato para la zona climatizada.</li> <li>• Es sencilla y admitten la fácil adaptación de los sistemas de recuperación, recirculación del calor a través de conductos de retorno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se atiende solo a un local que constituye una única zona.</li> <li>• Se necesita mayor espacio para distribución de los conductos, cuando las unidades de tratamiento están muy alejadas y existe limitación de la altura de vigas</li> </ul>	
	<i>Multizona</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permiten ajustar y modificar la temperatura de impulsión a las mismas.</li> <li>• Distribución flexible del aire, así como un efectivo control de humectación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se requiere la regulación de los caudales de aire por los conductos para cada uno de los locales lo resulta complicado.</li> <li>• Disminuye la eficiencia de trabajo cuando simultáneamente se distribuye aire caliente y frío.</li> </ul>	

	<p>de motores monofásicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede lograr humectación tratando el aire primario</li> <li>• Se requiere menos mantenimiento por la eliminación de los ventiladores en los equipos individuales.</li> </ul>	<p>del aire requerido.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exige mayor espacio para el paso de conductos para la distribución de aire primario.</li> <li>• No pueden utilizar filtros en los equipos terminales porque se pierde presión e impide la circulación de aire.</li> <li>• Alcance solo hasta 5 m de altura superior se debe combinar con otro sistema.</li> </ul>
<p><i>Fan – coil con aire primario</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la eficiencia de filtrado de aire, porque la presión es muy baja.</li> <li>• Permite que la humectación y deshumectación sea eficiente.</li> <li>• La regulación del aire es fácil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requieren de un anillo perimetral suministrado eléctrico para la alimentación de motores monofásicos</li> <li>• Requieren un mantenimiento más frecuente</li> <li>• Alcance 5m de altura, si es superior debe combinar con otro sistema</li> </ul>
<p><i>Paneles radiantes con aire primario (techos fríos)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se colocan en cielos rasos y metálicos</li> <li>• Mejoran el grado de insonoridad en las áreas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se recomienda donde la humedad sea elevada</li> <li>• Se requiera un mayor control y</li> </ul>


			<ul style="list-style-type: none"> <li>• mantenimiento debido a que pueden producirse condensaciones.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La distribución de cañerías es mínima por sus pequeños diámetros.</li> <li>• No ocupan espacio para salas de máquinas</li> <li>• Se pueden colocar en cielos rasos</li> <li>• Fácil reubicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo se utiliza para una sola área</li> </ul>
	<p><i>Sistema Split Simple</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pueden utilizar en varias áreas con una Se puede colocar en cielos rasos</li> <li>• Es fácil la distribución de cañerías</li> <li>• No requiere sala de máquinas</li> <li>• Se utiliza hasta 5m de altura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco estético en el interior y exterior si queda visible</li> <li>• El aparato debe ser instalado de modo que el ruido o el aire que procede de la unidad condensadora no causen molestias a los colindantes</li> <li>• Si el equipo condensador se ubica a una distancia mayor a cinco metros implicara más material y costo para conectar con la unidad evaporadora</li> </ul>
<p><b>NO MAS TODO REFRIGERANTE</b></p>	<p><i>Sistema – Tipo Cassette</i></p>		
	<p><i>Sistemas de Refrigerante Variable (VRV)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es adaptable a cualquier zona.</li> <li>• Mayor ahorro energético</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pueden utilizar hasta 16 unidades en el interior con una sola unidad</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>• Proporcionan, solo frío, calor y ventilación en forma simultánea según se requiera en cada área.</li><li>• No requiere sala de máquinas.</li></ul>	condensadora exterior.
--	--	--	------------------------

UNIDADES DE CONDENSACION

1.5 – 5 Toneladas



 RECONOZCA ESTE SIMBOLO COMO UNA INDICACION DE INFORMACION IMPORTANTE DE SEGURIDAD

 ADVERTENCIA

Estas instrucciones están destinadas como ayuda al personal de servicio calificado, con licencia para una correcta instalación, ajuste y funcionamiento de esta unidad. Lea estas instrucciones antes de proceder a la instalación u operación. El incumplimiento de estas instrucciones puede resultar en la instalación, en el ajuste, en el servicio o en el mantenimiento un posible riesgo de incendio, descargas eléctricas, daños a la propiedad, lesiones personales o la muerte.

No destruya este manual por favor, lea atentamente y manténgalo en un lugar seguro para futuras consultas por un técnico de servicio


Este documento es propiedad del cliente y debe permanecer con esta


unidad.

Estas instrucciones no cubren todas las diferentes variantes de los sistemas ni proporciona para cada posible contingencia lo que deben cumplir en relación con la instalación.

Todas las fases de la instalación deben cumplir con CÓDIGOS NACIONALES Y LOCALES. Si requiere información adicional, póngase en contacto con su distribuidor local.

## 1.0. SEGURIDAD

 Este es un símbolo de alerta de seguridad. Cuando vea este símbolo en las etiquetas o en los manuales, este alerta a la posibilidad de lesiones personales.

 Este es un símbolo de alerta de atención. Cuando vea este símbolo en las etiquetas o en los manuales, este alerta a la posibilidad de lesiones personales.

Comprender y prestar especial atención a las palabras de señalización PELIGRO, ADVERTENCIA o PRECAUCIÓN.

