



Universidad Nacional  
Autónoma de México



Facultad de Estudios Superiores  
"CUAUTITLAN"

Cálculo de Carga Térmica y Diseño de Ductos  
de Aire Acondicionado en un Sistema de  
Enfriamiento Utilizando un Programa  
de Computadora"

**T E S I S**  
*Que para obtener el Título de:*  
**INGENIERO QUIMICO**  
*P r e s e n t a:*  
**RODOLFO SANCHEZ REYES**  
Asesor: M. ENC. RICARDO P. HERNANDEZ GARCIA

*Cuautitlán Izcalli, Edo. de México*

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## TESIS

TITULO DEL TEMA: CALCULO DE CARGA TERMICA Y DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO DE UN SISTEMA ENFRIAMIENTO UTILIZANDO UN PROGRAMA DE COMPUTADORA.

OBJETIVO. -Elaborar un programa de computadora que calcule carga térmica y diseñe ductos de aire ,cuyos resultados sean confiables para seleccionar equipo de aire acondicionado para un sistema de enfriamiento.

## INDICE

INTRODUCCION .....	0
CAPITULO I CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE	
1.1 Zona de comodidad.....	1
1.2 Movimiento del aire .....	3
1.3 Psicrometría .....	4
1.4 Procesos básicos de aire acondicionado .....	12
CAPITULO II TRANSFERENCIA DE CALOR	
2.1 Métodos de transmisión de calor. ....	18
2.2 Transmisión a través de una pared .....	23
CAPITULO III CALCULO DE CARGA TERMICA	
3.0 Cálculo de carga térmica .....	28
3.1 Cargas internas y cargas externas .....	28
3.2 Cálculo de carga térmica ganada debido al efecto solar ..	30
3.3 Cálculo de carga térmica a través de barreras .....	33
3.4 Cálculo de carga debida a los ocupantes .....	35
3.5 Cálculo de carga emitida por equipo misceláneo .....	37
3.6 Cálculo de carga emitida por lámparas .....	40
3.7 Cálculo de carga térmica debida a la infiltración de aire.	41
3.8 Cálculo de carga térmica debida a la ventilación del aire.	45
3.9 Bases de diseño .....	48

#### CAPITULO IV DISEÑO DE DUCTOS

4.1	Objetivos y conceptos generales.....	53
4.2	Método de reducción de Velocidad .....	64
4.3	Método de igualdad de pérdidas por rozamiento .....	67
4.4	Método de recuperación estática .....	70

#### CAPITULO V ALGORITMO PARA EL CALCULO DE CARGA TERMICA

5.1	Descripción del diagrama de flujo para el cálculo de carga térmica. ....	76
5.2	Programa en Basic para el cálculo de carga térmica.....	95
5.3	Aplicación práctica de la metodología de cálculo .....	115

#### CAPITULO VI ALGORITMO PARA EL DISEÑO DE DUCTOS

6.1	Descripción del diagrama de flujo para el diseño de ductos de aire acondicionado. ....	132
6.2	Programa en Basic para el diseño de ductos de aire acondicionado .....	144
6.3	Aplicación de la metodología de cálculo para el diseño de ductos .....	156

CONCLUSIONES .....	166
--------------------	-----

APENDICE .....	168
----------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. ....	181
----------------------------------	-----

## INTRODUCCION

El propósito de esta tesis es crear un programa de cómputo para el cálculo de la carga térmica y el diseño de ductos de aire acondicionado , con la idea de hacer menos tedioso y más rápido estos procedimientos, ya que en la actualidad para seleccionar equipos de aire acondicionado comerciales e industriales no se usa muchas veces el método adecuado de diseño ,debido a las gran cantidad de información manejada.

El programa desarrollado permite calcular carga de enfriamiento para verano.Cabe mencionar que las unidades utilizadas en el desarrollo del cálculo son del sistema inglés debido a la gran cantidad de información que se ha reportado .

En principio hablaremos de los procesos básicos de acondicionamiento de aire , así como de las variables que deben controlarse dentro de él .

En el capítulo dos hablaremos de los mecanismos de transferencia de calor que intervienen y participan en la ganancias de energía térmica ,así como la transporte de calor que se llevan a cabo a través de paredes compuestas y las ecuaciones que involucran su cálculo.

En el capítulo tres describiremos básicamente los tipos de ganancias internas y externas que intervienen en el cálculo de carga térmica ,en algunos casos será necesario tener referencia de tablas y valores para llevar a cabo el cálculo y en otras se obtendrán ecuaciones sencillas para realizar las operaciones correspondientes dentro de las restricciones que se indiquen.

Los principios básicos de diseño de ductos son redactados en el capítulo cuatro, así como las ecuaciones necesarias para el diseño dependiendo de la técnica a emplear, ya sea por el método de presión constante, reducción de velocidad o recuperación estática, aunque en la actualidad sólo se utiliza el de presión constante.

Con todas las ecuaciones, propiedades termodinámicas y restricciones consideradas en los capítulos anteriores se construye un diagrama de flujo como base para el desarrollo de un programa en BASIC útil en el cálculo de carga térmica ya que en este capítulo se plantea un problema en una instalación civil de ocho cuartos, cuyos resultados servirán para diseñar los ductos de la misma; todo esto se describe en el capítulo cinco.

Ya habiendo calculado la carga térmica se aplican los factores de seguridad correspondientes y finalmente son utilizados en un programa que diseña ductos de aire.

En el capítulo seis se desarrolla un diagrama de flujo para obtener el diseño de ductos por los tres métodos mencionados anteriormente, así como el correspondiente programa en BASIC utilizado el cual es aplicado a la resolución del problema planteado en el capítulo cinco.

Existen programas de cálculo de carga térmica escritos para calculadoras programables, así como aplicados a diseño de ductos pero desarrollados para lugares como el norte del continente americano y no para ser usados en nuestro país además de usar los dos programas uno tras de otro como se realiza en esta tesis y además con tres métodos de diseño de ductos.

## **CAPITULO I**

### **CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL ACODICIONAMIENTO DEL AIRE**

## CAPITULO I

### CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE

#### 1.1 ZONA DE COMODIDAD

Las condiciones de comodidad resultan de una deseable combinación de temperatura, humedad, movimiento y limpieza del aire. Sin embargo uno puede tener confort bajo la variación de estos factores, no todas las combinaciones son confortables; cada combinación produce la misma sensación de calor, pero al modificar cualquiera de las otras variables producirá condiciones de incomodidad.

Los factores que afectan la comodidad son:

- a) Temperatura del aire
- b) Humedad del aire
- c) Movimiento del aire
- d) Pureza del aire

El comportamiento fisiológico demanda que el calor interno producido por el cuerpo sea igual a la cantidad de calor externo perdido.

El cuerpo tiene su sistema de control de temperatura el cual regula sus pérdidas por convección, radiación y evaporación, las cuales dependen del calor total generado y además de la actividad realizada; también depende de la ropa, de la temperatura del aire y sus condiciones.

El exceso de ropa reduce la pérdida por convección y radiación pero aumenta la evaporación .

#### 1.1.1 TEMPERATURA DEL AIRE.

Si no hubiera control de la temperatura muchos lugares donde se desarrolle la actividad del hombre sería muy incomoda .El primer intento de la comodidad fue cuando se controló la temperatura dentro de un espacio.

#### 1.1.1.2 CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO

Las condiciones interiores de proyecto para verano se dan en la siguiente tabla ,de ahí se recomiendan para las aplicaciones indicadas.Estas condiciones se han obtenido de la experiencia, ver referencia 7.

Tabla 1.1 Muestra las condiciones recomendadas para verano en el interior a acondicionar .Ver referencia 7.

TIPO DE APLICACION	VERANO(APLICACION)			
	RESIDENCIAL		PRACTICA COMERCIAL	
	Temperatura de bulbo seco ( C )	Humedad relativa %	Temperatura bulbo seco ( C )	Humedad relativa %
<b>CONFORT GENERAL</b>				
Departamento, Oficina	23-24	50-45	25-26	50-45
Colegio, Hospital, etc.	(23.5)	(47.5)	(25.5)	(45.5)
<b>TIENDAS COMERCIALES</b>				
Bancos, Peluquería,	24-26	50-45	26-27	50-45
Supermercados, etc.	(25)	(47.5)	(26.5)	(47.5)

Tabla 1.1 .Continuación.

APLICACIONES:				
Auditorio, Bar,	24-26	55-45	26-27	60-50
Restaurante, etc.	(25)	(50)	(26.5)	(55)
CONFORT INDUSTRIAL				
Secciones de montaje	25-27	55-45	26-29	60-50
Sala de maquinas, etc.	(26)	(50)	(27.9)	(55)

Para poder trabajar con estas condiciones se obtuvo los valores medios que están entre paréntesis que aparecen en la misma tabla, los cuales van a ser utilizados en el programa de cálculo.

Para consultar condiciones exteriores de diseño se puede consultar la referencia 11.

#### 1.1.2 HUMEDAD DEL AIRE

Gran parte de calor que pierde el cuerpo se debe a la evaporación. esta depende en gran medida de la humedad relativa del medio ambiente, cuando es baja, la evaporación aumenta y disminuye cuando la humedad relativa se incrementa, de ahí la importancia del control de la humedad.

Los excesos de humedad no sólo producen reacciones fisiológicas molestas sino que también afectan las propiedades de algunos materiales.

#### 1.1.3 MOVIMIENTO DEL AIRE.

El movimiento del aire sobre el cuerpo humano incrementa la pérdida de calor y humedad y modifica la sensación de frío o calor. Además produce un chiflón agradable o desagradable.

### 1.3 PSICROMETRIA

La psicrometría estudia la termodinámica del aire húmedo que es una mezcla de aire seco y vapor de agua . La psicrometría involucra mediciones del calor específico del aire y su volumen.

Es necesario conocer en forma más detallada las propiedades del aire antes de comprender los procesos de aire acondicionado.

#### 1.3.1 CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA VAPOR-AIRE

Acondicionar el aire es controlar su temperatura ,humedad ,distribución y pureza .Su objetivo es mantener la comodidad de los ocupantes de residencias, teatros , escuelas , centros de computo,etc.O bien en la industria mantener productos alimenticios ,productos químicos ,etc.

Antes de estudiar el acondicionamiento del aire es necesario conocer sus propiedades y características.

##### 1.3.1.1 COMPOSICION DEL AIRE

La atmósfera que rodea la tierra es una mezcla de gases cuya composición es :

	Volumen en %	Peso en %
Nitrógeno	78.1	76
Oxígeno	20.9	23
Gases raros	1.0	0.9

Cuyos datos son para aire seco,pero la humedad puede variar de 0 % a 4 %

El aire que se utiliza de la atmósfera no es puro ya que contiene gases, sólidos, polvos, etc. que dependen del lugar y otros factores. El aire contiene por lo general:

GASES EN %	}	Nitrógeno	78.03	
		Oxígeno	20.99	
		Argón	0.94	
		Óxido de Carbono	0.03	
	}	}	Hidrógeno	0.01
			Xenón	
			Kriptón	
Otros				

IMPUREZAS	}	Humos de Sulfuro
		Humos de ácidos
		CO <sub>2</sub>
		Polvo
		Cenizas
		Minerales
		Vegetales
		Animales
Microorganismos		

### 1.3.2 CARTA PSICROMETRICA

La carta psicrométrica es una gráfica de propiedades del aire (temperatura, humedad relativa etc.) y es usada para determinar como esas propiedades varían en función de la cantidad de mezcla de vapor de agua y aire seco. Para construir esta gráfica es necesario obtener las ecuaciones para ser utilizadas en el programa de cálculo de carga térmica y diseño de ductos como a continuación se muestra:

### 1.3.3 TEMPERATURA DE BULBO SECO

Es la temperatura del aire que se registra con el termómetro ordinario. El bulbo del termómetro de bulbo seco no ha sido humedecido, y es la medida del calor sensible del aire expresado en grados Fahrenheit o centígrados y la simbología utilizada para esta temperatura es TBS.

### 1.3.4. TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO

La temperatura de bulbo húmedo indica la cantidad de calor total contenido en el aire y esta expresado en grados Fahrenheit o centígrados. Se determina cubriendo el bulbo con un paño humedecido y haciendo pasar aire rápidamente, en esta forma el agua empieza a vaporizarse. Esta variable será identificada por el término TBH.

### 1.3.5 HUMEDAD ABSOLUTA

La relación masa de vapor sobre masa de gas, es el peso de vapor de agua en granos o libras por libras de aire seco. A esta humedad también se le llama humedad específica. El término absoluto y específico se refieren al peso real, no al porcentaje de vapor de agua contenido en el aire.

$$Y = \frac{y_A}{y_B} = \frac{P_A}{P_B} = \frac{P_A}{P_t - P_A} \quad \frac{\text{moles de agua}}{\text{moles de aire}}$$

$$Y = \frac{P_A}{P_t - P_A} \quad \frac{\text{masa de agua}}{\text{masa de aire seco}} \quad \dots\dots(1.2)$$

Donde  $P_t$  es la presión total y  $P_A$  es la presión parcial del vapor de agua.

Para esta ecuación utilizando unidades del sistema inglés , el peso molecular del agua es 18.02 lb/lbmol y para el aire 28.97 lb/lbmol y sustituyendo en la ecuación 1.2 obtenemos :

$$Y = \frac{P_A}{P_t - P_A} \frac{M_A}{M_B} = \frac{P_A}{P_t - P_A} \frac{18.02 \text{ lb/lbmol}}{28.97 \text{ lb/lbmol}} \dots\dots\dots(1.3)$$

$$Y = \frac{0.622 P_A}{P_t - P_A} \dots\dots\dots(1.4)$$

Para poder determinar la presión del vapor de agua en función de la temperatura ,se utiliza una ecuación de la forma de Clausius-Clapeyron :

$$PV = A e^{(-b/T)} \dots\dots\dots(1.5)$$

Donde A y b son constantes cuyo valor depende del vapor que se esté manejando.

e es la base de los logaritmos naturales cuyo valor es de 2.71

T es la temperatura absoluta en °R

Obteniendo el logaritmo en base 10 de ambos términos obtenemos:

$$\log PV = -\left(\frac{b}{2.303}\right) \left(\frac{1}{T}\right) + \log A \dots\dots\dots(1.6)$$

Esta ecuación tiene semejanza con la ecuación de una línea recta de la forma  $y = mx + b$  . Para poder calcular las constantes desconocidas para el vapor saturado se obtuvieron valores de presión de saturación con sus respectivas temperaturas de las Tablas de vapor y se logra graficando  $\log P_A$  contra el inverso de la temperaturas absoluta T, con lo cual se obtiene la pendiente y la ordenada al origen.

Para el rango de temperaturas en 30 y 60 grados Fahrenheit se obtuvieron los siguientes resultados en la siguiente ecuación:

$$\log PV = \left( \frac{4211.47}{T+460} \right) + 7.507572 \dots\dots\dots(1.7)$$

Al asignar valores de temperatura en grados Fahrenheit a la ecuación 1.7 se obtiene un valor al que le llamaremos k

$$\log PV = k \dots\dots\dots(1.8)$$

Para obtener el valor de la presión parcial se obtiene el antilogaritmo:

$$PV = 10^k \dots\dots\dots(1.9)$$

Si esta presión le hacemos la conversión a mm de Hg obtenemos la siguiente ecuación.

$$A = PV (29.92 \text{ plg de Hg}/14.69 \text{ lb/plg}^2) \dots\dots\dots(1.10)$$

donde A es la presión en plg de Hg.

Existen fórmulas que con las que conociendo la temperatura de bulbo húmedo , la temperatura de bulbo seco y la presión de vapor del agua . se calcula la presión parcial de vapor de agua en el aire , como la siguiente:

$$P_A = PV - \frac{(PB - PV)(TBS-TBH)}{(2800 - 1.3*TBH)} \quad (\text{Carrier 1911}) \dots\dots\dots(1.11)$$

- Donde P<sub>A</sub>= presión parcial del vapor en plg de Hg
- PV= presión de vapor del agua en plg de Hg
- PB= presión barométrica del lugar

Para ver mas información sobre más fórmulas ver Ref 6

Para poder determinar la presión parcial de vapor se deben asignar valores de temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo, así como conocer la presión barométrica del lugar y la presión de vapor.

Con el valor de presión parcial de vapor del agua se puede determinar la humedad absoluta.

### 1.3.6. HUMEDAD RELATIVA

Se define como la relación de la presión parcial de vapor en el aire con la presión de saturación correspondiente a la temperatura existente. En otras palabras es la razón entre el vapor de agua real que está presente en el aire y la mayor cantidad de agua que puede contener el aire a la misma temperatura. O bien es la relación de la densidad del vapor de agua en el aire con la densidad de saturación a la misma temperatura correspondiente.

$$F = \frac{P_A}{P_d} \times 100 = \frac{d_A}{d_d} \times 100 \dots\dots(1.12)$$

En donde:

$P_A$  = Presión parcial del vapor de agua

$P_d$  = Presión de saturación del vapor del agua

$d$  = Densidad existente del vapor de agua

$d_d$  = Densidad del vapor saturado

La presión  $P_A$  se obtiene con la ecuación 1.11 a la temperatura de bulbo seco  $T_{BH}$  y con la misma ecuación a la temperatura de bulbo húmedo se obtiene  $P_d$ .

### 1.3.7 VOLUMEN HUMEDO

Es el volumen de una mezcla aire seco con vapor de agua a la temperatura y presión del lugar.

El volumen total de la mezcla es igual a :

VH= volumen del aire + volumen del vapor de agua

$$VH = \frac{m_a RT}{PM_a P_L} + \frac{m_w RT}{PM_w P_L} \dots\dots\dots(1.13)$$

Para una libra de aire seco tenemos que :

$$VH = \frac{1 \cdot RT}{PM_a P_L} + \frac{Y \cdot RT}{PM_w P_L} \dots\dots\dots(1.14)$$

Donde R constante de los gases ideales igual a

10.73 lb/plg<sup>2</sup>-ft<sup>3</sup> • R lbmol

PM<sub>a</sub> Peso molecular del aire lb/lbmol

PM<sub>w</sub> Peso molecular del vapor de agua lb/lbmol

P<sub>L</sub> presión barométrica lb/plg<sup>2</sup>

VH volumen de la mezcla vapor- aire ft<sup>3</sup>/lb aire seco

Y humedad absoluta en lb agua/lb de aire seco

m<sub>a</sub> es la masa correspondiente a una libra de aire

m<sub>w</sub> es la masa en lb de vapor de agua contenida en una lb de aire

$$VH = \frac{(TBS+460) R (1 + Y)}{P_L \left( \frac{PM_a}{a} + \frac{PM_w}{w} \right)} \dots\dots\dots(1.15)$$

Esta ecuación nos sirve para calcular el volumen húmedo de la mezcla aire -vapor.

### 1.3.8 CALOR HUMEDO

Es la capacidad calorífica de la mezcla aire-vapor de agua.

$$C_s = C_p(\text{aire}) + C_p(\text{vapor de agua}) \quad (1.16)$$

Para el aire  $C_p = 0.24 \text{ Btu/lb} \cdot \text{F}$

Para el vapor  $C_p = 0.45 \text{ Btu/lb} \cdot \text{F}$

$$C_s = 0.24 + Y \cdot 0.45 \quad \dots \dots \dots (1.17)$$

### 1.3.9 ENTALPIA

Es la suma de calor latente y sensible con respecto a una temperatura de referencia de la mezcla aire-vapor de agua.

$$H = C_s + C_L = (0.24 + 0.45 Y)(T_{BS} - t_o) + \lambda Y \quad (1.18)$$

Donde  $t_o$  es la temperatura de referencia normalmente  $0 \text{ } ^\circ \text{F}$   
y  $\lambda$  es el calor latente de vapor de agua igual a  $1075 \text{ Btu/lb}$   
de agua

Por tanto la ecuación queda de la siguiente manera:

$$H = (0.24 + 0.45 Y)(T_{BS} - 0) + 1075.8 Y \quad \dots \dots \dots (1.19)$$

Con esta ecuación podemos calcular la entalpia de la mezcla.

### 1.3.10 TEMPERATURA DE ROCIO

Es la temperatura por abajo de la cual comienza la condensación del vapor en el aire, también es el punto máximo de humedad.

#### 1.4 PROCESOS BASICOS DE AIRE ACONDICIONADO

Normalmente para llevar el aire a diferentes condiciones ya sea de humedad ,temperatura o limpieza del mismo es necesario conocer las diferentes formas de hacerlo y como hacerlo ,de ahí que los procesos que se llevan a cabo en aire acondicionado sea:

##### 1.4.1 CALENTAMIENTO A HUMEDAD CONSTANTE

Cuando se modifica el contenido de calor del aire , sin aumentar o disminuir la humedad aumentando así la temperatura de bulbo seco se lleva a cabo un proceso de calentamiento o de calefacción a humedad constante.El proceso se traza en una carta psicrométrica con una línea horizontal a partir del punto de estado hasta la nueva temperatura de bulbo seco . En el siguiente diagrama se muestra el proceso.