PELIGRO indica una situación inminente de peligro, cosa que, de no

evitarse, puede provocar la muerte o lesiones serias.

ADVERTENCIA indica una situación potencialmente peligrosa, cosa que, de no evitarse, podría provocar la muerte o lesiones serias.

PRECAUCIÓN indica una situación potencialmente peligrosa, cosa que, de no evitarse, puede provocar lesiones leves o moderadas. También se utiliza para alertar contra prácticas inseguras y los riesgos que implican sólo daños materiales


 **ADVERTENCIA**

Una instalación incorrecta puede crear una condición en la que el funcionamiento del producto puede causar lesiones personales o daños a la propiedad.

La instalación, ajuste, alteración, servicio o mantenimiento inadecuados pueden causar lesiones o daños a la propiedad. Consulte este manual para obtener asistencia o para obtener información adicional, consulte a un contrato calificado, instalador o agencia de servicio

 **PRECAUCIÓN**

Este producto debe ser instalado en cumplimiento estricto de las instrucciones de instalación y cualquier ley local, estatal, incluyendo los códigos nacionales, pero no limite los códigos de construcción, eléctricos y mecánicos.

 <b>ADVERTENCIA</b>	<b>PELIGRO DE INCENDIO</b>
<p>El incumplimiento de las advertencias de seguridad exactamente podría causar lesiones, muerte o daños materiales graves.</p> <p>Un incendio o un peligro eléctrico que pueden causar daños materiales, lesiones o incluso la muerte.</p>	

### 1.1. INSPECCIÓN

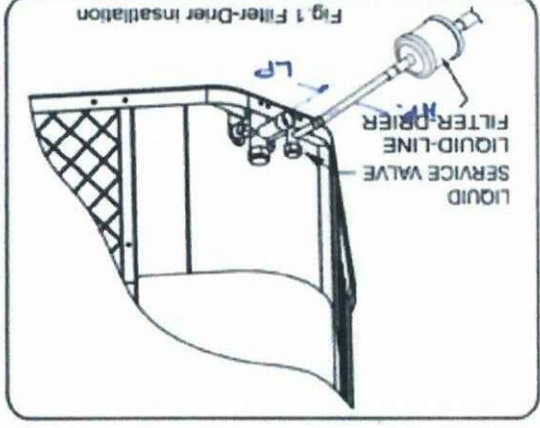
Tan pronto como se recibe una unidad. Se debe inspeccionar para detectar posibles daños durante el transporte. Si el daño es evidente, el alcance de los daños hay que señalar en el recibo de entrega del transportista. Una solicitud separada para la inspección por el agente del transportista deberá hacerse por escrito.

Vea al distribuidor local para más información.

Requisitos para la instalación / Mantenimiento, Equipo R22:

- Los conjuntos medidores, las mangueras, recipientes de refrigerante y sistema de recuperación deben ser diseñados para manejar los tipos de aceites POE o PVE.
- Los conjuntos colectores deben ser de 800 PSIG en el lado alto y en el lado bajo 250 PSIG a 550 PSIG.

- Todas las mangueras deben tener 700 PSIG de servicio de presión.
- Los detectores de fugas deben ser diseñados para detectar refrigerante.
- Los equipos de recuperación (incluidos los contenedores de recuperación de refrigerante) deben estar diseñados específicamente para manejar el refrigerante R22. No utilice R410A TVX
- Un filtro secador en la línea de líquido se requiere en cada unidad. Véase la Fig. 1.



### 1.2. LIMITACIONES

La unidad debe instalarse de acuerdo con los códigos nacionales de seguridad estatales y locales y las limitaciones enumeradas a continuación:

1. También deben tener en cuenta las limitaciones de la unidad interior, la bobina y accesorios apropiados.

2. La unidad exterior no debe ser instalada con cualquier red de conductos en la corriente de aire. El ventilador exterior es del tipo propelle y no está diseñado para funcionar en contra de cualquier presión estática externa adicional.

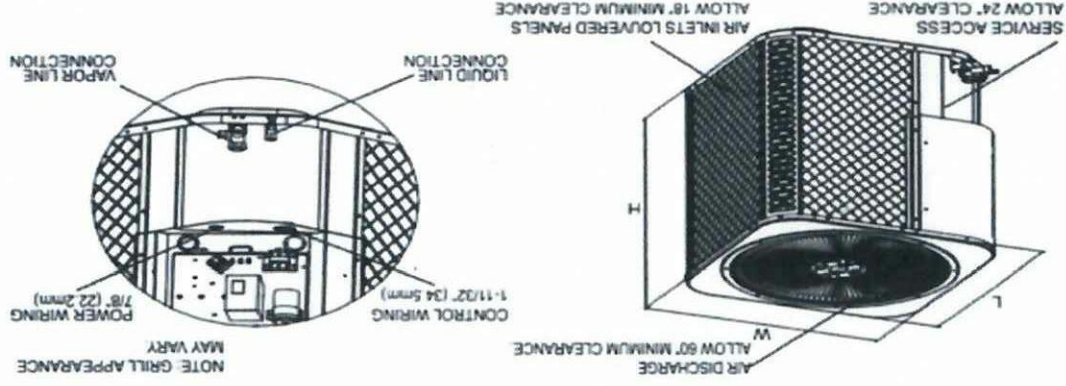
3. Las condiciones de máximos y mínimos de operación deben ser observados para asegurar un sistema que dará el rendimiento máximo y el mínimo de servicio.