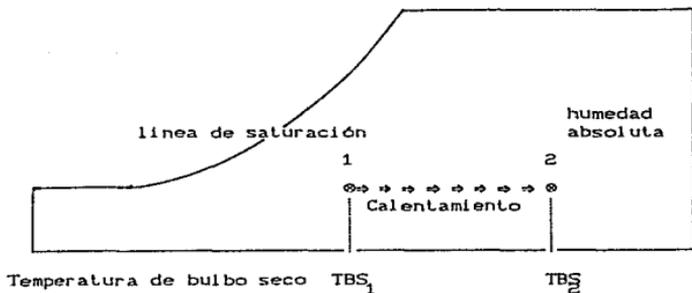


Figura 9.1 Proceso de calentamiento a humedad constante  
1)Proceso inicial 2)Proceso final.

Donde TBS1 Es la temperatura de bulbo seco de aire de entrada

TBS2 Es la temperatura de bulbo seco de aire de salida

### 1.4.2 PROCESO DE HUMIDIFICACION

En este proceso aumenta la humedad específica y la cantidad de calor del aire. En algunos procesos la humedad específica o absoluta se aumenta agregando agua, se absorbe en forma de vapor. El agua vaporizada absorbe calor del propio aire el cual hace descender la temperatura. Por tanto para conservar o aumentar la temperatura es necesario agregar calor de otra fuente, el proceso psicrométrico se muestra a continuación.

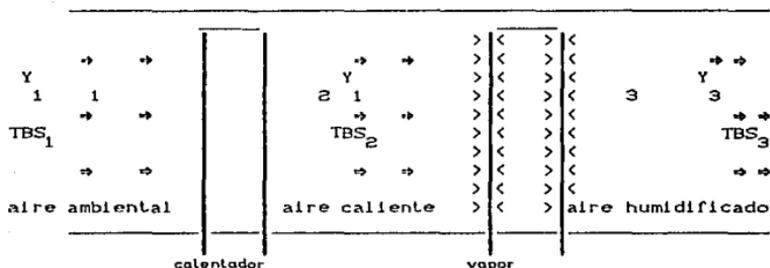


Figura 9.2 Proceso de humidificación . 1) Condición de entrada  
2) Condición de calentamiento . 3) Aire humidificado

Donde  $Y_1$  es la humedad absoluta al inicio

$Y_3$  es la humedad absoluta después de la humidificación

$TBS_1$  es la temperatura de bulbo seco al inicio

$TBS_2$  es la temperatura de bulbo seco después del calentamiento

$TBS_3$  es la temperatura de bulbo seco después de la humidificación

Y la representación en la carta psicrométrica quedaría de la siguiente manera:

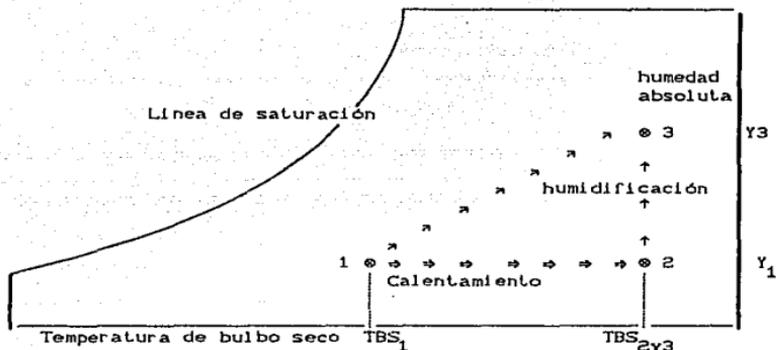


Figura 3.3 Proceso de humidificación en la carta psicrométrica  
 1) Aire en condiciones iniciales . 2) Aire calentado  
 3) Aire humidificado

#### 1.4.3. ENFRIAMIENTO A HUMEDAD CONSTANTE

El enfriamiento sensible involucra el descenso de la temperatura de bulbo seco, sin cambio en el calor latente. Por lo tanto el contenido de humedad de la mezcla de aire permanece constante en el proceso de enfriamiento sensible. En la siguiente figura se muestra un proceso de enfriamiento sensible por medio de una línea horizontal que se mueve a partir de un punto de estado.

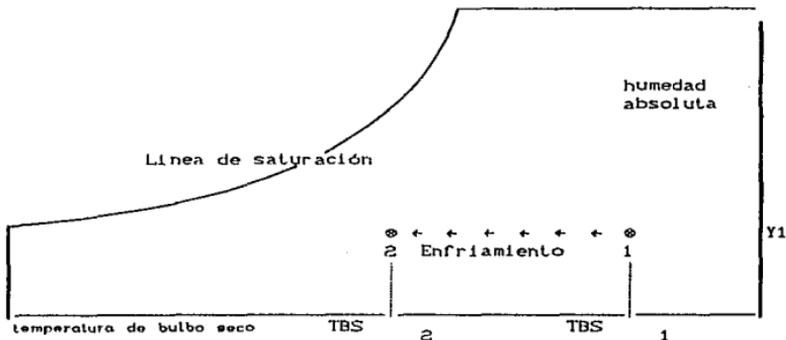


Figura 3.4 Representación gráfica en una carta psicrométrica del proceso de enfriamiento.

Donde TBSI es la temperatura de bulbo seco al inicio del proceso .

TBSF es la temperatura de bulbo seco al final del proceso

YI es la humedad absoluta al inicio y final del proceso

#### 1.4.4 ENFRIAMIENTO Y DESHUMIDIFICACION

Muy rara vez se encontrará enfriamiento sin deshumidificación. La deshumidificación es necesaria muy a menudo en procesos de aire acondicionado o en procesos industriales, la humedad puede removerse por absorción en líquidos o en sólidos (procesos llamados de adsorción química), o enfriado por debajo de su punto de rocío. A continuación se muestra un proceso de deshumidificación del aire .

Si el aire pasa a través de una superficie , o a través de un rociador de agua cuya temperatura sea menor del punto de rocío del aire , se condensará parte de la humedad del aire y la mezcla se enfriará simultáneamente.

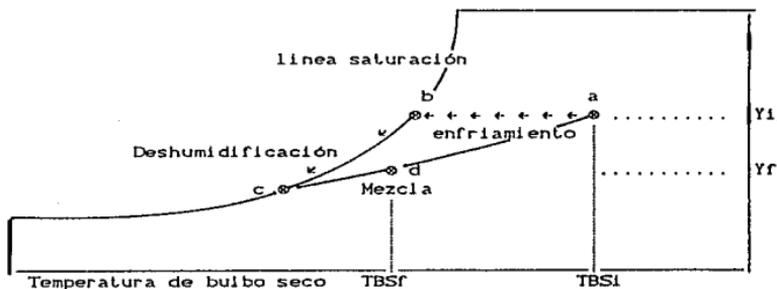


Figura 3.3 Proceso de enfriamiento y deshumidificación.  
aCondición inicial dCondición final.

De donde :

TBSI es la temperatura de bulbo seco inicial

TBSF es la temperatura de bulbo seco final del proceso

YI humedad absoluta inicial

Yf humedad absoluta final

Parte del aire que está en contacto con la superficie reduce la temperatura a la temperatura media de la superficie según el trazo abc , con condensación y subsecuente deshumidificación en bc El aire que no está en contacto con la superficie , finalmente se enfriará al mezclarse con aire que si tuvo contacto y su estado final caerá sobre la línea recta entre ac,ya que no todo el aire fue enfriado que se se conoce como efecto de "by pass".En casos prácticos , no se obtiene el punto de saturación c sino que se llega a d como efecto equivalente de "by pass".

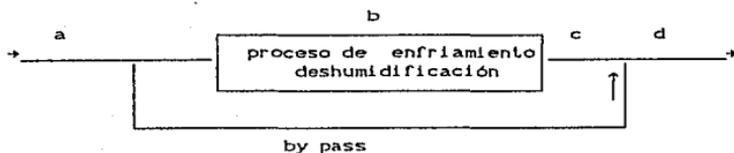


Figura 3.6 Este diagrama muestra el proceso de enfriamiento y deshumidificación. a)Condición de aire a la entrada  
 b)Enfriamiento c)Condición de deshumidificación  
 d)Condición de efecto de "by-pass".

## CAPITULO II

### TRANSFERENCIA DE CALOR

## CAPITULO II

### TRANSFERENCIA DE CALOR

#### 2.1 MECANISMOS DE TRANSMISION DE CALOR

Para poder entender los mecanismos de transferencia de calor es necesario entender las leyes de la termodinámica que rigen la transferencia de calor:

##### 2.1.1 LEYES DE LA TERMODINAMICA.

Las leyes de la termodinámica son cuatro y son las siguientes:

a) Ley cero de la termodinámica. Cuando un sistema A se pone en contacto térmico con un sistema B, separados por una pared conductora; las propiedades de ambos sistemas permanecen constante con el tiempo llegando a un equilibrio térmico.

b) Primera Ley de la termodinámica. Regida por el principio de conservación de la energía. Cuando se realiza un trabajo cíclico a un sistema, éste es igual calor que fluye al medio ambiente más el trabajo aprovechado.

c) Segunda ley de la termodinámica. Es imposible que un sistema que opera cíclicamente deje de utilizar energía para llevar a cabo un proceso.

d) Tercera ley de la termodinámica. No hay un sistema que operando cíclicamente llegué al cero absoluto.

### 2.1.2 MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Existen tres mecanismos de transferencia de calor que conocemos y son:

- a) Transmisión del calor por Conducción
- b) Transmisión del calor por Convección
- c) Transmisión del calor por Radiación

### 2.1.3 CONDUCCION

Este mecanismo de transferencia de calor se lleva normalmente en metales ya que son buenos conductores de la calor y la electricidad. Al calentarse los átomos sus electrones se excitan aumentando la energía cinética, ésta se transmite al siguiente átomo debido a la diferencia de temperaturas y espacio proporcionado por las bandas de conducción. Un sólido con bandas de energía completamente ocupadas es un aislador. Y uno con bandas parcialmente ocupadas es un conductor. Lo que supone que estas bandas están asociadas con el movimiento de electrones.

La ley de Fourier es la ecuación diferencial fundamental para la transferencia de calor por conducción:

$$\frac{dQ}{d\theta} = -k A \frac{dt}{dx} \dots\dots\dots C2.1)$$

donde  $dQ/d\theta$  es la rapidez de flujo de calor  
A es el área en ángulo recto con la dirección en donde fluye el calor.  
 $dt/dx$  rapidez de cambio de temperatura con la distancia, en la dirección de flujo de calor.  
k es la conductividad térmica .

La conductividad térmica varía con la temperatura ; pero no siempre en la misma dirección. Las impurezas sobre todo de los metales pueden provocar variaciones de conductividad térmica del 50 al 75 % . La conductividad térmica a una temperatura es función de la densidad aparente.



Figura 2.1 Se muestra el calentamiento de una varilla metálica

#### 2.1.4 CONVECCION

Cuando un fluido en movimiento pasa sobre un cuerpo sólido a una temperatura distinta habrá una transferencia de calor entre el fluido y la superficie sólida debido al movimiento del fluido y la mezcla de fluido frío y fluido caliente , a este mecanismo se le da el nombre de convección.

Existen dos tipos de convección manejadas en transferencia de calor y son convección natural y convección forzada .

Un ejemplo de convección natural se observa cuando en un recipiente con agua se calienta , observándose como ascienden las masas de las moléculas calientes y como descienden las masas de moléculas frías, provocados estos cambios por las variaciones de densidad del líquido. Otro ejemplo común es cuando en una chimenea se quema madera , el aire que se encuentra cerca del lugar se caliente y asciende ; el aire frío baja para ser calentado , formándose así las "Corrientes de conveccion " .

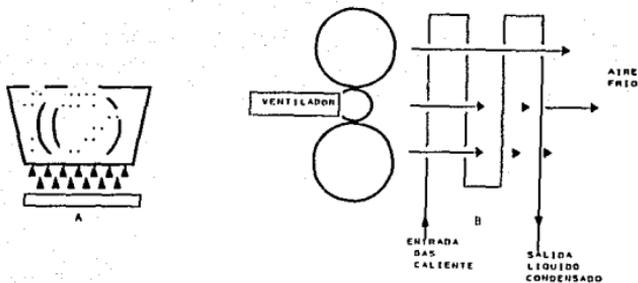


Figura 2.2 Muestra las corrientes de convección a) Cuando se calienta un líquido (convección natural). b) Cuando se enfría un serpentín por convección forzada.

La convección forzada se presenta cuando al impulsar un fluido por medio de una bomba, si es un líquido o por medio de un ventilador si es un gas, aumenta la turbulencia del fluido provocando que aumente la transferencia de calor con respecto a otra sustancia de distinta temperatura a la que se quiere eliminar o agregar calor. Ver figura 2.2.

### 2.1.5 RADIACION

El calor se transmite por el fenómeno de radiación cuando una fuente de calor emite energía y esta se propaga en el aire y en el vacío y es captada por otro cuerpo donde es absorbida, reflejada, dispersada o transmitida.

Para explicar el fenómeno de radiación surgieron dos teorías: la teoría electromagnética y la teoría de la mecánica cuántica como a continuación explicamos.

Las radiaciones pueden ser de naturaleza electromagnética (radiaciones ondulatorias), la energía calorífica emitida por una fuente se propaga en forma de ondas senoidales.

También las ondas consisten de la emisión y propagación rectilínea de partículas (radiación corpusculares) o paquetes de energía.

Las radiaciones corpusculares se deben a los movimientos de partículas muy rápidas cuya velocidad es a veces próxima a la de la luz aunque nunca superior a ella .

Las fuentes de emisión de calor natural en este caso el sol emite radiaciones que atraviesan los cristales de vidrios de algunos sitios acondicionados y las cuales son evaluadas por medio de tablas que se pueden consultar en la referencia no. 1 y 7 .

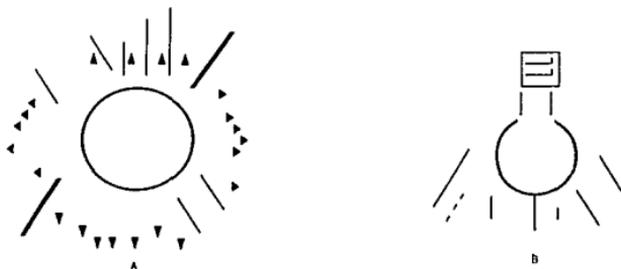


Figura 2.3 Fuentes emisoras de radiación a ) Fuente de emisión de radiación natural b) Fuente de emisión artificial.

## 2.2 TRANSMISION A TRAVES DE UNA PARED

La pérdida de calor depende de la diferencia de temperaturas entre el local acondicionado y el exterior o los locales contiguos , así como la construcción del edificio , y son debidas a la transmisión del calor a través de las paredes, suelos, techos ,puertas y ventanas.

Para poder valorar estas pérdidas explicaremos los fundamentos de transmisión calorífica.

### 2.2.1 TRANSMISION POR CONDUCTIVIDAD

La ecuación de conductividad térmica debida a Fourier, viene expresa como :

$$\frac{dQ}{dt} = - k A \frac{d\theta}{dx} \dots\dots\dots(2.2)$$

$dQ/d\theta$  Calor transmitido por unidad de tiempo

Siendo k el coeficiente de conductividad

A la superficie

$dt/dx$  cambio de temperatura en dirección del flujo

Generalmente , la transmisión calorífica a través de locales se verifica a través de caras planas y paralelas, y siendo un régimen permanente el que se presenta y al realizarse la integración por lo que la ecuación general de Fourier será de la siguiente forma:

$$\frac{dQ}{d\theta} = q \dots\dots\dots(2.3)$$

Integrando:

$$q \int_{x_1}^{x_2} dx = -k A \int_{t_1}^{t_2} dt \dots\dots\dots (2.4)$$

Otenemos:

$$q = \frac{k A}{x} (t_1 - t_2) = \frac{k}{x} A \Delta T \dots\dots\dots (2.5)$$

siendo  $\frac{k}{x A}$  llamado coeficiente de conductividad calorífica.

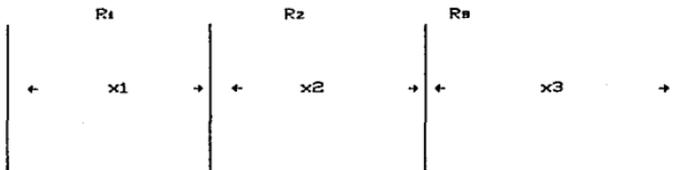
$$\text{siendo } \frac{x}{k A} = R \text{ (resistencia térmica)} \dots\dots\dots (2.6)$$

El valor numérico de la constante de conductividad depende de la clase de material de que está hecho el cuerpo y de su temperatura. Las conductividades de líquidos y gases son muy pequeñas en comparación con la de los sólidos.

### 2.2.2. CALCULO DE CALOR A TRAVES DE PAREDES EN SERIE

Considere una pared plana constituida por una serie de capas como las que se muestran a continuación. Los espesores están representados por  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  y conductividades de los materiales como  $k_1$ ,  $k_2$  y  $k_3$ , respectivamente. Además  $A$  es el área de la pared compuesta, en dirección normal al plano del dibujo. Sea  $\Delta t_1$  la caída de temperatura a través de la primera capa  $\Delta t_2$ , en la segunda y  $\Delta t_3$  en la tercera capa y  $\Delta T$  la caída total de temperatura entre todas las capas por lo tanto:

$$\Delta T = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 \dots\dots\dots (2.7)$$



Primero deduciremos la fórmula de velocidad de transmisión del calor a través de una serie de resistencias, y después determinaremos la expresión para determinar la resistencia total.

La ecuación no. 2 puede escribirse de la siguiente manera para cada una de las capas:

$$\begin{aligned} \Delta t_1 &= q_1 \frac{x_1}{k_1 A} \\ \Delta t_2 &= q_2 \frac{x_2}{k_2 A} \dots \dots \dots (2.8) \\ \Delta t_3 &= q_3 \frac{x_3}{k_3 A} \end{aligned}$$

Sabemos que  $\sum R = 1/U \dots \dots \dots (2.9)$

Si se suman las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 = \frac{q_1 x_1}{k_1 A} + \frac{q_2 x_2}{k_2 A} + \frac{q_3 x_3}{k_3 A} = \Delta T \dots \dots \dots (2.10)$$

Como en estado estacionario el calor que pasa a través de la primera resistencia debe ser igual al que pase por la segunda resistencia y al que pase por la tercera, en estado estacionario podemos escribir :

$$\Delta T = q \left( \frac{x_1}{k_1 A} + \frac{x_2}{k_2 A} + \frac{x_3}{k_3 A} \right) \dots \dots \dots (2.11)$$

$$q = \frac{\Delta T}{\left( \frac{x_1}{A k_1} + \frac{x_2}{A k_2} + \frac{x_3}{A k_3} \right)} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$\Delta T = t_{ext} - t_{int}$$

Donde  $t_{ext}$  es la temperatura exterior y  $t_{int}$  es la temperatura interior

$$q = \frac{\Delta T A}{\Sigma R} = \Delta T A U \dots\dots\dots(2.13)$$

Conociendo los valores de conductividad térmica de los materiales empleados en una pared , así como el espesor de cada capa de recubrimiento y del área de la pared ; además de las condiciones interiores y exteriores de diseño se puede calcular el coeficiente global para la pared compuesta que se utilizará para tal fin.

A continuación se dan valores de conductividad utilizados para calcular el valor del coeficiente de conductividad global ver referencia no 1 y 7 .

- k = 8.0 Btu /hrft<sup>2</sup> F (Ladrillo )
- k = 12 Btu /hrft<sup>2</sup> F (Concreto )
- k = 8.0 Btu/hrft<sup>2</sup> F (aplanado de cemento )

### **CAPITULO III**

#### **CALCULO DE CARGA TERMICA**

## CAPITULO III

### CALCULO DE CARGA TERMICA

Un ingeniero emplea una gran cantidad de tiempo para un cálculo de carga térmica y un cliente espera una instalación económica y práctica lo que exige un cálculo de carga preciso.

Un buen contratista revisa meticulosamente los planos de construcción y realiza una inspección del lugar que requiere aire acondicionado , dando mayor atención a los muros ,techos ,plafones así como sus exposiciones y orientaciones, ya que siempre es necesario hacer a un lado los métodos estimativos lo que originaría que el equipo quedará sobredimensionado y será costoso o subdimensionado y no satisfará las condiciones de diseño.

El siguiente paso es evaluar los resultados , de la inspección y enviar los cálculos de carga al taller para elegir un sistema de precio competitivo. En este capítulo analizaremos cada una de las cargas térmicas que involucran el cálculo de la carga de refrigeración tratándose de aire acondicionado.

#### 3.1 CARGAS INTERNAS Y CARGAS EXTERNAS

La ganancia o pérdida de calor es la cantidad de calor que entra o sale del espacio a acondicionar y depende de aspectos físicos como :Orientación del lugar,tipo de local ,dimensiones,altura del techo,columnas y vigas, materiales con que está construido ,lugares donde circula el aire , ventanas , puertas, elevadores ,escaleras ,ocupantes , alumbrado ,motores , utensilios ,máquinas que se utilizan ,equipo electrónico, la ventilación,así como determinar si este funcionamiento es continuo o intermitente.

Para realizar el cálculo de carga térmica es necesario escoger un "día de proyecto" donde se seleccionan las temperaturas máximas tanto de bulbo seco como bulbo húmedo. La hora máxima puede establecerse por un simple examen del lugar de las condiciones del local, sin embargo debe hacerse el cálculo para algunas horas del día.

Para estimar estas cargas se han dividido éstas en dos tipos y son :

- a) Cargas Internas.
- b) Cargas Externas.

### 3.1.1 CARGAS INTERIORES

Estas son originadas por los elementos que se encuentran dentro del espacio a acondicionar y son las siguientes:

a) Personas.- El cuerpo humano debido a su metabolismo genera calor en su interior y lo cede al exterior por radiación, convección y evaporación a través del sistema respiratorio.

b) Alumbrado.- El alumbrado utilizado dentro del espacio contribuye con calor el cual por el efecto resistivo del mismo calienta el espacio.

c) Utensilios.- Generalmente todos los aparatos eléctricos utilizados en el lugar a acondicionar, debido de igual manera al efecto resistivo de sus componentes eléctricos generan calor el cual debe tomarse en cuenta para el cálculo de aire acondicionado.

d) Motores eléctricos.- Estos también contribuyen con calor debido al efecto resistivo de sus elementos.

e) Otras fuentes de calor.- Entre estas pueden ser tuberías que manejen agua en forma de vapor o agua caliente que al pasar por el lugar a acondicionar contribuyen con carga térmica por lo que es necesario tomarla en cuenta.

### 3.1.1. CARGAS EXTERIORES

Como lo indica su nombre son generadas fuera del espacio a acondicionar y son básicamente :

a) Los rayos solares que entran por las ventanas y que depende de las protecciones interiores o exteriores que se usen en el espacio a acondicionar.

b) La ganancia de calor por la radiación del sol sobre paredes , techos y ventanas, la cual dependerá de los materiales utilizados para la construcción del espacio a acondicionar.

c) La ganancia producida por el aumento intenso de la temperatura exterior , la cual produce que fluya calor a través de paredes , suelos y ventanas.

d) Infiltración de aire producida cuando el viento sopla contra las puertas y ventanas contribuyendo a la carga térmica .

e) Ventilación utilizado en lugares donde los malos olores se presentan , al renovarse con aire exterior contribuye a la carga térmica, la cual debe evaluarse.

### 3.2 GANANCIA DE CALOR DEBIDO AL EFECTO SOLAR.

El calor ganado a través de los cristales dependen de los siguientes factores:

- a) Latitud del lugar
- b) Orientación de los cristales
- c) Claridad de la atmósfera
- d) Tipo de cristal usado
- e) Dispositivo de protección

Entre otros factores que depende la ganancia de calor solar es el ángulo con que llega la luz solar con respecto a la ventana, además si ésta tiene protectores contra la luz solar como son las persianas y si también el ambiente donde pasa la luz solar el aire se encuentra contaminado ,ya que puede reducir la ganancia de calor por insolación.

### 3.2.1 USO DE TABLAS PARA EL CALOR GANADO POR INSOLACION

La forma de encontrar el calor ganado a través de los cristales por efecto solar es el siguiente:

1.- En tablas<sup>1</sup> utilizadas para calcular el calor ganado por insolación se dan valores de calor ganado en BTU/hr-ft<sup>2</sup>, los cuales dependen de la fecha del año , de la latitud y la hora del día que son variable necesarias para determinar este valor.

2.- Las tablas son sólo válidas para ventanas donde el 85% es cristal y en caso de ocupar más del valor anterior se multipliquela por 1.17 .

3.- Normalmente las ventanas contienen elementos que las protegen de la radiación directa y estos elementos son cortinas , persianas, etc., lo que reduce la absorción de calor , para corregir esta condición existen valores del factor (F2)<sup>2</sup> que dependiendo del tipo de dispositivo se asigna su valor . Para una persiana de color claro abierta a 45 grado vale 0.56

4.- El vidrio utilizado para la ventana tiene varias características una de ellas que posee color o que sea muy grueso lo que provoque que la absorción de calor sea menor y esto puede ser corregido por un factor (F1), el cual es tomado de tablas<sup>3</sup>. El valor para un vidrio ordinario es de 1.

(1) Estas tablas pueden ser consultadas en la referencia 1 páginas 274 a la 276.

(2) y (3) Ver referencia 1, página 280.

5.- En lugares en donde hay contaminación , los humos y vapores reducen la ganancia hasta de un 10 a 15 %.

6.- Normalmente cuando hay muros adyacentes estos sombrean las ventanas lo que reduce la ganancia de calor ,este factor debe tomarse en cuenta.

Los factores anteriormente descritos se presentan en las siguientes ecuaciones:

$$Q = Q' \times F1 \times A \text{ (Sin dispositivo sombreador) } \dots\dots\dots(3.1)$$

$$Q = Q' \times F2 \times A \text{ (Hay dispositivo sombreador) } \dots\dots\dots(3.2)$$

$$Q = Q' \times ((F \times F2) + (1 - F \times F1)) \dots\dots\dots(3.3)$$

Donde :

Q - Es la ganancia total en la ventana en Btu/hr.

Q' - Es la ganancia máxima de calor en la ventana debido al efecto solar en Btu/hr-ft<sup>2</sup>.

F1 - Factor de corrección cuando no existe dispositivo sombreador.

F2 - Factor de corrección cuando si existe dispositivo sombreador .

F - Fracción de ventana que se considera sombreada cuando si existe un dispositivo parcial de sombreado.

A - Area de cristal en ft<sup>2</sup> .

Cuando los vidrios ordinarios tengan mayor espesor o estén pintados de otro color ,éstos absorberán mayor cantidad de calor.

### 3.3 CALOR GANADO A TRAVES DE BARRERAS

Las barreras que hay en un lugar a acondicionar son los muros , las ventanas ,el techo , la puerta y el piso ,debido a la diferencia de temperatura interior y exterior existe un flujo de calor que es variable durante el día y que el máximo se encuentra en la madrugada cuando la temperatura es la más baja.

#### 3.3.1. CALOR GANADO EN MUROS Y TECHOS

El cálculo simplificado usando el concepto de "temperatura -aire- sol, desarrollada por "Mackey y Wright"; que trata que en ausencia de efectos de radiación da al espacio interior la misma cantidad de calor que la combinación de radiación incidente del sol y convección del aire exterior.

#### 3.3.2 USO DE LAS TABLAS PARA TRANSMISION DE CALOR EN MUROS Y TECHOS

Para encontrar el calor ganado por el sol se han construido tablas<sup>4</sup> que indican la temperatura equivalente definida como la diferencia de la temperatura del aire interior y exterior originando un flujo calorífico en las paredes. Estas tablas están basadas en 15 F lo que indica que la diferencia es de 15 como (95-80 ), en caso que la diferencia sea distinta deberá corregirse.

Para poder utilizar estas tablas es necesario conocer el material empleado así como las hora y situación de la barrera expuesta.

Para corregir cuando el diferencial del lugar es distinto de 15, es agregando o disminuyendo a la temperatura equivalente la diferencia entre 15 y la diferencial del lugar.

$$\Delta T_{CORR} = \Delta T_{TABLAS} \pm (15 - \Delta T_{LUGAR}) \dots\dots\dots(3.4)$$

(4) Estas tablas pueden ser consultadas en la referencia 1 , página 283, 284 y 285.

Donde :

$\Delta T_{\text{TABLAS}}$  Es la temperatura diferencial obtenida de tablas

$\Delta T_{\text{LUGAR}}$  Es la diferencia de temperatura del lugar, dado como la diferencia de temperatura exterior menos la interior en F.

$\Delta T_{\text{CORR}}$  Es el diferencial de temperatura corregido en F

Si el diferencial de temperatura es menor que 15 para el diferencial del lugar, se usa el signo menos y si es mayor el signo mas.

Una vez obtenido el diferencial de temperatura, se obtiene el coeficiente de transferencia global de la barrera compuesta, además se determina el área de la barrera y se determina el calor ganado por la misma :

$$Q = \frac{U_p \times A_p \times \Delta T_p}{P} \dots\dots\dots (3.5)$$

Donde :

$Q$  Es el calor ganado por la barrera en Btu/hr  
 $P$

$A_p$  Es el área de la barrera en ft<sup>2</sup>

$U_p$  es el coeficiente global de transferencia para la barrera en Btu/hrft<sup>2</sup> F

$\Delta T$  Es el diferencia de temperaturas al los extremos de la barrera en F.

### 3.4 CALCULO DE CARGA DEBIDO A LOS OCUPANTES

La ganancia de calor debida a los ocupantes depende de la actividad que estén realizando ,asi como de la temperatura de ese lugar a acondicionar .

Esta ganancia de calor la podemos dividir en dos partes:

- a) Ganancia de calor sensible
- b) Ganancia de calor latente

Existen curvas y tablas<sup>5</sup> que proporcionan el calor generado por personas a partir de la temperatura de comodidad o bien a partir de los cargas generadas por un individuo .

Para nuestro cálculo se tomó la pérdida de calor sensible en función de la temperatura interior del lugar ,para cuatro tipos de trabajos realizados ,obteniéndose ecuaciones como resultado de un ajuste de curvas por el método de mínimos cuadrados ;esto también se realizó para la pérdida de calor latente ,estas fueron ajustadas a ecuaciones pueden consultarse en referencia 1 y sólo se aplican en el rango de 80 y 90 C.

El calor sensible emitido por un hombre para las distintas actividades está dada por las siguientes ecuaciones:

Para un hombre realizando trabajo pesado:

$$Q_s = 1733 - 16.69 * T_{i1} \dots\dots\dots(3.6)$$

Para un hombre realizando un trabajo ligero:

$$Q_s = 1602 - 16.7 * T_i \dots\dots\dots(3.7)$$

(5) Las tablas pueden ser consultadas en la referencia 1 ,página 289, 290 y 291.

Para un hombre caminando:

$$Q_s = 619.78 + 4.6315 \cdot T_{i1} - 0.123355 \cdot T_{i1}^2 \dots\dots\dots (3.8)$$

Para un hombre sentado y descansando.

$$Q_s = 571.94 + 0.5316 \cdot T_{i1} - 0.32 \cdot 10^{-2} \cdot T_{i1}^2 \dots\dots\dots (3.9)$$

El calor latente emitido por un hombre para las distintas actividades está dada por la siguientes ecuaciones:

Para un hombre realizando trabajo pesado:

$$Q_l = -175.6 + 13.21 \cdot T_{i1} \dots\dots\dots (3.10)$$

Para un hombre realizando trabajo ligero:

$$Q_l = -617.4 + 15.25 \cdot T_{i1} \dots\dots\dots (3.11)$$

Para un hombre caminando:

$$Q_l = -34.133 - 2.53 \cdot T_{i1} + 0.10625 \cdot T_{i1}^2 \dots\dots\dots (3.12)$$

Para un hombre sentado y descansando.

$$Q_l = 531.2 - 18.4 \cdot T_{i1} + 0.17420 \cdot T_{i1}^2 \dots\dots\dots (3.13)$$

Donde  $Q_s$  es el calor sensible emitido por persona en  $Btu/hr$

$Q_l$  es el calor latente emitido por persona en  $Btu/hr$

y  $T_{i1}$  es la temperatura de bulbo seco interior de

diseño.

### 3.5 CALCULO DE CARGA EMITIDA POR EQUIPO MISCELANEO

Las aplicaciones tales como a los tostadores , secadores de pelo ,etc. , son resueltos de la misma manera como el de las luces eléctricas , que es de 3.41 btu /watt . Si todos los calores generados por esas aplicaciones disipan dentro del espacio acondicionado .

Para obtener ganancia de calor debido al equipo que se encuentre instalado en el espacio que se quiere acondicionar, se recurre a tablas experimentales ver referencia 1 y 7.

#### 3.5.1. Aplicaciones de vapor y gas

Estas aplicaciones incluyen fuentes de calentamiento de pasteles y de cocimiento, tales como superficies de calor con vapor y con gas. Como se muestra en la siguiente tabla <sup>6</sup>:

Calor en Btu/hr de gas y aplicaciones de vapor

Fuente de emision de calor	Sensible	Latente	total
Superficies de conductos que llevan vapor , ft <sup>2</sup>	1000	1000	2000
Hornos de cafe para			
Restaurantes	5000	5000	10000
Gas Natural , ft <sup>3</sup>	500	500	1000
Gas Manufacturado ft <sup>3</sup>	275	275	550
Vapor condensado en caliente en serpentines, lb	480	480	960

(6) Para obtener más valores sobre los indicados puede consultar referencia 1 y 7

Cada libra de vapor condensado por un serpentín en una superficie de vapor deberá ser adicionada a la carga de calor. Y ésta es igual a 900 btu/lb de vapor condensado. La cantidad de calor dada por un horno de café es calculada para cada ft<sup>3</sup> de gas natural o dos ft<sup>3</sup> de gas manufacturado por razón de flujo de capacidad en el horno. Si existe una chimenea de ventilación encima del horno el calor latente y sensible deberá ser reducido al 50 %.

### 3.5.2 CALOR EMITIDO POR MOTORES

Los motores eléctricos que conducen ventiladores y bombas no sólo consumen energía eléctrica sino también contribuyen con calor al sistema de aire acondicionado. La magnitud de esta porción de ganancia de calor puede ser significativa y no debe ser ignorada. Dependiendo de la localización del motor, puede contribuir directa e indirectamente para ser enfriado por un sistema acondicionado o también puede recalentar la carga. La contribución de la carga térmica depende primero de la potencia del motor y la eficiencia<sup>7</sup>, así también, si tiene dispositivos de arranque los cuales también contribuyen al aumento de carga térmica y de estos se coloque dentro del lugar a acondicionar o fuera del mismo.

Para el programa de cálculo realizado, aquí siempre es necesario depender de ecuaciones, para lo cual se tomaron valores de potencia y de calor emitido en Btu/hr obteniéndose una línea recta, se realizó un ajuste por el método de mínimos cuadrados y se obtuvo las siguientes ecuaciones:

Para un motor y su sistema de arranque que se encuentran dentro del lugar a acondicionar.

$$Q_m = 497.9 + 319.5 * hp \dots\dots\dots(3.14)$$

Para un motor que se encuentra en el interior y el arrancador en el exterior:

$$Q_m = 475.8 + 2838 * hp \dots\dots\dots(3.15)$$

Para un motor y arrancador en el exterior:

$$Q_m = -18.79 + 2528 * hp \dots\dots\dots(3.16)$$

Donde  $Q_m$  es el calor emitido por el motor en Btu/hr

(7) Para consultar tablas para diferentes potencias de motores consultar la referencia 7.

### 3.6 CALCULO DE CARGA EMITIDA POR LAMPARAS

Solo el 5% o menos de la electricidad usada por un foco eléctrico es convertido a luz el otro 95 % es dado en forma de calor ,por esta causa la luz utilizada en el espacio acondicionado se calcula en base a la cantidad total de la electricidad consumida. Sólo la luz usada durante las horas de trabajo deberá ser tomada en la carga térmica. En locales de negocios grandes probablemente usen la luz todo el tiempo, en estos casos deberá incluir todo en la carga térmica.

Cuando la luz es fluorescente y usada en el lugar a acondicionar deberá incrementarse la carga un 25 % <sup>o</sup> debido al calor generado en la balastra en este tipo de sistema de operación.

Eso indica que si realizamos la conversión directa para un foco común cuya potencia está dada en watt a btu/hr tenemos :

$$1 \text{ watt} = 3.4143 \text{ btu/hr}$$

Por lo tanto utilizando la potencia directa de la fuente luminosa tenemos que :

$$Q = 3.4143 \times W \dots\dots\dots(3.17)$$

Donde Q es el calor en Btu/hr emitido por una lámpara incandescente.<sup>1</sup>

Y para una lámpara fluorescente se incremente el 25 % tenemos:

$$Q_f = 3.4143 \times W \times 1.25 \dots\dots\dots(3.18)$$

Donde Q<sub>f</sub> es el calor emitido por una lámpara fluorescente o de balastra en Btu/hr.

(1) Para mayor información consultar la referencia 7

### 3.7 CALCULO DE CARGA TERMICA DEBIDO A LA INFILTRACION

Las infiltraciones y en particular la entrada de vapor de agua que acompaña a la infiltración da origen a importantes ganancias y pérdidas de calor. El caudal de aire infiltrado varía según la aberturas de puertas y ventanas , además de la porosidad de las paredes , velocidad del viento , la altura, escaleras, ascensores y a sus caudales relativos de extracción y ventilación . Los cuales no pueden ser calculados y sólo se hace de manera empírica.

En forma general las contribuciones de infiltración se deben principalmente a la velocidad del viento y al efecto chimenea.

a) Velocidad del viento.- Cuando el viento choca contra una pared expuesta produce una sobre presión y en el lado opuesto se manifiesta una depresión . La sobre presión provoca que el aire se infiltre por las rendijas de la construcción y los intersticios de puertas y ventanas penetrando en la fachada expuesta y saliendo por el lado contrario.

b) Efecto chimenea.- Debido a las diferencias de temperatura y humedad se provoca que haya una gran diferencia de densidades entre el aire exterior y interior , en edificios altos estas diferencias producen efectos de infiltración y salida del aire.

### 3.7.1 INFILTRACIONES EN PUERTAS Y VENTANAS EN VERANO

Las principales infiltraciones provienen de la acción del aire sobre la fachada expuesta, en donde el efecto chimenea es despreciable a causa de las pequeñas diferencias de densidad que se manifiestan. Aunque este efecto chimenea es despreciable puede provocar infiltración al inmueble, a más de 30 m. de altura, entrando por la parte superior y saliendo por la parte inferior.

En edificios de poca elevación el aire penetra por las puertas abiertas en la fachada expuesta al viento. En caso de que un edificio tenga puertas en fachadas opuestas, el volumen de infiltración puede ser considerable si las dos puertas permanecen abiertas al mismo tiempo.

Para determinar el volumen de aire y las ganancias de calor latente y sensible, deben considerarse pérdidas por infiltración debidas a:

1.-Las ranuras en puertas y ventanas que se calculan por el método de ranuras.

Cuando los espacios a acondicionar no están en edificios de gran altura, se desprecia la ganancias debido a ranuras.

2.- Aberturas más o menos constantes de puertas. Donde la infiltración de acuerdo con el tipo de aplicación y clase de puerta hay una cantidad de aire que penetra por cada persona que lo ocupa.

Una vez conocido el aire total infiltrado se calcula de manera siguiente el calor latente y sensible ganado.<sup>p</sup>

Calor latente ganado :

$$QLI = M ( We - WI ) \times 1050 \text{ btu/hr} \dots\dots\dots(3.19)$$

Donde M = gasto de aire en lb/hr

We = humedad específica interior en libras de agua por libras de aire seco

WI = humedad específica exterior en libras de agua por libras de aire seco

O también :

$$QLI = 0.68 V ( We - WI ) \text{ btu/hr} \dots\dots\dots(3.20)$$

WI = humedad específica interior en granos/lba

We = humedad específica exterior en granos/lba

V = volumen en ft<sup>3</sup>/min

El calor sensible ganado

$$QSI = 0.018 (v)(t_e - t_i ) \text{ BTU/hr} \dots\dots\dots(3.21)$$

Donde v = volumen ft<sup>3</sup>/hr

t<sub>i</sub> = temperatura interior de diseño

t<sub>e</sub> = temperatura exterior de diseño

o bien:

$$QSI = 1.08 V (t_e - t_i ) \text{ btu/hr} \dots\dots\dots(3.22)$$

o

$$QSI = 0.24 M (t_e - t_i ) \text{ btu/hr} ; M = \text{lb/hr de aire} \text{ (3.23)}$$

(p) Para consultar la deducción de estas ecuaciones consulte la referencia 1.

### 3.7.2. METODO DE LAS RANURAS

Este método consiste en medir la longitud de todas las ranuras de puertas y ventanas por medio de tablas<sup>10</sup> experimentales, que dan la cantidad en ft<sup>3</sup>/min o ft<sup>3</sup>/hr por ft de ranura lineal, calculándose la infiltración total.

Para lo cual es necesario determinar el perímetro total de la puerta o ventana y tener en cuenta el material con que fueron constituidos.

$$P_t = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \dots\dots\dots(3.24)$$

De donde el volumen total se obtiene multiplicando el perímetro total por el volumen de tablas.

$$V = P_t \times V_p \dots\dots\dots(3.25)$$

Donde V es el volumen infiltrado en ft<sup>3</sup>/min

V<sub>p</sub> es el volumen infiltrado en ft<sup>3</sup> a una velocidad de viento por ft de ranura .

#### 3.7.2.1 INFILTRACION POR ABERTURA DE PUERTAS

Tratándose del lugar donde se utilizan las puertas , ya sea un comercio , tienda de ropa etc; y el material de construcción se determina el volumen infiltrado por abertura de la misma , la cual se determina en tablas<sup>11</sup>, donde se dan valores de volumen de aire infiltrado debido a la apertura de puertas por parte de las personas.

(10) Los valores de estas tablas pueden ser consultados en la referencia 1 ,página 182.

(11) Estos valores se pueden consultar en la página 287 de la referencia 1 o en la referencia 7, página 1-94 a 1-92.

### 3.8 CALCULO DE CARGA DEBIDA A LA VENTILACION DEL AIRE.

El aire que se requiere para la ventilación se debe suministrar en cantidad suficiente para cumplir con ciertos códigos , reglamentos o recomendaciones

Es necesario en los locales acondicionados prever un caudal de aire al exterior que permita la eliminación de olores debido a los ocupantes, al tabaco y otras fuentes. La cantidad de este aire varía según el número de ocupantes, altura del techo y número de fumadores. Aunque para suprimir los olores corporales baste un caudal de aire exterior de 15 ft<sup>3</sup>/min por persona, tomando como mínimo 22 ft<sup>3</sup>/min, el cual corresponde a una altura de 2.4 mts y a una ocupación media por persona de 4.5 a 7 m<sup>2</sup> de suelo. La supresión de olores como los del tabaco necesitan de 15 a 25 ft<sup>3</sup>/min por fumador.