4. Esta unidad no está diseñada para funcionar con un kit de baja temperatura ambiente. No modifique el sistema de control para operar con cualquier tipo de baja kit ambiente.

5. La longitud de línea máxima permitida para este producto es de 75 pies.

Las unidades exteriores están diseñadas para ser conectados a un serpentín interior con líneas de vapor.

El juego de bobinas interiores esta disponible con una válvula de expansión térmica o un orificio de alimento de líquido de tamaño adecuado para el uso más común. Puede ser que por el tamaño del orificio y la carga de refrigerante deba abonar, incluso por las combinaciones de unidades de interior con las del exterior, o por las diferencias de elevación o longitud total de la línea.



**DATOS DIMENSIONALES**

Unit (Btu/h)	Dimensions			Refrigerant Connection
	H (mm)	W (mm)	L (mm)	
18000	830	275	575	1/4
24000	840	275	575	3/8
30000	840	320	800	3/8
36000	840	320	800	3/4
48000	1060	320	870	3/4
60000	1165	370	900	3/4

posición invertida:

Los niveles de ruido de funcionamiento normales pueden ser desagradables si la unidad se coloca directamente debajo de las ventanas, de algunas habitaciones (dormitorios, estudio, etc.)

La zona de descarga de la unidad debe ser sin restricciones por lo menos 6 pies por encima de la unidad.



**ADVERTENCIA**

La unidad exterior no se debe instalar en un área donde el barro o el hielo pueden causar daños personales.

Eleve la unidad suficiente como para evitar cualquier bloqueo de las entradas de aire por la nieve en las zonas pueda acumularse. Revise la oficina meteorológica local para la acumulación de nieve prevista en su área. Aislar la unidad de canales de la lluvia para evitar una posible fundición.

### 3.3. INSTALACIÓN EN EL TECHO

Cuando la instalación de unidades sea en un techo, la estructura debe ser capaz de soportar el peso total de la unidad, incluyendo una unidad de marco acolchado, carriles, etc., que se debe utilizar para reducir al

### 3.1. UBICACIÓN

Antes de iniciar la instalación, seleccione y compruebe la factibilidad de ubicación, tanto para la unidad de interior y como la del exterior. Observe todas las limitaciones y requisitos de limpieza. La unidad exterior debe tener suficiente espacio libre para la entrada de aire al condensador, para la descarga de aire y de acceso al servicio. Ver Fig. 5



**NOTA**

Para la instalación de múltiples unidades, las unidades deben tener una separación mínima de 18 centímetros de distancia. (cara de la bobina a cara de la bobina)

Si la unidad se va a instalar en un techo expuesto al sol caliente o en un área de terreno, la unidad debe ser elevada suficientemente por encima del techo o suelo para evitar la adopción de la capa acumulada de aire caliente de la unidad exterior.

Proporcione un soporte estructural adecuado

### 3.2. INSTALACIÓN DE TIERRA

La unidad puede ser instalada a nivel del suelo sobre una base de que no mueva, ya que puede causar tensión en las líneas de refrigerante y las

### 3.4. COLOCACIÓN DE LA UNIDAD.

1. Proporcionar una base en la ubicación predeterminada.

2. Quitar el embalaje e inspeccionar para detectar posibles daños.

3. Los pernos de amarre del compresor deben mantenerse apretados

4. Coloque la unidad sobre la base proporcionada.

La unidad exterior debe estar conectada a la bobina utilizando la tubería de cobre con el grado refrigerante que es internamente limpio y seco. Las unidades deben ser instaladas sólo con los tamaños de tubos para las combinaciones de sistemas aprobados. La carga dada es aplicable para el total de tubos longitudinales de hasta 25 pies.

La longitud máxima de las líneas de refrigeración desde la unidad exterior a la unidad interior no debe exceder de 75 pies.

El uso de un gran tamaño de línea especificada podría dar lugar a problemas de retorno de aceite.



NOTA

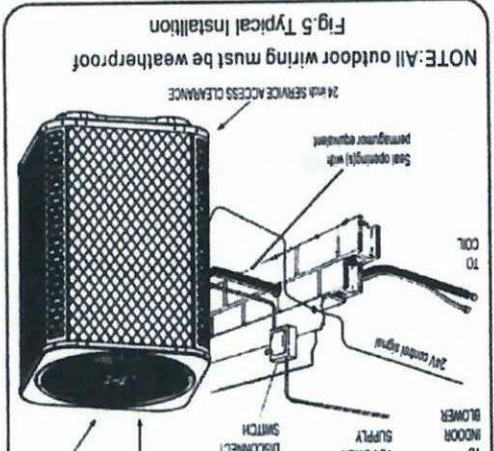
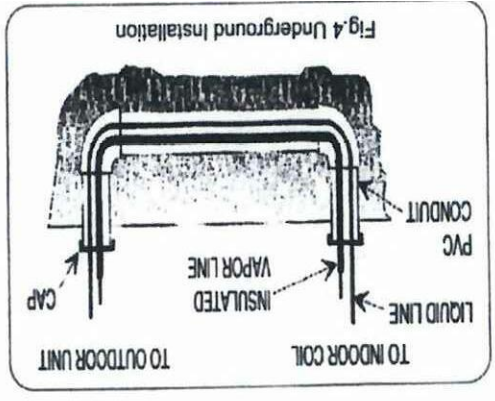
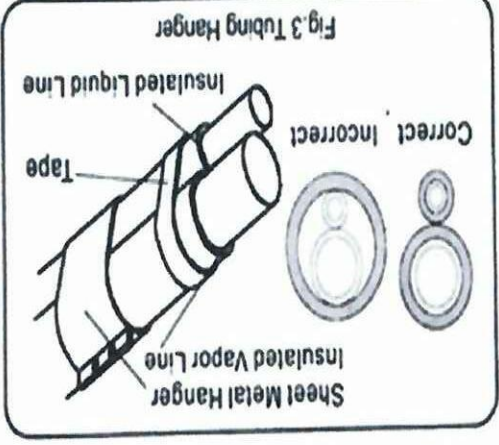
insurrección: Las líneas de vapor horizontales deben tener una inclinación al menos 1 cada 20 pies hacia la unidad exterior para facilitar el retorno de aceite adecuado.

### 3.5. PRECAUCIONES DURANTE LA INSTALACIÓN DE LÍNEA

1. Instale las líneas con el menor número posible de curvas. Se debe tener cuidado de no dañar los acoplamientos o doblar el tubo. Para limpiar use tubería de cobre estrado en frío, donde no es necesario realizar ninguna flexión alrededor de la obstrucción, si se utiliza el cobre blando, se debe tener cuidado para evitar dobleces agudos que pueden causar una restricción.
2. Las líneas deben instalarse de modo que no obstruya el acceso de servicio a la bobina, el sistema de tratamiento de aire o un filtro.
3. También se debe aislar las líneas de refrigerante para minimizar la transmisión de ruido desde el equipo a la estructura.
4. La línea de vapor y la línea de líquido deben aislarse con un mínimo de 1/2" de aislamiento de goma (Armatex o equivalente). Tape y suspenda las líneas de refrigerante como se muestra.

NO permita tubo de contacto

instalaciones succionas, como se muestra en la figura. 4. Líneas enterradas deben ser lo más corto posible para minimizar la acumulación de refrigerante líquido en la línea de vapor durante largos periodos de parada. 6. Un paquete de aislamiento de fibra de vidrio y un material de sellado de goma Permatex se debe poner alrededor de las líneas de refrigerante en el que penetran en una pared para reducir la vibración y para conservar una cierta flexibilidad.



### 3.6. PRECAUCIONES DURANTE LA SOLDADURA DE LINEAS

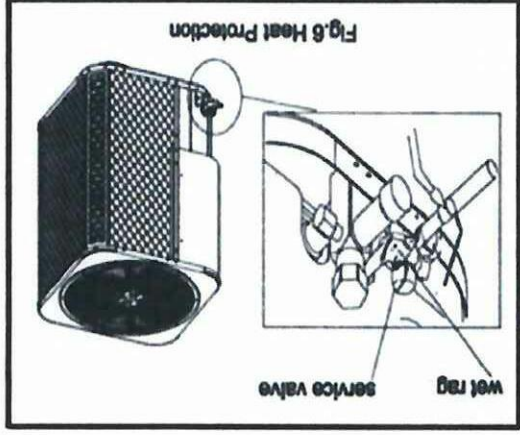
Toda la unidad exterior y conexiones de la bobina del evaporador son de cobre a cobre y deben hacerse con soldadura fuerte con un material de aleación de fósforo y cobre tales como Silfos-5 o equivalente. NO use soldadura blanda.

Las unidades exteriores tienen válvulas de servicio reutilizables, tanto en el líquido y en las conexiones de vapor. La carga total de refrigerante del sistema se mantiene dentro de la unidad exterior durante el transporte y la instalación.

Se proporcionan las válvulas de servicio reutilizables para evacuar.

Se pueden evitar problemas de servicio graves tomando las precauciones adecuadas para asegurar el sistema interno limpio y

puertos de la válvula de servicio de vapor en la unidad exterior. Conecte nitrógeno a baja presión al puerto de servicio de la línea de líquido.



2. Suelde la línea de líquido a la válvula de líquido en la unidad exterior. Asegúrese de envolver el cuerpo de la válvula con un trapo húmedo. Permita que el nitrógeno siga fluyendo. Consulte en la hoja de datos tabulares para el correcto dimensionamiento de línea de líquido.

3. Retire con cuidado los tapones del líquido del evaporador y de las conexiones de vapor en el serpentín interior.

4. Suelde la tubería de líquido a la conexión de líquido del evaporador. El nitrógeno debe estar fluyendo por el serpentín del evaporador.

5. Suelde la línea de vapor a la conexión de vapor del evaporador. Consulte la Tabla 1 para el correcto tamaño de la

suministrado a través de la tubería mientras se está soldando el latón, debido a que la temperatura requerida es lo suficientemente alta como para causar la oxidación del cobre a menos que se proporcione una atmósfera inerte. El flujo de nitrógeno seco debería continuar hasta que la unión se haya enfriado. Siempre use un regulador de presión y válvula de seguridad para verificar que se introduzca en el tubo sólo nitrógeno seco a baja presión. Solo un pequeño flujo es necesario para desplazar el aire y evitar la oxidación

### 3.7. PRECAUCIONES DURANTE LA SOLDADURA DE LA VÁLVULA DE SERVICIO

Para evitar daños por el calor en la válvula de servicio se deben tomar precauciones envolviendo un trapo húmedo a su alrededor, como se muestra en la Fig. 6.