En algunos casos , por ejemplo en salas de conferencias , salones de fumador es necesario aumentar el caudal del aire exterior a 30 u 47 ft<sup>3</sup>/min por ocupante.

El aire para ventilación se debe considerar independiente de la propia carga de calor del espacio, ya que éste pasa antes por el acondicionador, en contraste debido a la infiltración que entra directamente al espacio por refrigerar.

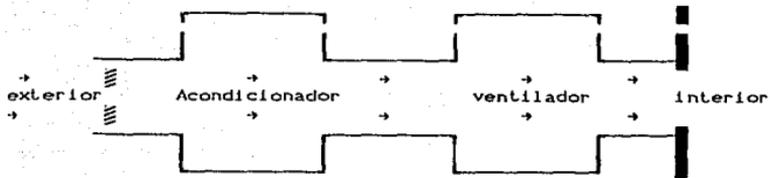
#### 3.8.1 CANTIDAD DE AIRE NECESARIA PARA MANEJAR UNA DETERMINADA CARGA DE REFRIGERACION.

La cantidad<sup>12</sup> de aire debe ser adecuada para el espacio a acondicionar. Mientras la temperatura de entrada sea menor ,menor cantidad de aire se requerirá, pero es cierto que la temperatura no será menor de ciertos límites.

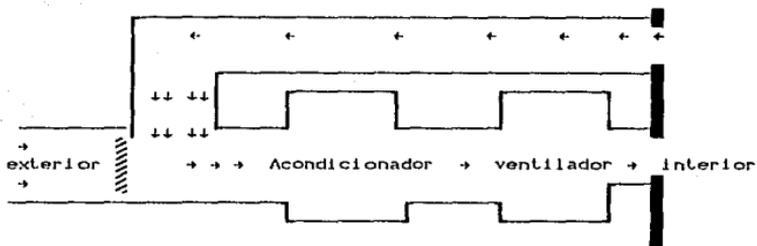
(12) Para consultar volumen necesario para la ventilación puede consultar tablas en la referencia 7 página 1-84 a 1-92.

La temperatura de entrada debe ser por regla general , 2 F por debajo de la temperatura del cuarto por cada pie entre el piso y el techo.

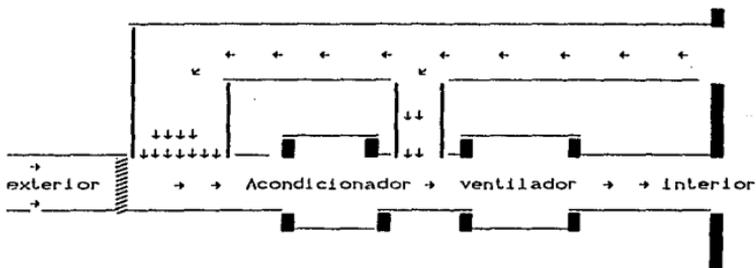
A continuación se muestran como se puede manejar el aire requerido por un espacio a acondicionar en la siguiente figura :



a) Todo el aire suministrado del exterior



b) Recirculación y aire fresco



c) Recirculación, aire fresco y retorno (by pass)

Figura 3.1 Instalaciones para manejar el aire requerido para un espacio por acondicionar.

### 3.9 BASES DE DISEÑO

#### 3.9.1 Calor ganado en ductos

Cuando los ductos van a ser instalados en lugares calientes tales como los áticos o lugares con calentadores de agua, hay una carga adicional que deberá ser puesta en la unidad de enfriamiento. Algun calor adicionado al aire desde que inicia el enfriamiento del serpentín hasta que el regresa al serpentín deberá ser removido por la unidad de aire acondicionado. Los valores de transferencia en tablas han sido elegidos como se muestran :

Factores de transferencia de calor para ductos

Ductos	BTU/ft <sup>2</sup> hr : F de diferencia
Cubierta de metal no aislada	1.13
Aislamiento común de 1 plg de espesor	0.41

Debe notarse que cuando el abastecimiento entero del ducto es localizado dentro del espacio a acondicionar ,la ganancia de calor no necesita ser calculada.

El calor ganado en ductos deberá ser calculado como porcentaje de calor sensible. Este porcentaje deberá variar desde 0% a un máximo de 5 % .La longitud de ducto de trabajo a través de un espacio no acondicionado; así como la temperatura del aire a su alrededor tendrán que ser tomadas consideraciones. Los porcentajes mencionados son basados suponiendo que los ductos se instalan en espacios no acondicionados y que deberán aislarse.

Para calcular el calor ganado por el ducto el área expuesta del ducto se multiplica por el factor "U" de la tabla anterior este resultado es entonces multiplicado por la diferencia de temperatura de bulbo seco del ducto y la de fuera del ducto.

$$Q_g = U \times A (\text{ducto}) \times (TBS(\text{ducto}) - TBS(\text{fuera de ducto})) \quad (3.26)$$

### 3.9.2 CALOR GANADO POR EL VENTILADOR

Para mantener la propia circulación del aire es usado un ventilador para pasar el aire a través del sistema. El ventilador depende de la cantidad de aire circulado, el cual también depende del calor sensible total circulado. La potencia del ventilador permitida también deberá ser tomada como un porcentaje de calor sensible. Este porcentaje debe ser usualmente de 3 y 4 % de la carga total de calor sensible. Esto, sin embargo, es común para permitir 5% como un factor combinado para la ganancia de calor en ductos y el calor ganado del ventilador.

### 3.9.3 FACTOR DE SEGURIDAD

Muchas variables involucradas en los cálculos de carga de calor hacen que éste no sea exacto; por ejemplo los coeficientes de transferencia son calculados con gran exactitud para más tipos de construcción, pero el diseño ingenieril no tiene un aseguramiento tal que la construcción bajo consideraciones idénticas en todo lo respecto a las pruebas de paneles, de las cuales los coeficientes fueron establecidos. También las cargas internas tales como las de las gentes, luz y equipo, así como los factores de sombreado, color exterior de las superficies pueden variar desde aquellas sobre las cuales el diseño fue basado. Por esta causa es necesario aplicar un factor de seguridad a la carga de calor calculada.

Para una instalación común, el factor adecuado de seguridad es 10 %. Y deberá notar que el factor de seguridad deberá ser aplicado a ambas cargas de calor latente y sensible.

#### 3.9.4 SELECCION DE EQUIPO

Los btu / hr de capacidad del equipo deberá ser tan cercano como sea posible al valor calculado. Sin embargo ,este siempre tendrá que ser igual o más grande que el calculado para la carga térmica final. El tamaño del equipo deberá ser ligeramente mas largo que el requerido ,pero nunca en gran exceso. Si el tamaño calculado no esta disponible, sólo el próximo tamaño más grande será el elegido.

### VARIABLES Y UNIDADES UTILIZADAS EN EL CAPITULO III

- Q - Es la ganancia total en la ventana en Btu/hr.
- Q' - Es la ganancia máxima de calor en la ventana debido al efecto solar en Btu/hr-ft<sup>2</sup>.
- F1 - Factor de corrección cuando no existe dispositivo sombreador.
- F2 - Factor de corrección cuando sí existe dispositivo sombreador.
- F - Fracción de ventana que se considera sombreada cuando sí existe un dispositivo parcial de sombreado.
- A - Area del cristal en ft<sup>2</sup>.
- $\Delta T$  - Es la temperatura diferencial obtenida de tablas en F.
- $\Delta T$  <sup>TABLAS</sup> - Es la diferencia de temperaturas del lugar ,dado como la <sup>LUGAR</sup> diferencia de temperatura exterior menos la temperatura interior en F .
- $\Delta T$  <sup>CORR</sup> - Es el diferencial de Temperatura correguido en F .
- Qp - Es el calor ganado por la barrera en Btu/hr.
- Ab - Es el área de la barrera en ft<sup>2</sup>.
- Ub - Coeficiente global de la barrera en Btu/ft<sup>2</sup> F hr.
- Tb - Es el diferencial de temperatura en ambos lados de la barrera.
- Qs - Es el calor sensible ganado debido a los ocupantes Btu/hr.
- Ql - Es el calor latente ganado debido a los ocupantes Btu"/hr.
- Ti1 - Es la temperatura interior de diseño.
- Qm - Es el calor ganado debido al calor emitido por motores en el interior del cuarto a acondicionar.
- hp - Es la pontencia del motor en caballos de potencia , hp.
- Q - Es el calor ganado debido a lámparas incandescentes en Btu/hr.
- Qf - Es el calor ganado debido a lámparas fluorescente.
- Qli - Es el calor latente ganado por infiltración en Btu/hr.
- Qsi - Es el calor sensible ganado por infiltración en Btu/hr.
- Pl - Perímetro total de una ventana o puerta en ft.
- L - Longitud de los lados de una ventana o puerta.
- V - Es el volumen infiltrado en ft<sup>3</sup>/min.
- Vp - Es el volumen infiltrado a una velocidad del viento por ft de ranura.
- Qg - Es el calor ganado por un ducto Btu/hr.
- Ug - Es el coeficiente de transferencia para el ducto en Btu/ft<sup>2</sup> hr °F.

## CAPITULO IV

### DISEÑO DE DUCTOS

## CAPITULO IV

### DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE

#### 4.1 OBJETIVOS

La misión del sistema de conductos es transmitir el aire desde un aparato acondicionador hasta el espacio a ser acondicionado. Para poder lograrlo es necesario tomar limitaciones establecidas al espacio disponible, pérdidas por rozamiento, velocidad, nivel de ruido, pérdidas o ganancias de calor y fugas.

#### 4.1.1 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCION DE AIRE

Los sistemas de aire acondicionado se clasifican por la velocidad en:

- I. Sistemas de baja velocidad o sistemas convencionales.
- II. Sistemas de alta velocidad.

Es necesario establecer parámetros para distinguirlos, así como su aplicación a sistemas.

Acondicionamiento de locales comerciales:

- a) Baja velocidad : hasta 2500 ft/min  
Normalmente entre 1200-2500 ft/min
- b) Alta velocidad : mas de 2500 ft/min.

Acondicionamiento de aire para locales Industriales.

- a) Baja velocidad: hasta 2500 ft/min.  
Normalmente entre 2200-2500 ft/min
- b) Alta velocidad: de 2500-3000.

Para los sistemas de retorno de aire para sistemas de baja y alta velocidad en aplicaciones industriales y comerciales las velocidades empleadas son:

1. Acondicionamiento para locales comerciales :baja velocidad hasta 10 m/s. Normalmente entre 1600-2000 ft/min.

2. Acondicionamiento para locales industriales: baja velocidad desde 2000 y 2400 ft/min.

#### 4.1.2. FACTORES ECONOMICOS QUE INFLUYEN EN EL DISEÑO DE DUCTOS

Los factores que influyen en la compra y gastos de construcción de ductos son los siguientes:

- a) Ganancias o pérdidas en el conducto.
- b) Relación de dimensiones del conducto
- c) Pérdidas de carga en el conducto
- d) Clase de acoplamiento

##### 4.1.2.1 GANANCIA O PERDIDA EN EL CONDUCTO

Las pérdidas o ganancias de calor de ductos de impulsión y de retorno pueden ser considerables cuando los conductos son de gran longitud y atraviesan sitios no acondicionados, por lo que es necesario considerarlo al calcular la carga térmica. El resultado de ello es que, al aumentar las ganancias de calor, se necesita mayor cantidad de aire.

Reglas generales para mejorar las ganancias o pérdidas de calor :

1. Cuando la relación del lado mayor y lado menor es grande se tiene mayor ganancia de calor, que cuando es pequeña.

2. Los conductos que transportan pequeñas cantidades de aire a baja velocidad tienen mayores ganancias de calor.

3. El aislamiento de los conductos disminuye esta ganancia, aislando los ductos con un material cuya conductividad sea  $0.6 \text{ kcal/hr m}^2 \text{ C}$ . La ganancia de calor disminuye un 90 %.

En conclusión es mejor proyectar ductos cuya relación de dimensiones sea pequeñas y las velocidades sean grandes y si estos atraviesan locales no acondicionados es necesario aislarlos.

#### 4.1.2.2. RELACION DE FORMA.

Llamaremos relación de forma a la relación entre las dimensiones mayor y menor de un ducto rectangular. Es importante tomarla en cuenta porque si ésta aumenta, aumenta el costo y gastos del proyecto.

Normalmente en el diseño de ductos siempre se conoce uno de los lados y con ese valor se puede ir buscando la forma más económica para dimensionar los ductos, la ecuación utilizada en la siguiente:

$$Ad = a \times b \dots\dots\dots(4.1)$$

Donde  $Ad$  es el área del ducto en  $\text{plg}^2$

$a$  es el ancho del ducto conocido en  $\text{plg}$

$b$  es el la altura del ducto en  $\text{plg}$

#### 4.1.3. TEORIA DEL DISEÑO DE DUCTOS.

Las gráficas que se utilizan para el diseño de ductos, como las pérdidas que se producen en ductos rectos y acoplamientos además de accesorios pueden ser construidas de acuerdo a la teoría de ductos.

a) Gráfico de pérdidas<sup>1</sup> de carga. Cuando circula el aire en ductos hay pérdida de presión, también es llamada pérdida por rozamiento y depende de:

1. velocidad del aire
2. Tamaño de los conductos
3. Rugosidad de la superficie interior
4. Longitud de los conductos.

(1) Hay gráficas que pueden usarse en lugar de las ecuaciones ver referencia 1, página 373 y en la referencia 2, página 795 y 801.

Sacando el valor inverso de 0.0322 y obteniendo la raíz del mismo tenemos :

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \left( \frac{V}{80} \right)^2 \left( \frac{1}{12} \right)^2 \left( \frac{1}{8.56} \right)^2 \dots\dots\dots(4.2.5)$$

Oblenemos la siguiente ecuación :

$$\Delta P = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{V}{4005} \right)^2 \dots\dots\dots(4.3)$$

- Donde  $\Delta P$  = pérdida de carga en plg de agua
- $f$  =factor de fricción de la superficie Adimensional
- $L$  =longitud del conducto en ft
- $D$  = diámetro del conducto circular en ft
- $V$  = velocidad del aire en ft/min

Esta ecuación es utilizada para construir el gráfico de pérdidas de presión para ductos galvanizados. Sin olvidar que el factor de fricción primero es función de la rugosidad relativa y del número de Reynolds.

El factor de fricción puede calcularse con la ecuación de Fritzsche para flujo turbulento con :

$$f = 0.059 \frac{1}{D^{0.27} V^{0.15}} \dots\dots\dots(4.4)$$

- $f$  = es el factor de fricción
- $D$  = es el diámetro en ft
- $V$  = es la velocidad en ft/min

#### 4.1.3.1 DIAMETRO DEL CONDUCTO

Como mencionamos anteriormente , cuando se diseña un ducto se conoce uno de los dos lados y el otro se calcula , ya que el ancho por donde pasará sobre la estructura que sostiene los plafones estando sujeto a un espacio o ancho de distribución; ya conocidos los dos lados se puede calcular el diámetro equivalente con la siguiente ecuación<sup>8</sup>:

(8) Puede consultarse tablas en lugar de usar ecuaciones .Ver referencia 9, página 703 o referencia 1, página 381.

$$D_c = 1.30 \sqrt[3]{\frac{(a \cdot b)^3}{(a+b)^2}} \dots\dots\dots (4.5)$$

Donde a y b son la ancho y altura del ducto en plg.

No obstante, las dimensiones del conducto rectangular no pueden deducirse directamente conociendo la sección, sino se puede ir iterando con los demás datos hasta que la relación de forma sea óptima como se indicó anteriormente.

#### 4.1.3.2. VELOCIDAD DEL AIRE

Para mejorar las condiciones del ruido, así como de precio de compra y gastos de explotación de ductos es necesario establecer velocidades del sistema de distribución de aire.

Para lo cual en la siguiente tabla 4.1<sup>4</sup> se dan velocidades recomendadas para sistema de baja velocidad. Estas velocidades fueron deducidas respecto a la experiencia.

En los sistemas de alta velocidad, los conductos se limitan a velocidades máximas de 5000ft/min. por arriba de las cuales se puede tener problemas de ruido, pérdidas de cargas y gastos de explotación. Una velocidad muy alta requiere ductos muy pequeños y por tanto menor precio; pero los gastos del proyecto son mayores ya que requiere un ventilador de mayor capacidad. Si se emplea una velocidad menor, los ductos serán mayores; pero los gastos de operación son menores.

#### 4.1.3.3 ECUACION DE CONTINUIDAD

La ecuación de esta dada por la siguiente expresión:

$$Q = V \cdot Ad \dots\dots\dots (4.6)$$

Donde Q es el gasto en ft<sup>3</sup>/min

V es la velocidad en ft/min

Ad es el área del ducto en ft<sup>2</sup>

(4) Los valores mostrados fueron consultados de la referencia 8, página 393.

La ecuación que relaciona esas pérdidas, suponiendo que el flujo es turbulento (formula de Darcy).

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \frac{v^2}{2g_c} \dots\dots\dots(4.2)$$

Utilizando unidades del sistema inglés<sup>2</sup>:

- Donde  $\Delta P$  = pérdida de carga en lbf/ft<sup>2</sup>
- $f$  =factor de fricción de la superficie  
Adimensional
- $L$  =longitud del conducto en ft
- $D$  = diámetro del conducto circular en ft
- $v$  = velocidad del aire en ft/seg
- $\rho$  = es la densidad del aire 0.075 lbm/ft<sup>3</sup>  
a la temperatura de 20 C y presión de 1 atm.
- $g_c$  = constante standar 32.17 lbm-ft/seg<sup>2</sup>-lbf

Si utilizamos la velocidad en ft/min y la convertimos a ft/seg con la ecuación anterior tenemos :

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \left( \frac{V}{60} \right)^2 \dots\dots\dots(4.2.1)$$

Si esta presión dada en lbf/ft<sup>2</sup> la convertimos a lbf/plg<sup>2</sup> tenemos la siguiente ecuación :

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \left( \frac{V}{60} \right)^2 \left( \frac{1}{12} \right)^2 \dots\dots\dots(4.2.2)$$

Y además convertimos lbf/plg<sup>2</sup> a plg de agua y sustituimos los valores de las constantes conocidas obtenemos lo siguiente :

$$P = f \frac{L}{D} \frac{(0.075)}{2 \times (32.17)} \left( \frac{V}{60} \right)^2 \times \left( \frac{1}{12} \right)^2 \times 27.68 \text{ (plg de agua).} \dots\dots\dots(4.2.3)$$

Realizando operaciones obtenemos :

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \rho \left( \frac{V}{60} \right)^2 \left( \frac{1}{12} \right)^2 \times 0.0322 \dots\dots\dots(4.2.4)$$

(2) El fundamento de esta ecuación puede consultarse en la referencia 8.

Si se usa un ducto cuadrado entonces:

$$Q = \frac{V \times (a \times b)}{144} \dots\dots\dots(4.7)$$

a y b es la altura y ancho respectivamente. Despejando de esta ecuación la altura tenemos:

$$a = \frac{Q \times 144}{V \times b} \dots\dots\dots(4.8)$$

Con esta ecuación se obtiene el otro lado del ducto si se conoce el gasto , velocidad y al menos un lado del ducto.

Tabla 4.1.-Velocidades máximas recomendadas en ductos y a través de componentes de sistemas de aire acondicionado.

Tipo de aplicación	velocidades de ductos en ft/min			
	Ductos principales		Ramas de ductos	
	Alimentación	retorno	alimentación	Retorno
Residencia	1.000	800	800	800
Apartamentos	1.500	1.300	1200	1000
Dormitorios(hotel)	1.500	1.300	1200	1000
Dormitorios(hospital)	1.500	1.300	1200	1000
Oficina privada				
Cuarto de directores				
Biblioteca	2.000	1.500	1.200	1.000
Departamento común				
Leatros				
Auditorios	1.300	1.100	1.000	800
Oficinas generales				
Restaurantes de alta clase.	2.000	1.500	1.400	1.200
Tiendas de alta clase bancos				
cafeterías				
tiendas comunes	2.000	1.500	1.600	1.200
Plantas industriales	3.000	1.800	2.200	1.500
Componente del sistema	velocidad recomendada ft/min			
Lavadoras de aire	500-800			
Salida de ventiladores				
Sistemas de baja presión estática ,menor de 1 plg H2O	1000-1400			
Sistemas de alta presión estática , 1.2 plg de H2O	1.500-2400			
filtros	recomendación del fabricante			
Serpentines	400-650			
Entrada y salida de aire	800-1000			
Rejillas de retorno de aire	400-500			

#### 4.1.3.4 PERDIDAS POR FRICCIÓN

Todos los accesorios utilizados para aire acondicionado producen pérdida de carga por fricción que esta dada en mm de agua por metro de longitud equivalente ,plg H<sub>2</sub>O por 100 ft de longitud del ducto.La longitud equivalente total del ducto incluye codos y acoplamientos que puede haber en dicha sección.Hay tablas que dan valores de longitud equivalente<sup>5</sup>en pies y tablas que dan valores de coeficiente de pérdida<sup>6</sup>de carga "coeficiente de resistencia ".los cuales al sustituirlos en la ecuación de Darcy se determina la pérdida de presión en ese accesorio.

#### 4.1.3.5. CONSIDERACIONES SOBRE EL MONTAJE DE DUCTOS

Antes de dimensionar los ductos es necesario considerar cuales son las transformaciones ,acoplamientos , derivaciones y elementos mecánicos que controlan el aire.

Transformaciones.- Se utilizan para unir dos ductos de diferentes forma o sección recta.Cuando se modifica un ducto rectangular ,permaneciendo la sección recta .

Reducción de dimensiones de los ductos. Normalmente los métodos empleados para el diseño de ductos exigen una reducción de ductos en cada boca de impulsión y en cada rama .

Obstáculos.- Las tuberías ,conducciones eléctricas, elementos estructurales y otros obstáculos deben evitarse siempre en el interior de los conductos, especialmente en codos y tes . Y esto también debe evitarse y más en ductos de alta velocidad por los ruidos que producirían.

CODO

1.- RECTANGULAR	A) ORDINARIO B) REDUCIDO CON ALETAS DIRECTRICES C) RECTO CON ALETAS
2.- CIRCULAR	A) CODO SUAVE B) CODO DE TRES PIEZAS C) CODO DE CINCO PIEZAS

Los codos se enumeraron con respecto a su costo y no implica que la pérdida de presión sea mínima. En las Referencias 7 se dan la pérdida de carga que corresponde a varios codos rectangulares y circulares. Los codos ordinarios se construyen con radio menor a 3/4 de la dimensión del conducto en la dirección del giro. Un codo con este radio menor tiene una relación de 1.25 y se considera óptima. A continuación se da una ecuación para calcular la longitud equivalente de un ducto de sección rectangular:

$$\frac{L}{b} = \left( 0.33 \times R \right)^{-2.13} \left( \frac{a}{H} \right)^{0.128} \dots \dots \dots (4.9)$$

Donde  $L/b$  es la longitud equivalente  
 $R$  es el radio del codo plg  
 $a$  y  $b$  lados del ducto cuadrado en plg

Condensación en ductos.- En los ductos, la humedad del aire puede condensar cuando la temperatura de la superficie exterior está por debajo del punto de rocío de el aire que lo rodea. En las tablas de la referencia 7 se indican las diferencias máximas de temperatura de impulsión y punto de rocío correspondiente a distintas velocidades para que no se produzcan condensaciones en el conducto y además se dan los coeficientes de conductividad térmica de materiales aislantes mas corrientes.

#### 4.1.4. SISTEMAS DE DUCTOS

Todos los ductos liberan aire al cuarto o cuartos y retornan al sistema. Existen varios tipos de sistemas y son los siguientes:

1. Individual con ductos redondos.
2. Sistema de "plenium extendido"
3. Sistema de tronco reducido.

Los siguientes sistemas se muestran a continuación y son combinaciones de dos o mas sistemas.

Los sistemas de aire son usualmente de dos tipos :

1. Sistema con retorno simple.
2. Sistema con retorno múltiple.

##### 4.1.4.1. ECUACIONES DE RECUPERACION

Cuando disminuye la velocidad del aire , teóricamente aumenta la presión , pero en realidad esta condición es muy difícil ya que sólo se aprovecha de un 50 a 60 % de la misma velocidad.

Por el contrario cuando la velocidad aumenta , se incrementan las pérdidas .

La recuperación de la presión (RP) en plg de agua , cuando la velocidad disminuye , está dada por las siguientes ecuaciones:

$$RP = 0.5 \left( \left( V_1 / 4,005 \right)^2 - \left( V_2 / 4,005 \right)^2 \right) \dots\dots\dots (4.10)$$

$$RP = 0.5 \left( (V_1 - V_2)(V_1 + V_2) / 16,040,000 \right)$$

La pérdida de la presión cuando la velocidad aumenta está dada por la siguiente ecuación:

$$PP = 1.5 \left( (V_1 - V_2)(V_1 + V_2) / 16,040,000 \right) \dots\dots\dots (4.11)$$

Donde RP Es la presión recuperada en plg de agua

PP Es la presión pérdida

V1 = Velocidad inicial en ft / min

V2 = Velocidad final en ft / min

#### 4.2 METODO DE REDUCCION DE VELOCIDAD

Este método es utilizado para dimensionar ductos de baja velocidad a la salida del ventilador y asignar una serie de reducciones a lo largo del conducto. El valor inicial no debe exceder de los valores que anteriormente se recomiendan en la tabla 4.1.

Normalmente no se utiliza este método, porque para resolver el problema con una precisión razonable es necesario tener la experiencia<sup>7</sup> y conocer perfectamente el diseño de conductos. Sólo debe usarse en sistemas muy elementales y en caso de que deban utilizarse compuertas divisoras para compensar el sistema.

Para resolver un problema por el método de reducción de velocidad a continuación se describe un procedimiento :

Paso 1.- En este tipo de problemas es común conocer la carga térmica de los sitios a acondicionar y las condiciones de diseño interior y exterior, con las cuales se determina el volumen empleado para cada sección del ducto:

$$G_v = \frac{Q_i * V_E}{60 * C_p * (T_e - T_i)} \dots\dots\dots(4.12)$$

Donde  $G_v$  -Es el gasto del aire en ft<sup>3</sup>/min

$Q_i$  -Es la carga térmica calculada para cada sección en Btu/hr

$V_E$  -Es el volumen específico del aire exterior en ft<sup>3</sup>/lb .

$C_p$  - Es la capacidad calorífica del aire cuyo valor es de 0.24 Btu/lb F .

$T_e$  - Es la temperatura exterior de diseño en F

$T_i$  - Es la temperatura interior de diseño en F

(7) Para consultar problemas resuelto ver referencia 12.

También se conocen las longitudes de todos los ductos y con los datos de volumen de cada sección .

Paso 2.- Después de conocer todos los datos anteriores se identifica la salida en el ducto principal el cual contiene la mayor longitud y que se le pueda asignar la mayor pérdida de presión. Se supone la velocidad de salida ; además también se conoce uno de los lados del ducto , utilizando la ecuación 4.8 se determina el otro lado de la sección, habiéndose dimensionado la primera parte de la sección .

Paso 3.- Para determinar la pérdida en la primera sección de este ducto primero se determina el diámetro equivalente del ducto con la ecuación 4.5 y se sustituye el diámetro en la ecuación 4.3 , la cual determina la pérdida en plg. de agua para la longitud de ese ducto .

Paso 4.- Se sigue el procedimiento del paso 2 y 3 que son asignar velocidad a la siguiente sección del ducto para dimensionarlo , con estos datos se calcula la pérdida de esa sección.

Seleccionar las velocidades recomendadas y asignarlas a cada sección del ducto, reduciéndolas.

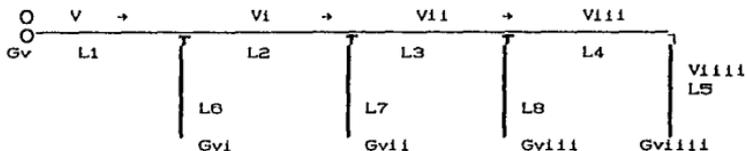


Figura 4.1 Se muestra un sistema de ductos donde los datos conocidos son las longitudes y los gastos de cada salida.

Paso 5.- Tabule la información obtenida , y determine el recorrido más largo de los ductos , cual debe tener la mayor pérdida y la presión estática requerida por el ventilador, incluyendo los accesorios del recorrido a determinar .Por lo tanto se deberán tabular los resultados de todas las pérdidas del sistema.

Paso 6.- Tomar todas las pérdidas para cada recorrido como para cada sistema.

Paso 7.-Muestre todos los accesorio en forma separada con datos de longitud equivalente.

Paso 8.- Para hallar la potencia del ventilador use la fórmula :

$$hp = \frac{Gv * PET}{4000} \dots\dots\dots(4.13)$$

Gv - Gasto del sistema en ft<sup>3</sup>/min.

PET - Es la pérdida estática total del sistema.

4000 - Constante basado en una eficiencia de 62.8 %.

La reducción de la velocidad es puramente arbitraria y es por lo tanto materia de juicio ,y la precisión de este método la da la experiencia.

#### 4.3 METODO DE IGUALDAD DE PERDIDAS POR ROZAMIENTOS

O también llamado método de pérdida de carga constante, se utiliza en conductos de impulsión, retorno y extracción de aire y consiste en calcular los conductos de tal forma que tengan la misma pérdida de carga por unidad de longitud, a lo largo de todo el sistema.

Para determinar la pérdida de carga total que debe ser superada por el ventilador, es preciso calcular la pérdida en el tramo que tenga mayor resistencia, esta misma debe incluir los codos, y acoplamientos correspondientes a dicho conducto.

Paso 1.- En este método también se requiere conocer la carga térmica para determinar con la ecuación 4.12 el gasto de aire para el acondicionamiento, así mismo se conoce las longitudes de los ductos.

Paso 2.- Después se identifica el ducto principal el cual está localizado como el ducto de mayor pérdida de presión, a este se le asigna una velocidad de salida según tabla 4.1, utilizando la ecuación 4.8 se dimensiona el otro lado del ducto, habiéndose calculado los lados del ducto de la primera sección. Con los lados anteriores se determina el área del ducto principal.

Paso 3.- Para dimensionar las siguientes secciones del sistema de ductos es necesario mantener la caída de presión constante, para lograrlo se utiliza una ecuación que da la función del porcentaje de área del ducto en función del porcentaje del gasto en cada sección del ducto, esta ecuación mantiene la presión constante a lo largo del sistema y es la siguiente:

(8) Ver datos tomados de la referencia 7 página 252, aquí también se ilustra un problema resuelto.

$$Pa = 2.3483 + 1.2636 * PQn - 0.0022953 * PQn^2 \dots\dots\dots(4.14)$$

Donde Pa - Es el porcentaje de área en plg<sup>2</sup>

PQn- Es el porcentaje de gasto en ft<sup>3</sup>/min obtenido a partir del gasto del ducto principal.

Esta ecuación se obtuvo de datos tomados de la referencia 7 y a los cuales se les realizó un ajuste por mínimos cuadrados para mantener la presión constante.

Para iniciar el cálculo es necesario obtener porcentajes de gasto a partir del ducto principal por medio de la siguiente ecuación :

$$PQn = \frac{PQl}{PQl} * 100 \dots\dots\dots(4.15)$$

Donde PQn es el porcentaje de gasto para cada sección

PQl es el gasto del ducto principal

Sustituyendo el valor del porcentaje de cada sección en la ecuación 4.14 se obtiene el porcentaje de área para las secciones.

Para obtener el área de cada sección basta multiplicar este porcentaje de área por el área del ducto principal obtenida en el paso no. 1 y se determina el área de cada sección como se muestra en la siguiente ecuación:

$$An = Adp * Pa$$

Donde An es el área de cada sección en plg

Adp es el área del ducto principal en plg<sup>2</sup>

Pa es el porcentaje de área del ducto de cada sección.

Una vez obtenida el área de cada sección y conociendo uno de los lados del ducto cuadrado se determinan el otro lado y con estos dos se determina el diámetro equivalente con la ecuación 4.5 y con la ecuación 4.7 se determina la velocidad del ducto.

Paso 4.- Con los datos de velocidad y longitud se puede determinar la pérdida de presión para cada sección utilizando la ecuación 4.3.

Paso 5.- Tabular la información obtenida y se determina el recorrido más largo de los ductos, el cual determina la presión estática requerida por el ventilador incluyendo los accesorios del recorrido a determinar .

Paso 6.- Una vez determinada la presión estática total de la sección más larga se determina la potencia del ventilador con la ecuación 4.13.

#### 4.4 METODO DE RECUPERACION ESTATICA

Consiste en dimensionar el conducto de tal forma que el aumento de presión estática, debida a la disminución de la velocidad en cada sección del ducto o rama compense la pérdidas de rozamiento en la siguiente sección del conducto<sup>9</sup>, lo que indica que la presión estática será la misma en la salida y al comienzo de una rama.

Procedimiento de cálculo de ducto por el método de recuperación estática :

Paso no.1.- Para lograr dimensionar el ducto es necesario conocer la carga térmica y con la ecuación 4.12 obtener el volumen necesario para el sistema de enfriamiento. Entre las variables conocidas ahora son las longitudes del sistema de ductos y los volúmenes de aire requeridos para satisfacer la carga de enfriamiento .

Paso no. 2.- El siguiente paso es dimensionar la primera sección del ducto asignando una velocidad recomendada de la tabla 4.1 y utilizando la ecuación 4.8 y conociendo uno de los lados del ducto se obtienen los lados del ducto cuadrado y utilizando la ecuación 4.5 se obtiene el diámetro equivalente del ducto principal. Para este primer paso sólo se conoce la velocidad a la salida del ventilador.

Paso no.3.- Utilizando la ecuación 4.3 y 4.10 se combinan con respecto al siguiente concepto ,la disminución de la velocidad produce una ganancia de presión; esta es aprovechada en la siguiente sección del ducto , cuya pérdida es compensada con sólo reducir la velocidad ,de lo anterior se deduce que :

(9) Para obtener más información sobre ejemplo de problemas ver referencia 11.

La ganancia de presión debido a la reducción de la velocidad es :

$$RP = 0.5 \left( \left( \frac{V1}{4005} \right)^2 - \left( \frac{V2}{4005} \right)^2 \right) \dots\dots\dots(4.16)$$

Donde RP Es la ganancia de presión por reducción de la velocidad en pulgadas de agua.

V1 Es la velocidad de la primera sección del ducto, en ft/min

V2 Es la velocidad de la segunda sección del ducto, en ft/min

Esta ganancia se utiliza para compensar las pérdidas producidas en la segunda sección del ducto; y la pérdida del segundo ducto viene dada por la siguiente ecuación:

$$PP = f \left( \frac{L2}{D2} \right) \left( \frac{V2}{4005} \right)^2 \dots\dots\dots(4.17)$$

Donde PP es la pérdida de la segunda sección en pulgada de agua.

L1 es la longitud equivalente total en pies que incluye longitud equivalente de los accesorios que producen pérdida en la segunda sección de ductos y la longitud del ducto.

Longitud del conducto + longitud adicional debida a accesorio.  
= Longitud equivalente total

V1 Es la velocidad en la primera sección de ductos.  
D1 es el Diámetro equivalente de la primera sección de ductos y este diámetro se obtiene con la siguiente ecuación , deducida con ayuda de la ecuación 4.6 :

$$D1 = \left( \frac{Q1 * 4}{\pi * V1} \right)^{0.5}$$

Donde  $D_1$  en pies

$V_1$  en ft/min

$Q_1$  Es el gasto en ft<sup>3</sup>/min de la primera sección del ducto.

$\Pi$  es el valor de 3.1416

Para poder obtener la velocidad de la segunda sección de ductos es necesario utilizar la ecuación 4.16 y 4.17 las cuales se igualan dando la siguiente ecuación :

$$0.5 \left( (V_1/4005)^2 - (V_2/4005)^2 \right) = f (L_2/D_2) (V_2/4005)^2 \dots (4.18)$$

Dando valores de velocidad de la segunda sección y con datos conocidos de velocidad en la primera sección se obtiene la velocidad de la segunda sección iterando hasta que la ganancia sea igual a la pérdida de presión.

Paso no.4 .- Para obtener las velocidades de las demás secciones , en este caso se utiliza la velocidad de la segunda sección y la ecuación 4.18 para obtener la velocidad de la tercera sección ; así de tal forma hasta obtener la velocidades de las demás secciones y ramas.

Paso no.5.- Una vez obtenidas todas las velocidades y conociendo los gastos y uno de los lados se puede utilizar la ecuación 4.8 , para determinar el otro lado del ducto y dimensionar todo el sistema.

Paso no.6.- Construir una tabla con las pérdidas calculadas para cada una de las secciones de los ductos , así como diámetros , dimensiones de los ductos y velocidades obtenidas por las iteraciones así como diámetros equivalentes.

Paso no.7.- Localizar la sección más larga del sistema que tenga la mayor pérdida y sumar la presión estática total.

Donde  $D_1$  en pies

$V_1$  en ft/min

$Q_1$  Es el gasto en ft<sup>3</sup>/min de la primera sección del ducto.

$\Pi$  es el valor de 3.1416

Para poder obtener la velocidad de la segunda sección de ductos es necesario utilizar la ecuación 4.16 y 4.17 las cuales se igualan dando la siguiente ecuación :

$$0.5 \cdot ((V_1/4005)^2 - (V_2/4005)^2) = f (L_2/D_2) (V_2/4005)^2 \dots (4.18)$$

Dando valores de velocidad de la segunda sección y con datos conocidos de velocidad en la primera sección se obtiene la velocidad de la segunda sección iterando hasta que la ganancia sea igual a la pérdida de presión.

Paso no.4 .- Para obtener las velocidades de las demás secciones , en este caso se utiliza la velocidad de la segunda sección y la ecuación 4.18 para obtener la velocidad de la tercera sección ; así de tal forma hasta obtener la velocidades de las demás secciones y ramas.

Paso no.5.- Una vez obtenidas todas las velocidades y conociendo los gastos y uno de los lados se puede utilizar la ecuación 4.8 , para determinar el otro lado del ducto y dimensionar todo el sistema.

Paso no.6.- Construir una tabla con las pérdidas calculadas para cada una de las secciones de los ductos , así como diámetros , dimensiones de los ductos y velocidades obtenidas por las iteraciones así como diámetros equivalentes.

Paso no.7.- Localizar la sección más larga del sistema que tenga la mayor pérdida y sumar la presión estática total.

Paso no.8. - Calcular la potencia necesaria para el ventilador utilizando la ecuación 4.13.

No olvidar que en caso de que cada sección de ducto tenga que considerarse filtro ,rejilla o distribuidores de aire su pérdida de presión para ir dimensionando los ductos.

#### VARIABLES UTILIZADAS EN EL CAPITULO IV

- Ad - Area del ducto en plg<sup>2</sup>.
- a - Es el ancho del ducto conocido.
- b - Es la largo del ducto.
- AP - Es la pérdida de presión en plg. de agua.
- f - Es el factor de fricción.
- L - Es la longitud del conducto en ft.
- D - Diámetro del conducto circular.
- V - Velocidad del aire en ft/min.
- $\rho$  - Es la densidad del aire a 20 C.
- gc - Es la constante standar 32.17 lbm-ft/seg<sup>2</sup> lbf.
- Dc - Es el diámetro equivalente en plg.
- Q - Es el gasto en ft<sup>3</sup>/min.
- R - radio del codo del ducto.
- RP - Es la presión recuperada en plg de agua.
- PP - Es la presión pérdida en plg de agua.
- V1 - Es la velocidad inicial.
- V2 - Es la velocidad final.
- Gv - Es el gasto de aire en ft<sup>3</sup>/min.
- Qi - Es la carga térmica calculada en Btu/hr.
- VE - Volumen específico del aire en ft<sup>3</sup>/lb.
- Cp - Capacidad calorífica del aire en Btu/lb F.
- Te - Temperatura exterior de diseño en F.
- Ti - Temperatura interior de diseño en F.
- PET - Pérdida estática total del sistema.
- hpv - Potencia del ventilador en caballos de fuerza hp.
- PQn - Porcentaje de gasto.
- PQl - Gasto total del sistema.
- Adp - Area del ducto principal.
- Pa - Porcentaje de área del ducto de cada sección.

## CAPITULO V

### ALGORITMO PARA EL CALCULO DE CARGA TERMICA

## CAPITULO V

### ALGORITMOS PARA EL CALCULO DE CARGA TERMICA

#### S.1 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE FLUJO PARA CALCULO DE CARGA TERMICA

Como primera parte de este programa se muestra el diagrama de flujo general ,que describe las partes principales del cálculo de carga térmica, ver diagrama de flujo de la fig. S.1.

Para conocer la estructura de este programa se describen los siguientes diagramas de flujo con los que se trabajaron y son los que a continuación se describen : bases de diseño,cálculo de carga por insolación,cálculo de carga en barreras ,cálculo de carga en un espacio no acondicionado ,el cálculo de calor emitido por equipo misceláneo y el cálculo de calor ganado por infiltración . En la fig. S.1 se muestran esas partes.

Para cada una de las partes anteriormente descritas se necesita información, como son gráficas y tablas.

Para comenzar el cálculo de carga térmica es necesario obtener las bases de diseño , que en este caso son las condiciones interiores y exteriores del lugar a acondicionar, como el que se muestra en el diagrama de flujo de la fig. S.2 y S.3, donde se realizan operaciones para calcular las propiedades termodinámicas del aire,tanto para el aire interior de diseño como el de las condiciones exteriores.Para calcular las propiedades exteriores es necesario asignar valores de temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo , pero para calcular las propiedades interiores es necesario conocer la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa , las cuales se eligen con respecto al sistema a acondicionar ,ya que éste puede ser residencial o comercial y también depende del tipo de actividad que se desarrolle dentro de él:comercio,tienda de ropa, etc.

Las ecuaciones empleadas para este cálculo van en el siguiente orden primero se asignan valores de temperatura para obtener con la ecuación 1.7, 1.8 y 1.9 la presión parcial en mm de Hg del vapor de agua, una presión parcial a la temperatura de bulbo seco y otra a la de bulbo húmedo. Con la ecuación 1.11 se obtiene la presión de vapor de agua en el aire.