También proteja todas las superficies pintadas y el aislamiento, durante la soldadura.

La válvula puede ser abierta mediante la eliminación de la tapa del émbolo y la inserción de una llave hexagonal completamente en el vástago en sentido antihorario hasta que el vástago de la válvula toque el muro de contención.

7. Reemplace el núcleo Schrader en las válvulas de líquido y vapor.
8. Realice pruebas de fugas en las conexiones de tuberías de refrigerante. No apriete demasiado (entre 40 y 60 pulgadas-libras, máximo).
9. Evacuar la línea de vapor, el evaporador y la línea de líquido, a 500 micrones o menos.

Tabla 1: Conexiones frigoríficas y diámetros de los tubos de líquido y vapor recomendados (pulgadas)

Conexiones de refrigeración	
Líquido entrada	(pulg)
Vapor entrada	(pulg)
	1/4
	1/4
	5/8
	1/4
	5/8
	1/4
	5/8
	3/4
	3/8
	3/4
	3/4

**NOTA** 

1. El diámetro de los tubos son para longitudes de hasta 50 pies de equivalencia y / o de 20 pies de diferencia vertical.
2. No aumente o disminuya

interior puede ser presurizado, a 250 psig con nitrógeno seco y a prueba de fugas con un detector de fugas de tipo burbuja. Suelte la carga de nitrógeno. No utilice el sistema de refrigerante en la unidad exterior para purgar o prueba de fugas.

10. Reemplace la tapa de los puertos de servicio. No retire las tapas de llamas de los puertos de servicio, excepto cuando sea necesario para el mantenimiento del sistema.

**PRECAUCIÓN** 

No conecte los manómetros a menos que se sospeche problemas. Aproximadamente 3/4 onza de refrigerante se pierde cada vez que una de manómetros esta conectado.

11. Suelte la carga de refrigerante en el sistema. Abra las válvulas de líquido y vapor, quitando el tapón del émbolo y con la llave hexagonal de vuelta hacia la izquierda hasta que el vapor de la válvula apenas toque el muro de contención biselado.
12. Reemplace el émbolo dedo tapa apretada. Luego aplique 1/12 vuelta adicional (1/2 hexagonal plana). La debe ser reemplazado para evitar fugas.

**ADVERTENCIA** 

Nunca trate de reparar las conexiones soldadas, mientras que

### 3.8. FABRICACIÓN - MÉTODO DE PREFERIDA - MÉTODO DE ABAJO

NOTA IMPORTANTE:

Estas instrucciones son un método para el sistema de amarre a la losa de cemento y un procedimiento de fijación de altura y áreas. Se recomienda verificar los códigos locales para los métodos y protocolos de amarre.

*Paso 1:* Antes de instalar la plataforma libere los residuos.

*Paso 2:* Asegúrese de que la plataforma de cemento este a nivel.

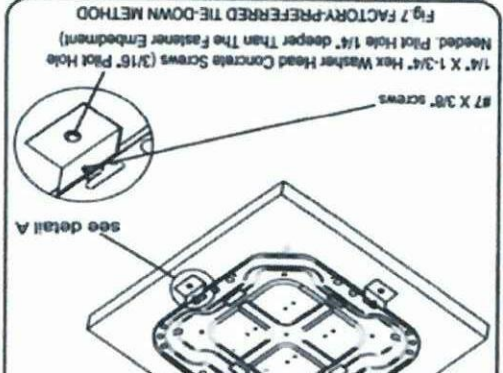
IMPORTANTE

La plataforma de cemento debe estar hecha de materiales HVAC- aprobados y debe ser el espesor adecuado para acomodar elementos de fijación.

*Paso 3:* Ponga la Unidad en el centro de la plataforma.

*Paso 4:* Fijar 4 L - en forma de brazos metálicos inoxidables en la base del gabinete con 4 1/4 " 1/2 " de arandela de acero de cabeza hexagonal y tornillos de rosca como se indica en el detalle de la figura 7.

IMPORTANTE



No utilice tornillos más largos que indica 1/4", 2/3" y asegúrese de que la llave esté conectada en el centro en la base donde se indica en la figura. 7.

*Paso 5:* Taladre 4 agujeros en la base de cemento para asegurar, los agujeros son de 2 1/2 dp.

*Paso 6:* Instale la unidad en la plataforma de cemento con 4 1/4", 2" tornillos de la arandela de cemento de cabeza hexagonal, asegúrese de no apretar demasiado.

*Paso 7:* Finalmente la unidad debe ser montada como se indica en el manual de instalación.

LISTA DE PIEZAS REQUERIDAS	
DESCRIPCIÓN	CANT.
1/4 " x 3.9" Arandelas y tornillos con cabeza hexagonal para concreto.	4
1/8 " x 1-1/2" x ancho (ancho de la unidad + 4 ") Correas	4

suelo:

*Paso 6:* Realice el proceso de eliminación inverso para volver a instalar el ventilador y el motor.

NOTA IMPORTANTE

Cuando conecte los cables del motor asegurate de revisar la dirección del motor.