Utilizando la ecuación 1.12 se obtiene la humedad relativa y utilizando la ecuación 1.4 la humedad absoluta y con la ecuación 1.13 el volumen húmedo. La entalpía es determinada con la ecuación 1.18.

En el cálculo de carga de insolación descrito por el diagrama de flujo de la fig. no. 5.4, se deben ir asignando valores para calcular el calor ganado por insolación utilizando factores de sombreado según el tipo de vidrio por donde pase el sol y el tipo de protección que se utilice, así como el valor del calor ganado por insolación que se obtiene de tablas y que se elige a la hora de máxima ganancia de calor. Aquí se utiliza la ecuación 3.3 para considerar todos los factores de sombreado.

Los siguientes cálculos a realizar son las barreras y los conforman el cálculo de calor ganado en muros o paredes, calor ganado en techos y el calor ganado en vidrios.

Para el cálculo de calor ganado en muros o paredes es necesario introducir valores del Área, coeficiente global transferencia de calor y tomar en cuenta el espesor de las mismas paredes. En esta parte del programa se pueden asignar valores de coeficientes globales de transferencia obtenidos de tablas. En el diagrama de flujo de la fig. no. 5.5 se muestra este procedimiento para el cálculo de la carga ganada en paredes y techos. En el diagrama de flujo de la fig. no. 5.6 se muestra el procedimiento para calcular el calor ganado en vidrios, que tienen la misma estructura que los diagramas anteriormente descritos. Aquí se utiliza la ecuación 3.5 para obtener las ganancias en barreras.

Para el programa de calor ganado por un espacio no acondicionado solamente es necesario conocer la temperatura de diseño y la temperatura del lugar no acondicionado para determinar esta ganancia; además del coeficiente de transferencia para la pared que separa esas condiciones del lugar acondicionado y el no acondicionado. Para este concepto se utiliza la ecuación 3.5.

Las partes para el programa del cálculo de calor emitido por equipo misceláneo lo compone los procedimientos para el cálculo del calor emitido por personas, calor emitido por lámparas, el calor emitido por equipo doméstico y el calor emitido por motores que constituyen básicamente las cargas que contribuyen en forma interna. Para describir cada uno de estos programas es importante siempre auxiliarse de tablas y valores que nos servirán para ir asignando valores a las variables que se piden en este programa.

En el diagrama de flujo para el cálculo del calor emitido por personas se pide escoger el tipo de trabajo realizado y el número de personas que se encuentran en el lugar a acondicionar, dando como resultado el calor latente y el sensible como se muestra en el diagrama de flujo de la fig. no 5.8. Las ecuaciones empleadas en este concepto son 3.6 a la 3.13 para calor sensible y latente respectivamente.

Entre las cargas que se obtienen está el calor emitido por lámparas el cual se calcula asignando valores de potencia en watts de lámparas fluorescentes o incandescentes con las fórmulas mencionadas en el capítulo tres, como se muestra en el diagrama de flujo 5.9. Las ecuaciones empleadas en este caso son 3.17 para lámparas incandescentes y 3.18 para lámparas fluorescentes.

Para el cálculo de calor emitido por equipo doméstico, también funciona asignando valores de calor latente y calor sensible a cada una de los elementos de equipos domésticos que se utilizan en el lugar a acondicionar. Esta asignación de variables se muestran en los diagramas de flujo de las figuras 5.10 y 5.10-a. Para consultar tablas ver referencia 1 y 7.

Para obtener el calor emitido por motores se asignan valores de potencia los cuales se encuentran dentro del lugar a acondicionar, esto se hace tanto para motores de baja potencia como los de alta potencia ;sin embargo hay que recordar que estos a su vez dependen de su eficiencia y de los elementos eléctricos de arranque. Este procedimiento se muestra en el diagrama de flujo de la fig. no. 5.11. En este caso se utilizan las ecuaciones 3.14 a la 3.16.

En el programa de calor ganado por infiltración es importante remarcar que las bases de diseño ya establecidas sirven para calcular el calor latente y sensible ganado por la infiltración del aire ya sea por ventanas o puertas. Aquí se describe el método de ranura para determinar el volumen infiltrado en el lugar a acondicionar por lo tanto es necesario asignar valores de volumen infiltrado por pie de ranura, así como la longitud del ranurado y entonces se determina el calor latente y sensible ganado como se describe en el diagrama de flujo de la fig. no 5.12. Primero utilizando las tablas que se recomienda en la referencia 1 se obtienen valores de volumen en  $\text{ft}^3/\text{min}$  y utilizando la ecuación 3.19 se determina el calor latente usando el valor de volumen húmedo y utilizando la ecuación 3.21 se determina el calor sensible.

Para obtener el volumen infiltrado por el método de ranura primero se utiliza la ecuación 3.24 para determinar el perímetro de la puerta y con la ecuación 3.25 se determina el volumen infiltrado.

Para obtener los resultados de los valores totales de calor latente y calor sensible se toma en cuenta un 10% como factor de seguridad y 0.04 % como factor por el calor emitido por motor del ventilador del sistema principal del ducto.

CALCULO DE CARGA  
TERMICA EN VERANO

BASES DE  
DISEÑO

CONDICIONES  
INTERIORES

CONDICIONES  
EXTERIORES

CALCULO DE  
CARGA POR  
INSOLACION

CALCULO DE  
CARGA EN  
BARRERAS

CALCULO DE  
CARGA EN UN  
ESPACIO NO  
ACONDICIONADO

CALOR EMITIDO  
POR EQUIPO  
MISCELANEO

CALOR GANADO  
POR  
INFILTRACION

CALOR  
GANADO EN  
MUROS O  
PAREDES

CALOR  
GANADO EN  
TECHOS

CALOR  
GANADO EN  
VIDRIOS

CALOR EMITIDO  
POR PERSONAS

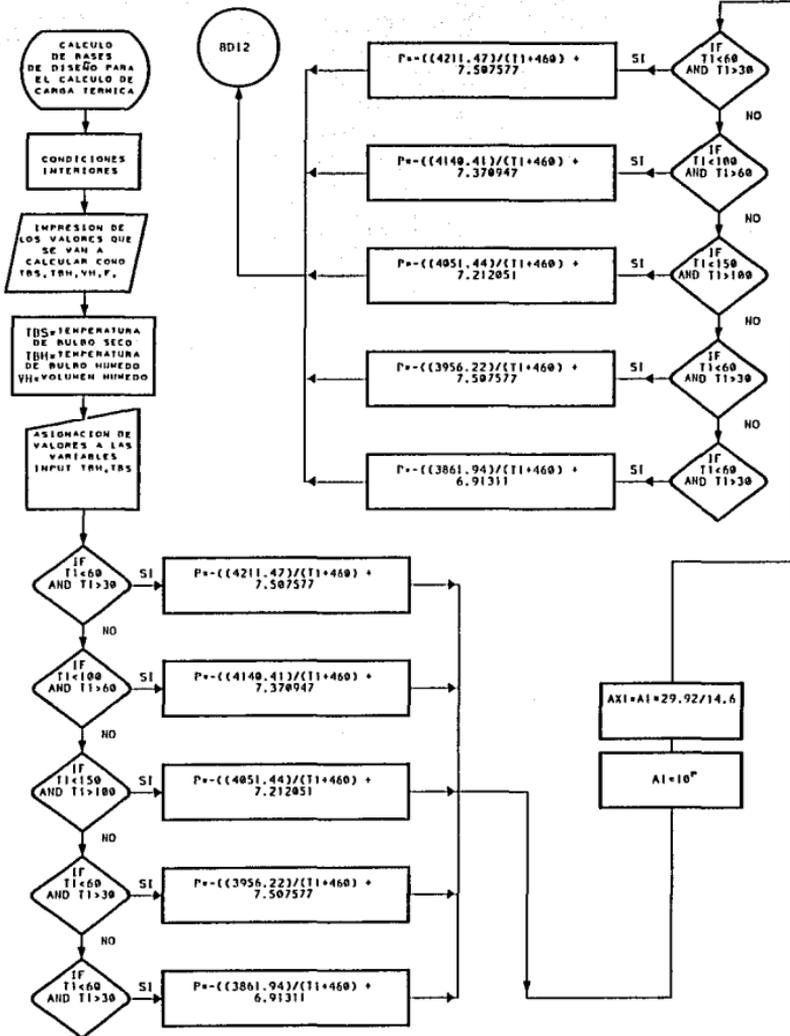
CALOR EMITIDO  
POR LAMPARAS

CALOR EMITIDO  
POR EQUIPO  
DOMESTICO

CALOR EMITIDO  
POR  
MOTORES

BO

FIGURA NO. 5.2



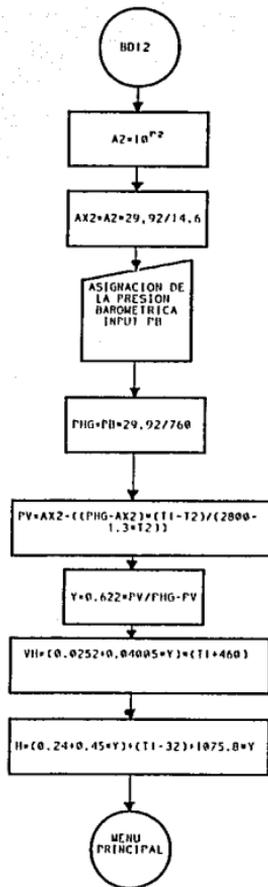
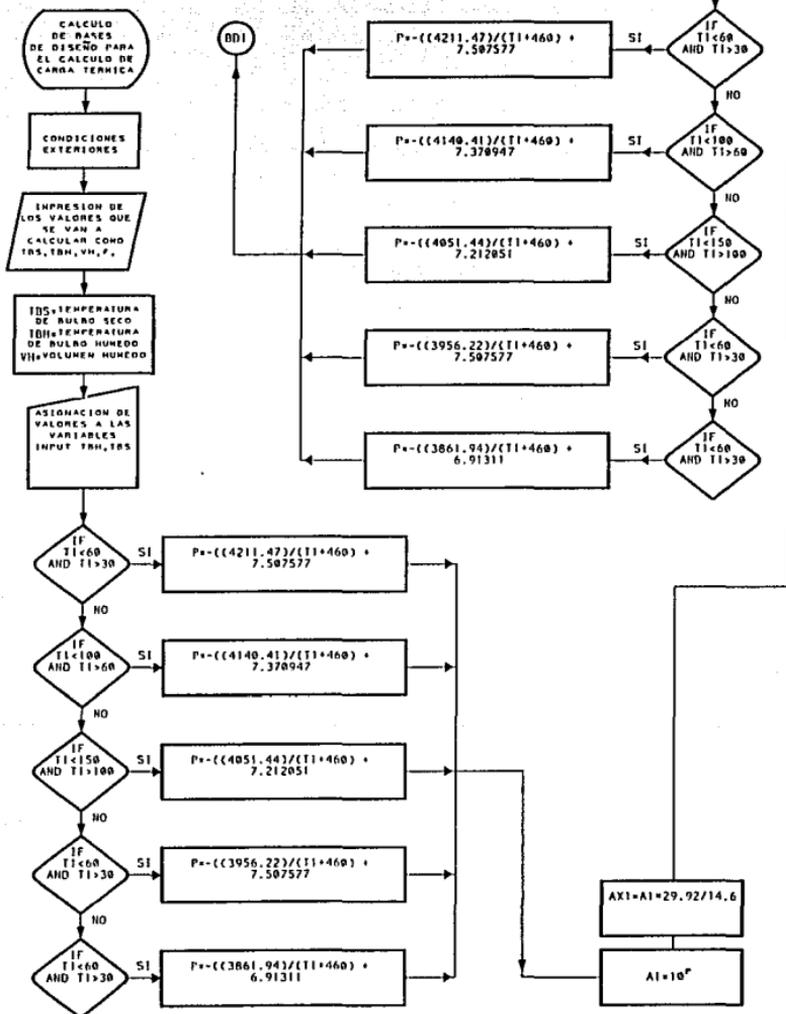


FIGURA NO. 5.2-A

FIGURA NO. 5.3



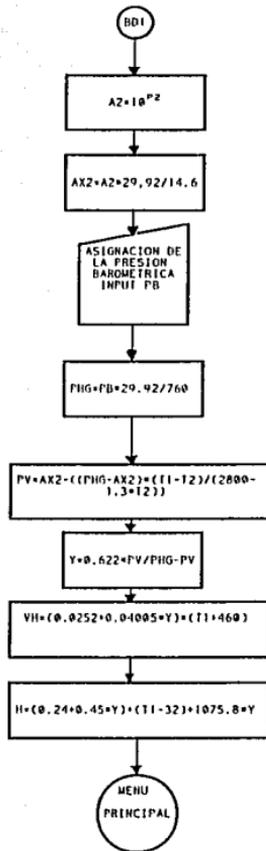


FIGURA NO. 5.3-A

FIGURA NO. 5.4

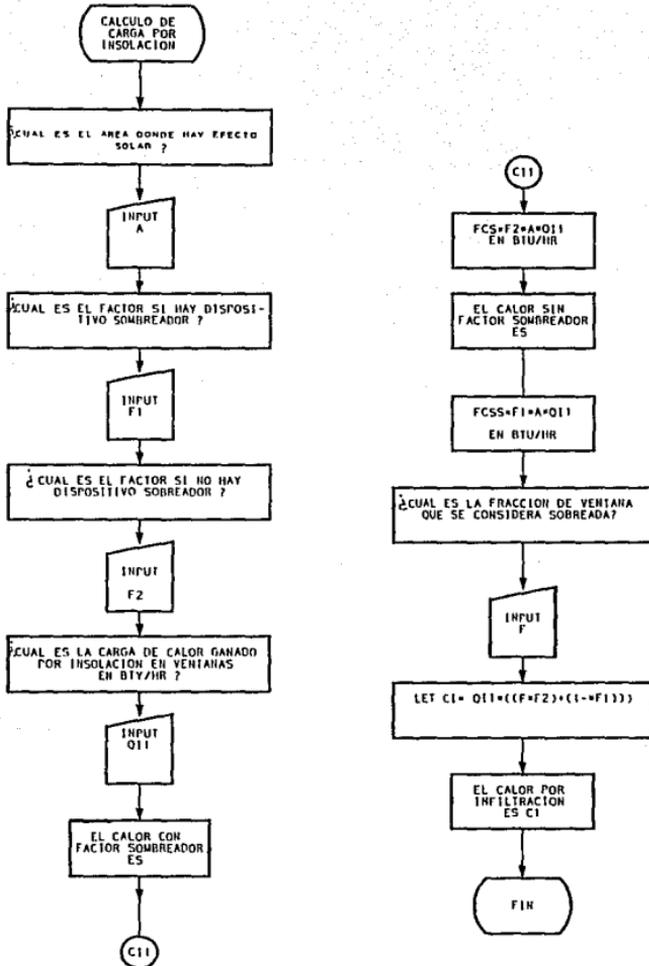


FIGURA NO. 5.5

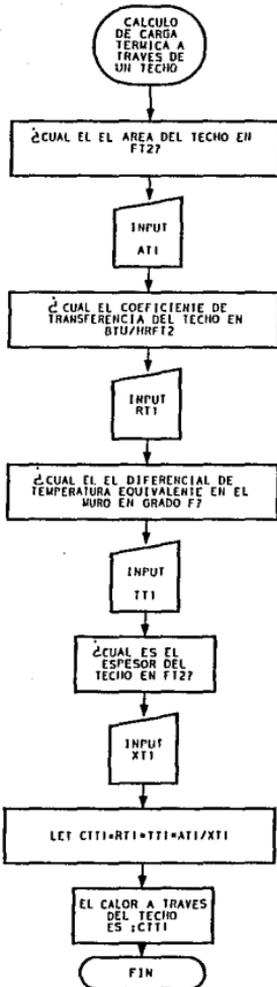
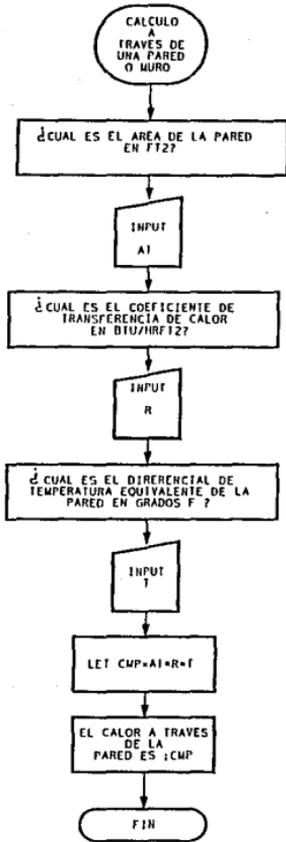


FIGURA NO. 5.6

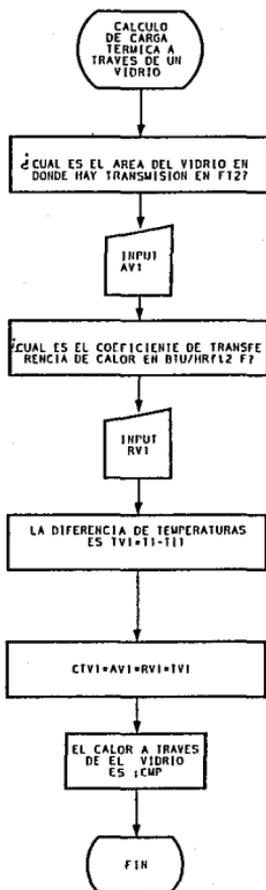


FIGURA NO. 5.7

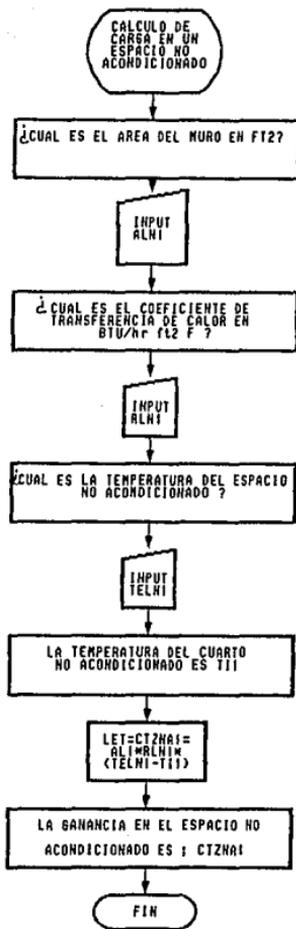


FIGURA NO. 5.8

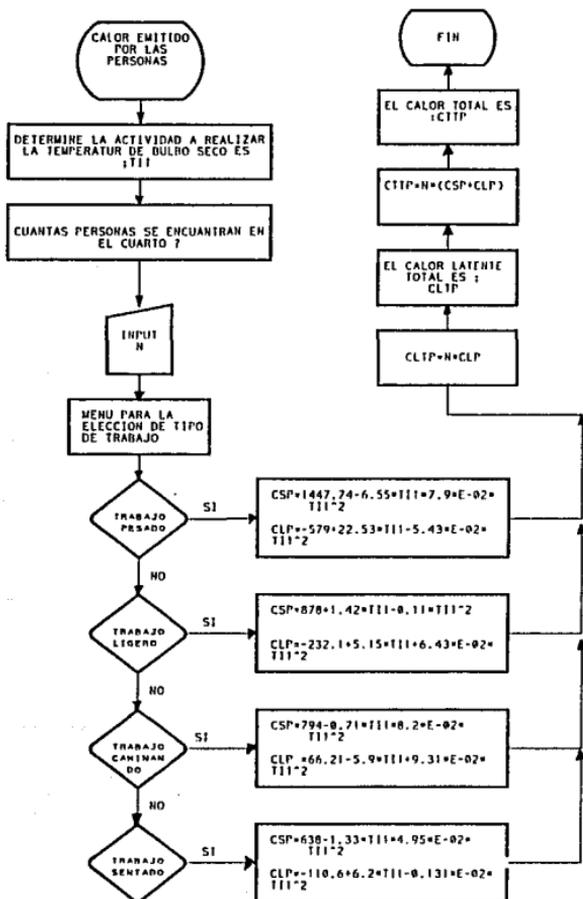
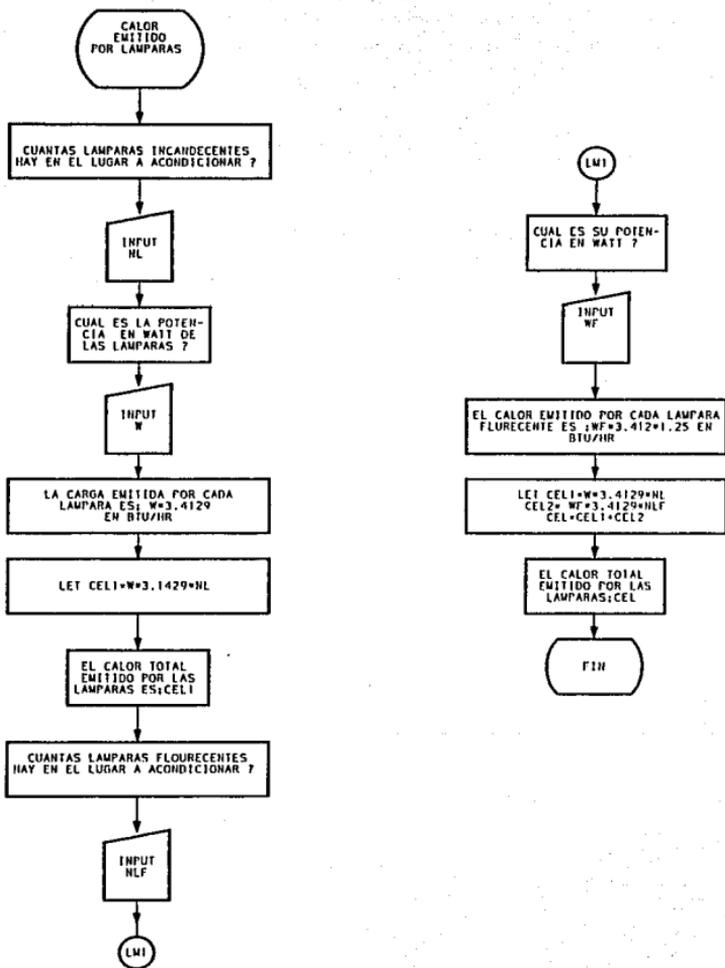
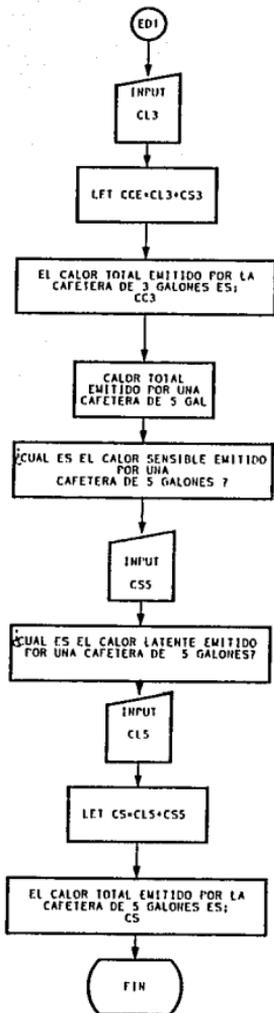
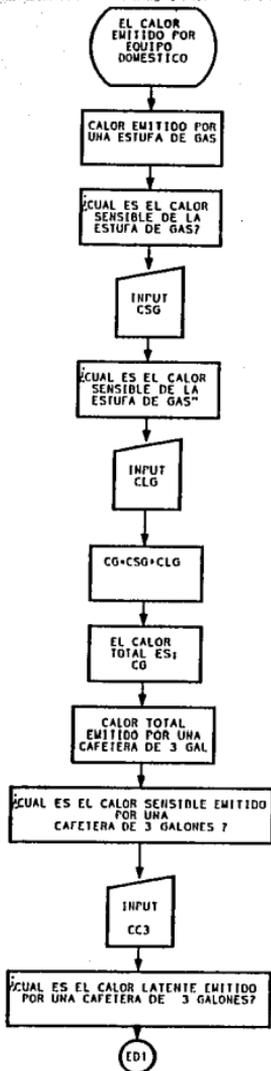


FIGURA NO. 5.9





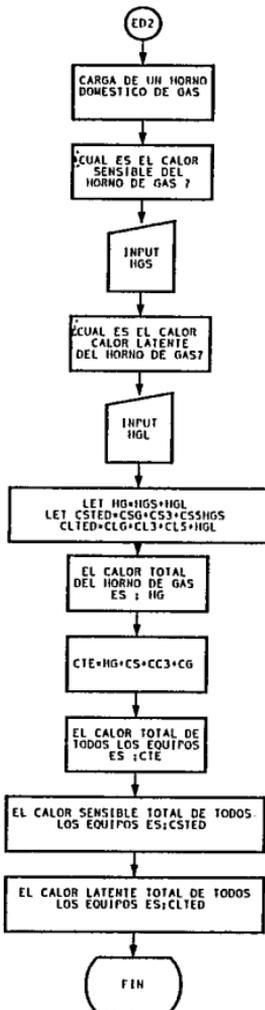


FIGURA Nº. 5.11

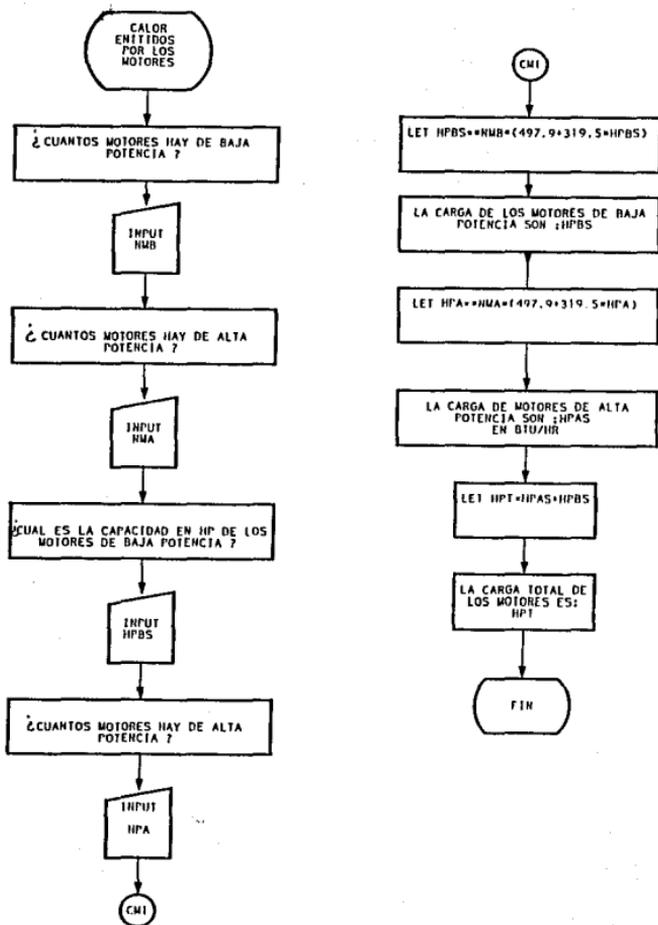
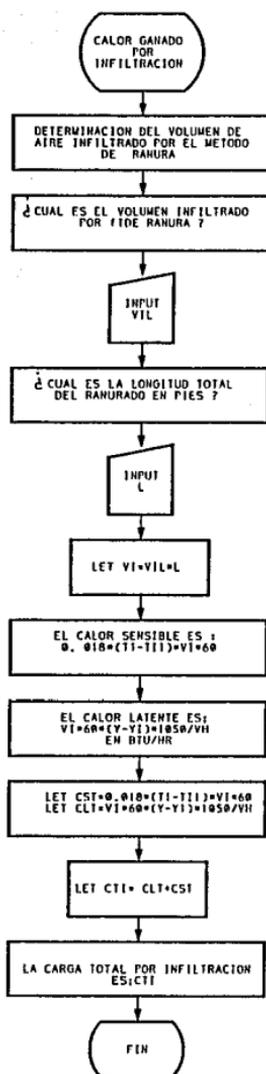


FIGURA NO. 5.12



## 5.2 PROGRAMA EN BASIC PARA EL CALCULO DE CARGA TERMICA

Para poder describir el programa en basic ,dividimos este únicamente en las partes principales ,que son los programas de cálculo para la carga térmica;aunque algunos de estos cálculos se repiten tres veces sólomente describiremos uno.

El orden en que se llevan los cálculos es el siguiente:

- a) Cálculo de las bases de diseño
  - 1. - bases de diseño interior
  - 2. - bases de diseño exterior
- b) Cálculo de la carga de insolación
- c) Cálculo de la carga en barreras
  - 1. - Cálculo de la carga ganada en paredes
  - 2. - Cálculo de la carga ganada en techos
  - 3. - Cálculo de la carga ganada en vidrios
- d) Cálculo de carga térmica ganada por un espacio no acondicionado
- e) Cálculo de la carga ganada por equipo misceláneo
  - 1. - Cálculo de carga debida a los ocupantes
  - 2. - Cálculo de carga debida a las lámparas
  - 3. - Cálculo de la carga ganada por equipo doméstico:
    - I. - Estufa
    - II. - Cafetera de tres galones
    - III. - Cafetera de cinco galones
    - IV. - Horno doméstico de gas

4. - Cálculo de carga térmica ganada por motores.
- f) Cálculo de carga térmica ganada por infiltración
  - g) Resultados del programa de cálculo de carga térmica.
  - h) Pantallas generadoras de los menues para cada cálculo.

1. - Pantalla de movimiento horizontal

2. - Pantalla de movimiento vertical

- i) Programa para lectura de archivos
- j) Programa para salvar archivos
- k) Programa para imprimir resultados

### 5.2.1 PROGRAMA EN BASIC DE LAS BASES DE DISEÑO

#### 5.2.1.1 PROGRAMA DE CALCULO PARA LAS CONDICIONES EXTERIORES

```

10 COLOR 7,1:LOCATE 4,25:PRINT " CONDICIONES EXTERIORES "
20 FOR MAS= 5 TO 12 :LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(10,219):NEXT MAS
30 COLOR 7,4:LOCATE 2,65:PRINT " INICIALIZACION "
40 COLOR 7,4:LOCATE 5,4:PRINT " TBS:" TAB(9) " " :LOCATE 5,23:PRINT TAB(1
31"TRH:" TAB(28) " " "C"
50 COLOR 7,4:LOCATE 7,4:PRINT "ALTURA:" TAB(11) " " :LOCATE 7,25:PRINT
TAB(25)"FRESION BAROMETRICA:" TAB(15) " " " Hg "
60 COLOR 7,4:LOCATE 9,4:PRINT " HUMEDAD RELATIVA:" TAB(22) " " :LOCATE 9,
72:PRINT TAB(32)"HUMEDAD ABSOLUTA:" TAB(52) " " " " 10 *20/10 4.5."
70 COLOR 7,4:LOCATE 11,4:PRINT " VOLUMEN ESPECIFICO:" TAB(24) " " " " 10/10 4.5."
" :LOCATE 11,45:PRINT TAB(45) " ENTALPIA:" TAB(56) " " " " 10/10 4.5."
80 COLOR 23,4:GOSUB:LOCATE 17,25:PRINT "INTRODUZCA LAS VARIABLES QUE SE PIDEN : "
90 LOCATE 5,4:PRINT " TBS:" :LOCATE 5,10:INPUT TBS:T1=1.21TBS+32
100 IF T1<60 AND T1>=30 THEN 150
110 IF T1<100 AND T1>=60 THEN 160
120 IF T1<150 AND T1>=100 THEN 170
130 IF T1<200 AND T1>=150 THEN 180
140 IF T1<260 AND T1>=200 THEN 190
150 P = -(14211.47)/(T1 + 460) + 7.502577 :GOTO 200
160 P = -(14140.419)/(T1 + 460) + 7.37954 :GOTO 200
170 P = -(14051.441)/(T1 + 460) + 7.212051 :GOTO 200
180 P = -(13956.222)/(T1 + 460) + 7.055954 :GOTO 200
190 P = -(13861.944)/(T1 + 460) + 6.91311 :GOTO 200
200 A1 = 10 P
210 A1 = A1*29.92/14.69
220 LOCATE 5,29:INPUT TSH:T2= 1.21TSH+32
230 IF T2<60 AND T2>= 30 THEN 280
240 IF T2<100 AND T2>= 60 THEN 290
250 IF T2<150 AND T2>=100 THEN 300
260 IF T2<200 AND T2>=150 THEN 310
270 IF T2<260 AND T2>=200 THEN 320
280 P2 = -(14211.47)/(T2 + 460) + 7.502577 :GOTO 330
290 P2 = -(14140.419)/(T2 + 460) + 7.37954 :GOTO 330
300 P2 = -(14051.441)/(T2 + 460) + 7.212051 :GOTO 330
310 P2 = -(13956.222)/(T2 + 460) + 7.055954 :GOTO 330
320 P2 = -(13861.944)/(T2 + 460) + 6.91311 :GOTO 330
330 A2 = 10 *P2:A2= A2*29.92/14.69
340 LOCATE 7,45:INPUT FB
350 PH6 = PB/27.92/760
360 PV = A12 - ((PH6 - A12)/(T1 - T2) / (2900 - 1.3472))
370 F = PV/A1/1000:LOCATE 5,22:PRINT " *F"
380 Y = .827PV/(PH6 - PV):LOCATE 9,52:PRINT " *Y"
390 W4 = 1.0252 * .046054Y/(1 - Y) + .480:LOCATE 11,23:PRINT " *W4"
400 H = 1.24 * .450Y/(1 - Y) + .1075 :RAY
410 LOCATE 11,55:PRINT " *H"
420 COLOR 0,7:LOCATE 18,25:PRINT "PRESIONE UNA TECLA PARA CONTINUAR:"A3=INPUT$

```





### 5.2.3.2. PROGRAMA DE LA CARGA TERMICA GANADA EN TECHOS.

```

10 COLOR 4,7
20 FOR CONTADOR = 10 TO 17 :LOCATE CONTADOR,1:PRINT STRING$(14,219):NEXT CONTADOR
30
40 COLOR 0,7:LOCATE 2,20:PRINT "CALCULO DE CARGA A TRAVES DE TECHOS":COLOR 4,7
50 LOCATE 2,1:PRINT STRING$(16,17):LOCATE 2,45:PRINT "CALCULO NO.1"
60 COLOR 1,7:FOR MAS=3 TO 17 :LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(10,219):NEXT MAS:COLOR
7,1
70 LOCATE 5,1:PRINT " "
80 LOCATE 4,5:PRINT "CUAL ES EL AREA DEL TECHO EN M2:"INPUT AT1
90 LOCATE 7,1:PRINT " "
100 LOCATE 6,5:PRINT "CUAL ES EL COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA GLOBAL EN BTU/H2F2:"
INPUT MT1
110 LOCATE 9,1:PRINT " "
120 LOCATE 8,5:PRINT "CUAL ES EL DIFERENCIAL DE TEMPERATURA EQUIVALENTE EN F2:"
INPUT TT1
130 LOCATE 12,5:COLOR 0,7:PRINT "EL CALOR A TRAVES DEL TECHO ES:"(AT1*MT1*TT1):EN
D:COLOR 0,7
140 LET CTV=AT1*MT1*TT1
150 BEEP
160 GOTO 10

```

### 5.2.3.3. PROGRAMA DE LA CARGA TERMICA GANADA EN VIDRIOS.

```

10 COLOR 4,7
20 COLOR 0,7:LOCATE 2,20:PRINT "CALCULO DE CARGA A TRAVES DE VIDRIOS":COLOR 0,7
30 LOCATE 2,1:PRINT STRING$(16,17):COLOR 23,0:LOCATE 2,45:PRINT "CALCULO NO.1"
40 COLOR 1,7:FOR MAS=3 TO 17 :LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(10,219):NEXT MAS:CO
5,1
50 FOR CONTADOR = 3 TO 19 :LOCATE CONTADOR,1:PRINT CHR$(219):LOCATE CONTADOR,21:
PRINT CHR$(219):NEXT CONTADOR
60 BEEP
70 LOCATE 5,1:PRINT " "
80 LOCATE 4,5:PRINT "CUAL ES EL AREA DEL VIDRIO EN PIES CUADROS TRANSMISION:?"
INPUT AV1
90 LOCATE 7,1:PRINT " "
100 LOCATE 6,5:PRINT "CUAL ES EL COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DEL VIDRIO EN BTU/
H2F2:"INPUT RV1
110 LOCATE 9,1:PRINT " "
120 TV1=TV1-111
130 LOCATE 8,5:PRINT "LA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS ES:"(TV1)*F "
140 COLOR 0,7:LOCATE 10,5:PRINT "EL CALOR QUE SE TRANSMITE EN VIDRIOS ES:"(AV1*RV1
)TV1
150 LET CTV=AV1*RV1*TV1
160 BEEP
170 GOTO 10

```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.2.3.4 PROGRAMA PARA EL CALCULO DEL CALOR GANADO POR UN ESPACIO NO ACONDICIONADO.

```
10 COLOR 7,4:LOCATE 1,15:PRINT"CALCULO DE CARGA A TRAVES DE UN ESPACIO NO ACOMO-
CONDICIONADO":COLOR 0,7
20 LOCATE 2,1:PRINT STRING$(80,195)
30 LOCATE 21,65:COLOR 7,4:PRINT "INICIALIZACION "
40 COLOR 1,7:FOR MAS=3 TO 19 :LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(60,219):NEXT MAS:COLOR
7,0
50 FOR CONTADOR = 3 TO 12 :LOCATE CONTADOR,1:PRINT CHR$(219):LOCATE CONTADOR,80:
PRINT CHR$(219):NEXT CONTADOR
60 COLOR 25,4:LOCATE 25,65:PRINT "CALCULO NO.1 "
70 COLOR 7,1:LOCATE 5,1:PRINT " "
80 LOCATE 4,10:PRINT "CUAL ES EL AREA DEL MURO EN FT2 :":INPUT ALN1
90 COLOR 7,1:LOCATE 7,1:PRINT " "
100 LOCATE 6,10:PRINT "CUAL ES EL COEFICIENTE DE TRANSPARENCIA:":INPUT ALN1
110 COLOR 7,1:LOCATE 9,1:PRINT " "
120 LOCATE 8,10:PRINT " LA TEMPERATURA DEL ESPACIO NO ACONDICIONADO ES :":I1 "°F"
130 COLOR 7,1:LOCATE 11,1:PRINT " "
140 LOCATE 10,10:PRINT "LA TEMPERATURA DEL CUARTO ACONDICIONADO ES:":I111"°F"
150 COLOR 7,1:LOCATE 5,1:PRINT " "
160 COLOR 0,7:LOCATE 14,10:PRINT "LA GANANCIA DE CALOR EN ESPACIO NO ACONDICIONA
DO ES:":ALN1:ALN111(I1-I11)
170 LET CTZNA1=ALN1:ALN111(I1-I11)
180 BEEP:COLOR 0,7:LOCATE 21,65 :PRINT "INICIALIZACION "GOTO 10
```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

5.2.4. CALCULO DE LA CARGA GANADA POR EQUIPO MISCELANEO  
 5.2.4.1 PROGRAMA DE LA CARGA TERMICA EMITIDA POR LOS OCUPANTES

```

10 REM CALCULO DE CALOR EMITIDO POR PERSONAS
20 COLOR 1,7
30 FOR MAS=3 TO 19:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(99,2):NEXT MAS
40 LOCATE 4,25:PRINT "LA TEMPERATURA INTERIOR DEL CUARTO ES "T1:
50 LOCATE 6,15:PRINT "SELECCIONE TIPO DE TRABAJO O ACTIVIDAD:"*CHR$(75)*CHR$(75)
60 REM RUTINA DE LAS OPCIONES FORMEETA DE FLECHAS
70 RENGLON=9
80 COLOR 7,4
90 LOCATE RENGLON,1:PRINT "1.-PESADO "
100 LOCATE RENGLON,17:PRINT "2.-LIGERO "
110 LOCATE RENGLON,33:PRINT "3.-CAMINANDO "
120 LOCATE RENGLON,49:PRINT "4.-SENTADO "
130 LOCATE RENGLON,65:PRINT "5.-SALIDA "
140 COLOR 0,7
150 REM POSICION DEL PRIMER RENGLON
160 COLINI=1:COLFIN=45
170 LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PRINT "1.-PESADO "COLOR 7,0
180 WHILE MAP < 7
190 LOCATE RENGLON,COLINI:OPCION= " " :OPCION=INKEY: IF OPCION=" " THEN 190
200 REM CONDICIONES PARA QUE LA FLECHA SEA DERECHA O IZQUIERDA
210 IF ASC(OPCION)=13 OR LEN(OPCION)=2 AND MID(OPCION,2,1)=" " OF LEFTOPC
MID=2 AND MID(OPCION,2,1)=" " THEN 220 ELSE 190
220 REM MOVIMIENTO DE LA FLECHA HACIA LA DERECHA
230 IF MID(OPCION,2,1)="R" AND COLINI<COLFIN THEN COLINI=1+LOCATE RENGLON,COL
IN:COLOR 7,4:PRINT "5.-SALIDA "LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PRINT "1.-P
ESADO "COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 240
240 IF MID(OPCION,2,1)="M" AND COLINI=1 THEN COLINI=COLINI+1:LOCATE RENGL
N,COLINI+1:COLOR 7,4:PRINT "1.-PESADO "LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PR
INT "2.-LIGERO "COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 250
250 IF MID(OPCION,2,1)="M" AND COLINI=17 THEN COLINI=COLINI+1:LOCATE RENGL
N,COLINI+1:COLOR 7,4:PRINT "2.-LIGERO "LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PR
INT "3.-CAMINANDO "COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 260
260 IF MID(OPCION,2,1)="M" AND COLINI=33 THEN COLINI=COLINI+1:LOCATE RENGL
N,COLINI+1:COLOR 7,4:PRINT "3.-CAMINANDO "LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PR
INT "4.-SENTADO "COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 270
270 IF MID(OPCION,2,1)="M" AND COLINI=49 THEN COLINI=COLINI+1:LOCATE RENGL
N,COLINI+1:COLOR 7,4:PRINT "4.-SENTADO "LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PR
INT "5.-SALIDA "COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 280
280 REM MOVIMIENTO DE LA FLECHA HACIA LA IZQUIERDA
290 IF MID(OPCION,2,1)="I" AND COLINI=1 THEN LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 7,4:
PRINT "1.-PESADO "LOCATE RENGLON,COLFIN:COLOR 0,7:PRINT "5.-SALIDA "CO
LOR 7,0:COLINI=45:GOTO 190 ELSE 300
300 IF MID(OPCION,2,1)="M" AND COLINI=17 THEN COLINI=COLINI-1:LOCATE RENGLN
,COLINI-1:COLOR 7,4:PRINT "2.-LIGERO "LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PR
INT "1.-PESADO "COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 310
310 IF MID(OPCION,2,1)="M" AND COLINI=33 THEN COLINI=COLINI-1:LOCATE RENGLN
,COLINI-1:COLOR 7,4:PRINT "3.-CAMINANDO "LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PR
INT "2.-LIGERO "COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 320
320 IF MID(OPCION,2,1)="M" AND COLINI=49 THEN COLINI=COLINI-1:LOCATE RENGLON
,COLINI-1:COLOR 7,4:PRINT "4.-SENTADO "LOCATE RENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PR
INT "3.-CAMINANDO "COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 330
    
```