#### 4.0. CONEXIONES

#### ELECTRICAS

#### 4.1. INFORMACIÓN GENERAL Y LA TIERRA.

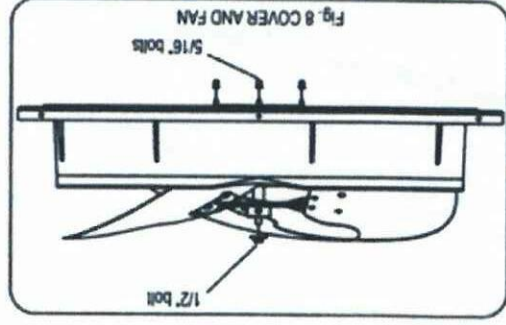
Compruebe el suministro eléctrico para asegurarse de que cumple con los valores indicados en la placa de la unidad y en la etiqueta de cableado.

El cableado de alimentación, control de cableado (baja tensión), interruptores de desconexión y protección contra corriente debe ser suministrado por el instalador. El tamaño del cable debe ser dimensionado según las necesidades.

**PRECAUCIÓN**



En todos los cableados deben USARSE SOLAMENTE CONDUCTORES DE COBRE y estar en conformidad con la National Fire, la seguridad y los códigos eléctricos. Esta unidad debe estar conectada a tierra con un cable



Cuando el motor se requiere cambiar hay que seguir los siguientes pasos:

*Paso 1:* Vaya al cuadro eléctrico, desconecte las líneas de alimentación del motor.

NOTA IMPORTANTE

Desconecte la alimentación principal de la unidad. Quemaduras graves y electrocución aparecerá si no se desconecta la alimentación principal.

*Paso 2:* Quite la tapa (tenga cuidado con los cables del motor).

*Paso 3:* Asegúrese de colocar la tapa del ventilador en el suelo, como se indica en la figura. 8.

NOTA IMPORTANTE

No coloque ni apoye las aspas del ventilador en el suelo o contra la superficie.

*Paso 4:* Retire el ventilador del motor mediante la eliminación de los tornillos 4 5/16" de la tapa.

se encuentran en la superficie interior del panel de acceso de servicio.

#### 4.2. CONEXIONES DE CABLEADO ELÉCTRICO.

1. Instale el tamaño adecuado los mismos que deben ser resistentes a la intemperie.

2. Quite los tornillos de la parte lateral de la cubierta de la esquina. Baje la tapa de la esquina y retire la unidad. Ver Fig. 9.

3. Pase el cableado de alimentación del interruptor de desconexión de la unidad.

4. Coloque los cables de desconexión a través del orificio de cableado de alimentación suministrado y en el cuadro de control de la unidad.



5. Instale el tamaño adecuado de los fusibles de retardo o un disyuntor y realice las conexiones de alimentación.

tiempo precalentado el aceite del compresor, mientras que el resto de la instalación se haya completado.

Nota: Cuando se cambia el motor, por favor, en primer lugar abra la cubierta superior.

#### 5.0. EVACUACIÓN

Será necesario evacuar el sistema a 500 micras o menos. Si se sospecha de una fuga, se hará la prueba de fugas con nitrógeno seco para localizar la fuga.

Repare la fuga y pruebe de nuevo.

Para verificar que el sistema no tiene fugas, sólo tiene que cerrar la válvula de la bomba de succión de vacío para aislar la bomba y mantener el sistema bajo vacío. Observe el indicador de micrón por unos minutos.

Si el medidor de micrones indica un aumento constante y continuo, es una indicación de una fuga.

Si el indicador muestra un incremento, luego se nivela después de unos minutos y se mantiene bastante constante, la indicación muestra de que el sistema de escape es libre, pero aun contiene humedad y puede requerir más de evacuación si la lectura es superior a 500 micras.

**PRECAUCIÓN**

Los cilindros del refrigerante R22 son de color rosa, y tiene un tubo de inmersión que permite que el líquido fluya hacia el exterior del cilindro en posición vertical. Siempre el sistema se debe cargar lentamente con el depósito en la posición vertical.

La carga de la fábrica en la unidad exterior incluye la carga suficiente para el equipo, un conjunto de conducciones de 25 pies y el serpentín interior emparejado. Algunos emparejamientos helicoidales interiores pueden requerir cargo adicional. Consulte la hoja de datos tabulares proporcionado en el paquete de documentación de la unidad para los requisitos de carga.

**PRECAUCIÓN**

No dejar el sistema abierto a la atmósfera. El daño que podría ocurrir en la unidad es que el aceite podría absorber humedad. Este tipo de aceite es altamente susceptible a la absorción de humedad.

El "SISTEMA DE CARGA TOTAL" debe ser sellado de forma permanente en la placa de datos del equipo.

La carga total del sistema se determina como sigue:

1. Determinar la unidad de carga al

datos de la unidad.

3. Calcule la carga de línea usando la hoja de datos de tabla si su largo es superior a 25 metros.
4. La Carga total del sistema = Punto 1 + Punto 2 + Punto 3.
5. Permanentemente anotar en la placa de datos del equipo la cantidad total de refrigerante en el sistema.

Utilice el siguiente método de carga de subenfriamiento cuando se requiere refrigerante adicional para la carga del sistema. Un método de recalentamiento de carga no es adecuado para sistemas equipados con TXV.

**PRECAUCIÓN**

La carga del refrigerante sólo debe ser llevada a cabo por un contratista de aire acondicionado calificado.

## 6.1 MÉTODO DE MEDICIÓN

Si el dispositivo de cilindro es de exacta carga calibrada y esta disponible, agregue refrigerante.

**PRECAUCIÓN**

Se producirá daños en el compresor si el sistema esta cargado incorrectamente.

Compruebe las tapas de flama en los puertos de servicio para asegurarse de que esta libre de fugas. NO

Para entrar la operación, se recomienda típicamente alrededor de 10° F. Esto puede variar en gran medida en la base de cada sistema único.

1. El ajuste del sistema se ejecuta en el modo de refrigeración mediante el establecimiento de la termoeléctrica, empieza al menos en 6°F por debajo de la temperatura ambiente.

2. Haga funcionar el sistema durante un mínimo de 15 a 20 minutos.

3. Consulte en la hoja de datos de tabla para el flujo de aire recomendada y verificar este flujo de aire interior (que debe ser de unos 400 SCFM por tonelada).

4. Medir la presión del líquido refrigerante "P" y la temperatura "T" en la válvula de servicio.

5. Calcular la Temperatura líquido saturado "ST" en la Tabla 2 en la última página de este documento.

6. Temperatura Subenfriamiento "TC" = Temperatura saturado (ST) - temperatura del líquido (T).

*Ejemplo:* La presión "P" y Temperatura "T" que se mide en el puerto de servicio de líquido es de 360 psig y 93 ° F. En la tabla 2, la Temperatura saturada de 360 psig es de 109 °. La Temperatura de subenfriamiento "TC" = 109 ° -93 ° = 16 ° F.

Para los pasos superiores al nivel recomendado. Retirar y recuperar el refrigerante si el subenfriamiento "TC" es más alto que el nivel recomendado.

## 7.0 OPERACIÓN DEL SISTEMA

### 7.1 RESISTENCIA DEL CARTER EN EL COMPRESOR.

Los compresores tipo scroll no suelen reservar resistencias en el cárter, hay una instancia cuando se deba agregar un calentador.

La migración de refrigerante durante el ciclo puede resultar muy ruidosa en la puesta en marcha. Añada un calentador de cárter para minimizar la migración del refrigerante, para ayudar a eliminar cualquier ruido.

Todos los calentadores se encuentran en la mitad inferior de la carcasa del compresor durante los ciclos de apagado largos, evite daños en el compresor durante el arranque.

En la primera puesta en marcha o después de periodos de parada extensa, asegúrese de que el calentador se active durante al menos 12 horas antes de que se inicie el compresor. (Desconecte el interruptor de encendido y apagado del termostato de la pared).

## 8.0. INSTRUCCIONES PARA EL PROPIETARIO

Ayude al dueño con tarjetas de garantía de transformación y / o el registro en línea. Proporcione a los propietarios la guía de revisión y una copia de la guía de operación y al mantenimiento. Instruya al propietario o el operador cómo iniciar, detener y ajustar la temperatura. El instalador debe instruir al propietario sobre el funcionamiento y el mantenimiento de todos los demás componentes del sistema apropiado.

### 8.1. MANTENIMIENTO

1. La suciedad no se debe permitir que se acumule en las bobinas al aire libre y en otras partes en del circuito. Limpie con frecuencia necesaria para mantener la unidad limpia. Use un cepillo, aspiradora, o cualquier otro medio adecuado.
2. El motor del ventilador exterior está permanentemente lubricado y no requiere lubricación periódica.
3. Si la bobina necesita ser limpiado, se debe lavar con Calgon Coilclean (mezcle una parte Coilclean a siete partes de agua). Deje que la solución permanezca en la bobina durante 30 minutos antes de enjuagar con

TEMPERATURA (sólo bomba de calor)

La unidad está equipada con un interruptor de alta presión que se conecta a la placa base, si el interruptor de alta presión se abre durante más de 40 milisegundos, el control desenergiza el compresor y almacena en una pantalla el código de error apropiado. Si el interruptor de presión se cierra y se presenta un aviso del termostato en el funcionamiento del compresor esta función de control se aplicará el temporizador de retardo anti ciclo corto de tres minutos y también la estrategia del compresor cuando expira el temporizador.

### 7.3. INTERRUPTOR DE BAJA PRESIÓN (sólo bomba de calor)

La unidad está equipada con un interruptor de baja presión que se conecta a la tarjeta principal. Si el interruptor de baja presión se abre durante más de cinco segundos, el control provocará una condición de bloqueo suave.


### 7.4. SENSOR DE TEMPERATURA (sólo bomba de calor)

La unidad tiene dos sensores de temperatura, que se llaman "T3" y "T4", "T3" significa sensor de temperatura de la tubería, "T4"

5. La bobina y la cubierta en la bandeja de drenaje, deben inspeccionarse y limpiarse con regularidad para asegurar un drenaje adecuado.

6.

Es contra la ley la liberación o descarga de refrigerante al aire libre durante la reparación, servicio, mantenimiento o la disposición final de esta unidad. Cuando el sistema esté funcionando correctamente y el propietario haya sido completamente instruido, se debe obtener la aprobación del propietario.

 **PRECAUCIÓN**

Aire Acondicionado  
LG Línea Comercial

2009

# UNIDAD TIPO CASSETTE

Puede ser fácilmente instalada en un espacio reducido y tiene una excepcional capacidad de enfriamiento. Diseñada para un funcionamiento silencioso, asegura un grato ambiente acondicionado. Además, ofrece la función JET COOL para un mayor nivel de refrigeración y limpia el aire a través de su sistema de purificación de Neo Plasma.

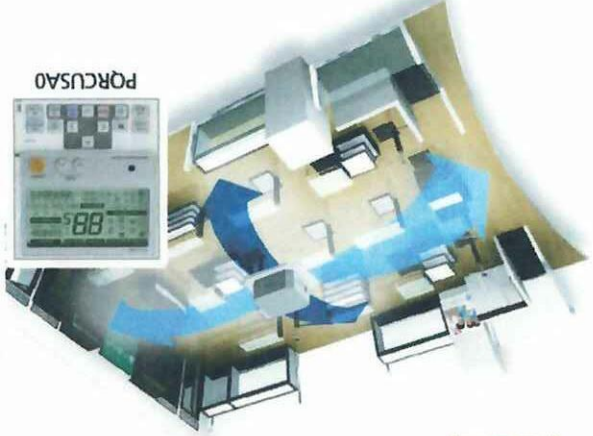


LT-C182PLE0 / LT-C242PLE0  
LT-C302PLE0 / LT-C362NLE0



- Control con 2 termistores
- Control central (Accesorio)
- Goldfin anti corrosión (opcional)
- NEO PLASMA Sistema Purificador de Aire

(Accesorio)



## Control del Flujo de Aire

Los ángulos difusores se ajustan en pares, de acuerdo al ambiente de la instalación. Como las corrientes directas pueden resultar molestas, creando distracción y afectando la productividad, hemos eliminado este problema mediante la independencia del ajuste de los ángulos difusores de cada punto de descarga de aire. El flujo del aire en cualquier ambiente puede ser controlado fácilmente por medio del control remoto alámbrico.



## Operación Independiente de 4 Aletas (Accesorio)

El control del ángulo de la aleta satisface a los usuarios, ya sea que les guste la brisa directa o la brisa indirecta. También previene las ráfagas de aire frío



## Tamaño Compacto

La unidad interior con tamaño delgado y compacto ha reducido restricciones permitiendo la instalación adecuada en diversos espacios.



- Larga distancia, alta elevación • Bomba de desagüe con gran cabezal • Control en grupo
- Operación en techo alto • Ventilador Turbo • Cambio de modo automático
- Re inicio automático • Modo de espera con cero consumo • Función de bloqueo
- Filtro de fácil limpieza • Programación semanal • Control con 2 termostatos
- Óptima distribución de aire • Control central (Accesorio) • Goldfin anti corrosión (opcional)
- NEO PLASMA Sistema Purificador de Aire (Accesorio)

## Especificaciones

Modelo	LT-C182QLE0	LT-C242PLE0	LT-C302PLE0	LT-C362NLE0	LT-C428MLE0	LT-C602MLE0
--------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Enfriamiento	18,000	24,100	30,000	36,000	48,000	60,000
Partes eléctricas (Btu/h)						
Voltaje-Frecuencia-Fase (V/Hz/φ)	220,60V	220,60V	220,60V	220,60V	220,60V	220,60V
Potencia de Entrada Enfriamiento (Watt)	1860	2500	2980	3550	5000	6250
Corriente de marcha Enfriamiento (A)	8.4	11.4	14.0	16.0	24.0	27.0
Desempeño						
EER	9.7	9.6	10.1	10.1	9.6	9.6
Circulación del aire Evap./Cond. (m <sup>3</sup> /min)	1945	2158	2558	3316	3510	3510
Remoción de humedad (l/hr)	2.4	3.0	3.5	4.5	5.0	2.0
Niveles de ruido Enfriamiento (H/M/L) (dB(A), 1.5m)	38/36/33	39/37/33	42/40/37	42/40/37	47/44/41	47/44/43
Distribución y Ruido para Condensador						
Evaporadora (mm)	570x570x256	840x840x204	840x840x204	840x840x246	840x840x288	840x840x288
Panel de evaporadora (mm)	700x700x30	950x950x25	950x950x25	950x950x25	950x950x25	950x950x25
Condensadora (mm)	830x575x275	840x575x275	840x800x320	840x800x320	1060x870x320	1165x900x370
Evaporadora/Condensadora (Kgs)	15.4/3	21/45	21/33	24/60	26/84	26/95
Peso Neto (kg)	14 (6.35)	14 (6.35)	14 (6.35)	14 (6.35)	3/8 (9.52)	3/8 (9.52)
Válvula de Servicio Líquido (Diámetro) (inch (mm))	1/2 (12.7)	5/8 (15.88)	5/8 (15.88)	5/8 (15.88)	3/4 (19.05)	3/4 (19.05)
Válvula de Servicio Gas (Diámetro) (inch (mm))	1/2 (12.7)	5/8 (15.88)	5/8 (15.88)	5/8 (15.88)	3/4 (19.05)	3/4 (19.05)
Modelo del Panel	PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC	PT-UQC

\*Nota : El diseño y las especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso para mejorar el desempeño del producto.

\*MF-Condenser