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

```

330 IF MIRA/OPCION4,2,1)=Y* AND COLINI=65 THEN COLINI=COLINI-1:LOCATE 7ENGLON
,COLINI:ISICOLOR 7,1:PRINT "5.-SALIDA " :LOCATE 7ENGLON,COLINI:COLOR 0,7:FFI
NT "4.-SENTADO " :COLOR 7,1:GOTO 190 ELSE 340
340 EN LA VARIABLE MARY =OPCION ELEGIDA
350 MARY = COLINI -1 :LOCATE 10,1:COLOR 22,1:PRINT "INICIA PROCESO:" :BEEP
360 IF MARY= 0 THEN LOCATE 10,15:PRINT "PROCESO INICIADO":BEEP:GOTO 420
370 IF MARY= 16 THEN LOCATE 10,16:PRINT "PROCESO INICIADO":BEEP:GOTO 530
380 IF MARY= 32 THEN LOCATE 10,16:PRINT "PROCESO INICIADO":BEEP:GOTO 540
390 IF MARY= 48 THEN LOCATE 10,16:PRINT "PROCESO INICIADO":BEEP:GOTO 550
400 IF MARY= 64 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT "PROCESO INICIADO":BEEP:GOTO
440
410 MENÚ
420 EN CALCULO DE LA PRIMER PERDIDA DE CALOR
430 CSF=1447.74-4.55*TI1-7.84*TOIE-0.2*TI1^2
440 CLP=579+22.53*TI1-.0543*TI1^2:GOTO 450
450 COLOR 7,1:LOCATE 11,1:PRINT "CUANTAS PERSONA SE ENCUENTRAN EL EL CHARO A 40
DIRECCIONAR: " :LOCATE 11,4:PRINT NF
460 CLTP=CLP*NF
470 COLOR 1,7:LOCATE 13,30:PRINT "EL CALOR LATENTE TOTAL ES:" :CLTP " EN BTU/hr"
480 CSTF=CSF*NF*CFI=CLTP*CSF
490 LOCATE 15,30:PRINT "EL CALOR SENSIBLE TOTAL ES:" :CSTF " En Btu/hr"
500 LOCATE 17,30:PRINT "EL CALOR TOTAL SENSIBLE ES:" :CSTF " En Btu/hr"
510 COLOR 7,1:LOCATE 19,20:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR:" :INPUT
61)=""
520 BEEP:GOTO 440
530 EN CALCULO DE LA SEGUNDA PERDIDA DE CALOR
540 QS=878+1.4786*TI1-.112*TI1^2
550 QL=-232.15+5.15*TI1+.0647*TI1^2:GOTO 450
560 EN CALCULO DE LA TERCERA PERDIDA DE CALOR
570 QS=794-.71*TI1-.25500*E-0.2*TI1^2
580 QL=(110.67-6.28*TI1+.1312*TI1^2):GOTO 450
590 EN CALCULO DE LA CUARTA PERDIDA DE CALOR
600 QS=659-1.33*TI1-.0495*TI1^2
610 QL=62.21-5.94*TI1+.9.30999*E-0.2*TI1^2:GOTO 10

```

**TEXIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 5.2.4. PROGRAMA DE CALOR EMITIDO POR LAMPARAS

```

10 COLOR 7,4:LOCATE 1,20:PRINT"CALOR EMITIDO POR LAMPARAS ELECTRICAS":COLOR 0,7
20 LOCATE 2,1:PRINT STRING$(100,196)
30 LOCATE 21,65:COLOR 2,4:PRINT "INICIALIZACION "
40 COLOR 1,7:FOR MAS=3 TO 19 :LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(100,219):NEXT MAS:COLOR
7,1
50 FOR CONTADOR = 3 TO 19 :LOCATE CONTADOR,1:PRINT CHR$(1219):LOCATE CONTADOR,80:
PRINT CHR$(1219):NEXT CONTADOR
60 LOCATE 5,1:PRINT " "
70 LOCATE 4,8:PRINT "CUANTAS LAMPARAS INCANDESCENTES HAY EN EL LUGAR A ACONDICION
AR":INPUT NL
80 LOCATE 7,1:PRINT " "
90 LOCATE 6,9 :PRINT "CUAL ES LA POTENCIA EN WATT DE LAS LAMPARAS":INPUT W
100 LOCATE 9,8:PRINT "LA CALOR EMITIDA POR CADA LAMPARA ES:"K12,4127"EN BTU/HR
110 LET CEL1=W*3.41274M:LOCATE 10,5:PRINT "EL CALOR TOTAL EMITIDO POR LAS LAMP
PARAS ES "I1CEL1"EN BTU/HR
120 LOCATE 13,1:PRINT " "
130 LOCATE 12,5:PRINT "CUANTAS LAMPARAS FLOURESCENTES HAY EN EL LUGAR A ACONDICION
AR":INPUT NLF
140 LOCATE 15,1:PRINT " "
150 LOCATE 14,5:PRINT "CUAL ES SU POTENCIA EN WATT":INPUT WF
160 COLOR 1,7:LOCATE 16,5:PRINT "LA CALOR EMITIDA POR CADA LAMPARA FLOURESCENTE":
WF*3.412741.25"BTU/HR"
170 LET CEL2=W*3.41274NLF*1.25:CEL=CEL1+CEL2:LOCATE 17,5:PRINT "EL CALOR TOTAL
EMITIDO POR LAS LAMPARAS ES "I1CEL"EN BTU/HR"
180 BEEP:COLOR 0,7:LOCATE 21,65:PRINT "INICIALIZACION ":+5070 10

```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

B. 2. 4. 3. PROGRAMA PARA CARGA DE CALOR EMITIDA POR EQUIPOS DOMESTICOS.

```

10 COLOR 7,4:LOCATE 1,20:PRINT"CALOR EMITIDO POR EQUIPO DOMESTICO":COLOR 1,7
20 LOCATE 2,1:PRINT STRING$(B),195:COLOR 1,7
30 REPEAT FOR MAS=3 TO 19:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(B),219:NEXT MAS:LOCATE 21,65
:COLOR 7,4:PRINT "INICIALIZACION ":COLOR 0,7
40 COLOR 0,7:LOCATE 3,15:PRINT"CALOR EMITIDO POR UNA ESTUFA DE GAS":COLOR 7,1
50 LOCATE 6,1:PRINT " "
60 LOCATE 5,5:PRINT "CUAL ES EL CALOR SENSIBLE DE LA ESTUFA":INPUT ESS
70 LOCATE 8,1:PRINT " "
80 LOCATE 7,5:PRINT "CUAL ES EL CALOR LATENTE DE LA ESTUFA EN BTU/HR":INPUT CL
90
94 LET CS=CS+ELE
100 LOCATE 9,0:COLOR 0,7:PRINT "EL CALOR TOTAL ES ":CS"EN BTU/HR"
110 COLOR 0,7:LOCATE 11,8:PRINT"CALOR EMITIDO POR UNA CAFETERA DE 3 GALONES ":COL
:OR 7,1
120 LOCATE 14,1:PRINT " "
130 LOCATE 13,8:COLOR 7,1:PRINT"CUAL ES EL CALOR SENSIBLE EMITIDO POR LA CAFETER
A DE 3 GALONES EN BTU/HR":INPUT CS3
140 LOCATE 16,1:PRINT " "
150 LOCATE 15,9:PRINT"CUAL ES EL CALOR LATENTE EMITIDO POR LA CAFETERA DE 3 GAL
ONES EN BTU/HR":INPUT CL3
160 LET CC3=CL3+CS3
170 COLOR 0,7: LOCATE 17,8:PRINT"EL CALOR TOTAL EMITIDO POR LA CAFETERA DE 3 GAL
ONES ES":CC3"EN BTU/HR"
180 LOCATE 19,19:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR ":19:PRINT"
190 COLOR 1,0:FOR MAS=3 TO 19:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(B),219:NEXT MAS
200 COLOR 0,7:LOCATE 3,20:PRINT"CALOR EMITIDO POR UNA CAFETERA DE 5 GAL ":COLOR
7,1
210 REPEAT
220 LOCATE 6,1:PRINT " "
230 LOCATE 5,5:PRINT"CUAL ES EL CALOR SENSIBLE DE LA CAF. DE 5 GAL. EN BTU/HR":IN
PUT ESS
240 LOCATE 8,1:PRINT " "
250 LOCATE 7,5:PRINT"CUAL ES EL CALOR LATENTE DE LA CAF. DE 5 GAL. ":INPUT CL5
260 LET CS5=CL5+CS5
270 LOCATE 9,20:COLOR 0,7:PRINT"EL CALOR TOTAL ES ":CS5
280 REPEAT
290 COLOR 0,7:LOCATE 11,8:PRINT "CARGA DEL HORNO DOMESTICO DE GAS":COLOR 7,1
300 REPEAT
310 LOCATE 14,1:PRINT " "
320 LOCATE 13,8:PRINT "CUAL CALOR SENSIBLE":INPUT HSS
330 LOCATE 16,1:PRINT " "
340 LOCATE 15,8:PRINT "CUAL ES EL LATENTE":INPUT HSL
350 LET HS = HGS+HSL
360 LET ESTED=(ES6+CS3+CS5+HGS
370 LET CLTED=(CL3+CL5+HSL
380 COLOR 0,7:LOCATE 16,8:PRINT "EL CALOR TOTAL DE HORNO DE GAS ES":HS
390 REPEAT
400 LET CTE=HGS+CS3+CS5
410 LOCATE 18,3:PRINT "EL CALOR TOTAL DE TODOS LOS EQUIPOS ES":CTE
420 REPEAT
430 LOCATE 21,65:COLOR 0,7:PRINT "INICIALIZACION ":GOTO 10:REPEAT

```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 5.2.4.4. PROGRAMA DE LA CARGA TERMICA EMITIDA POR MOTORES.

```

10 BEEP:COLOR 7,4:LOCATE 1,15:PRINT "CALCULO DE CARGA TERMICA EMITIDA POR MOTORES
3 ELECTRICOS"
20 COLOR 1,7:LOCATE 2,1:PRINT STRING$(90,195)
30 FOR MAS= 3 TO 19 :LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(90,219):NEXT MAS
40 FOR CONTADOR= 3 TO 19:LOCATE CONTADOR,1:PRINT CHR$(219):LOCATE CONTADOR,60:PR
INT CHR$(219):NEXT CONTADOR
50 COLOR 7,4:LOCATE 21,65:PRINT "INICIALIZACION " :COLOR 7,1
60 LOCATE 4,8:PRINT "CUANTOS MOTORES MAX. PRIMEPO DE BAJA POTENCIA " :INPUT NMP
70 LOCATE 5,8:PRINT "CUANTOS MOTORES MAX. DE ALTA POTENCIA":INPUT NMA
80 LOCATE 8,8:PRINT "CUAL ES LA CAPACIDAD EN HP DE LOS MOTORES DE BAJA POTENCIA"
:INPUT NPB
90 LOCATE 10,8:PRINT "CUAL ES LA CAPACIDAD EN HP DE LOS MOTORES DE ALTA POTENCIA"
:INPUT NPA
100 LET NPB5=NMA*(497.9+319.5/NMP)
110 COLOR 0,7:LOCATE 12,8:PRINT "LA CARGA DE LOS MOTORES DE BAJA POTENCIA SON:"N
PB5"EN BTU/HR"
120 LET NPA5=NMA*(497.9+319.5/NPA)
130 LOCATE 14,8:PRINT "LA CARGA DE LOS MOTORES DE ALTA POTENCIA SON:"NPA5"EN BTU
/HR"
140 LET NPT = NPB5+NPA5
150 LOCATE 16,8:PRINT "LA CARGA TOTAL DE LOS MOTORES ES:"NPT"EN BTU/HR"
160 BEEP :COLOR 0,7:LOCATE 21,65:PRINT "INICIALIZACION " :GOTO 10

```

#### 5.2.4.4. PROGRAMA EN BASIC PARA CARGA TERMICA GANADA POR LA INFILTRACION DEL AIRE.

```

10 COLOR 7,4:LOCATE 1,25:PRINT "CALCULO DE CARGA POR INFILTRACION":COLOR 1,7
20 FOR MAS= 3 TO 19 :LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(90,219):NEXT MAS
30 LOCATE 3,4:PRINT "Condiciones E L:TBS=":TES"C" TAB(3):"TBS=":T1"TAB(40)"
Condiciones TBS1=":T11"FF"
40 BEEP
50 LOCATE 4,4:PRINT "EL VOLUMEN ESPECIFICO EXTERIOR ES:"VM"FEET/16 A.S."
60 COLOR 7,4:LOCATE 5,4:PRINT "DETERMINACION DEL VOLUMEN INFILTRADO POR EL METO
DO DE RAJURA":COLOR 7,0
70 LOCATE 7,4:PRINT "CUAL ES EL VOLUMEN EN FT3/ MIN INFILTRADO POR PIE DE RAJURA
":INPUT VIL
80 LOCATE 9,4:PRINT "CUAL LA LONGITUD TOTAL DEL RAJURADO EN PIES":INPUT L
90 LET VI=VIL/L
100 LOCATE 11,4:PRINT "EL CALOR SENSIBLE ES " :.015*(T1-T11)*VI*VM
110 LOCATE 13,4:PRINT "EL CALOR LATENTE ES " :VI*VM*(T1-Y1)*1050/VM "EN BTU/HR"
120 LET CST=.018*(T1-T11)*VI*VM
130 LOCATE 15,4:PRINT "EL CALOR SENSIBLE POR INFILTRACION ES": CST "EN BTU/HR"
140 LET CLT=VI*VM*(T1-Y1)*1050/VM
150 LOCATE 17,4:PRINT "EL CALOR LATENTE POR INFILTRACION ES": CLT "EN BTU/HR"
160 LET CIT=CST+CLT
170 LOCATE 18,4:PRINT "LA CARGA TOTAL POR INFILTRACION ES":CIT"EN BTU/HR"
180 BEEP:COLOR 0,7:LOCATE 21,65:PRINT "INICIALIZACION " :GOTO 10

```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

5.2.4.5. PROGRAMA PARA LA OBTENCION DE LOS RESULTADOS DEL CALCULO DE CARGA TERMICA.

```

10 COLOR 0,7:FOR MAS=3 TO 21:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(0,219):NEXT MAS:COLOR 7
20 LOCATE 2,25:PRINT "CAPA TERMICA TOTAL"
30 LOCATE 4,2:PRINT "CONCEPTO" TAB(40)"CALOR SENSIBLE"TAB(60)"CALOR LATENTE"
40 LOCATE 6,2:PRINT "TRANSMISION EN VIDRIOS CRISTALES"
50 LOCATE 7,2:PRINT "CALCULO NO.1" TAB(35):CLT1
60 LOCATE 8,2:PRINT "CALCULO NO.2" TAB(35):CLT2
70 LOCATE 9,2:PRINT "CALCULO NO.3" TAB(35):CLT3
80 LOCATE 11,25:PRINT "TRANSMISION EN LUGAR NO ACONDICIONADO"
90 LOCATE 13,2:PRINT "CALCULO NO.1" TAB(35):CLT1A1
100 LOCATE 14,2:PRINT "CALCULO NO.2" TAB(35):CLT1A2
110 LOCATE 15,2:PRINT "CALCULO NO.3" TAB(35):CLT1A3
120 LOCATE 17,2:PRINT "TRANSMISION MISCELANEA"
130 LOCATE 18,7:PRINT "CALOR EMITIDO POR PERSONAS" TAB(35):CLT TAB(60):CLT1
140 LOCATE 19,2:PRINT "CALOR EMITIDO POR LAMPARAS" TAB(35):CLT2
150 LOCATE 20,2:PRINT "CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS" TAB(35):CLT3 TAB(60):CLT4
160 LOCATE 1,1:PRINT STRING$(0,176)
170 LOCATE 21,2:PRINT "CALOR EMITIDO POR MOTORES" TAB(35):HET
180 REM LINEAS HORIZONTALES
190 LOCATE 1,1:PRINT STRING$(0,176)
200 LOCATE 3,1:PRINT STRING$(0,176)
210 LOCATE 5,1:PRINT STRING$(0,176)
220 LOCATE 7,1:PRINT STRING$(0,176)
230 LOCATE 9,1:PRINT STRING$(0,176)
240 LOCATE 11,1:PRINT STRING$(0,176)
250 LOCATE 13,1:PRINT STRING$(0,176)
260 COLOR 25,0:LOCATE 2,66:PRINT "MODA NO.2"
270 COLOR 25,0:LOCATE 6,40:PRINT "PULSE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR":40:INPU
T$=""
280 COLOR 0,7:FOR MAS=3 TO 21:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(0,219):NEXT MAS:COLOR 7
290 BEEP:GOTO 600
300 COLOR 0,7:FOR MAS=3 TO 21:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(0,219):NEXT MAS:COLOR 7
310 LOCATE 2,25:PRINT "CARGA TERMICA TOTAL"
320 LOCATE 4,2:PRINT "CONCEPTO" TAB(40)"CALOR SENSIBLE"TAB(60)"CALOR LATENTE"
330 LOCATE 6,2:PRINT "CAPA POR INFILTRACION"
340 LOCATE 7,2:PRINT "CALCULO NO.1" TAB(35):CLT TAB(60):CLT1
350 LOCATE 8,2:PRINT "CALCULO NO.2" TAB(35):CLT2 TAB(60):CLT2
360 LOCATE 9,2:PRINT "CALCULO NO.3" TAB(35):CLT3 TAB(60):CLT3
370 CLT1=CLT1+CLT2+CLT3:CLT2=CLT2+CLT3:CLT3=CLT3+CLT1+CLT2+CLT3+CLT2+CLT3
380 CLT=CLT1+CLT2+CLT3:CLT1=CLT2+CLT3
390 LOCATE 11,2:PRINT "CARGAS PARCIALES" TAB(35):CLT TAB(60):CLT1
400 TT=CLT*CPST
410 REF=TT/12000
420 LOCATE 15,2:PRINT "TECHADAS DE REFRIGERACION"TAB(35):FEF
430 FD=FEF*1.15
440 LOCATE 17,2:PRINT "UTILIZANDO FACTOR DE DUCTOS"TAB(35):FD
450 FV=FD*1.04
460 LOCATE 19,2:PRINT "FACTOR POR JEO DE MOTOR"TAB(35):FV

```

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

```
470 FS=FM1.1
480 LOCATE 21,2:PRINT "FACTOP FOR SES:PI3AQ*7AB(35):FS
490 PER LINEAS HORIZONTALES
500 LOCATE 1,1:PRINT STRING$(80,196)
510 LOCATE 3,1:PRINT STRING$(80,196)
520 LOCATE 5,1:PRINT STRING$(80,196)
530 LOCATE 10,1:PRINT STRING$(80,196)
540 LOCATE 12,1:PRINT STRING$(80,196)
550 LOCATE 14,1:PRINT STRING$(80,196)
560 LOCATE 15,1:PRINT STRING$(80,196)
570 LOCATE 19,1:PRINT STRING$(80,196)
580 LOCATE 20,1:PRINT STRING$(80,196)
590 LOCATE 22,1:PRINT STRING$(80,196)
600 COLOR 23,0:LOCATE 2,66:PRINT "4014 NO. 3"
610 COLOR 0,7:LOCATE 6,30:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR *":49=
INPUT$(1)
620 COLOR 0,7:FOR M=1 TO 21:LOCATE M,1:PRINT STRING$(80,219):NEXT M:COLOR
7,5
630 BEEP:GOTO 10
```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 5.2.4.6. PROGRAMA PARA LA SALVAR RESULTADOS DEL PROGRAMA

```

10 REM LEER UN FICHERO
20 COLOR 1,7:FOR MAS=3 TO 21:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS:COLOR 7
  .1
30 LOCATE 10,10:PRINT "INTRODUZCA EL NOMBRE DEL FICHERO : " :LOCATE
  10,43:INPUT F#
40 LOCATE 15,20:PRINT "LEYENDO EL FICHERO : " :PA
50 COLOR 1,7:FOR MAS=3 TO 21:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS:COLOR "
  .1
60 IF DD=0 THEN GOTO 70
70 IF DD=3 THEN GOTO 100
80 IF DD=6 THEN GOTO 110
90 OPEN F#+".AIR" FOR INPUT AS #1 :GOTO 120
100 OPEN "A:"+"#"+".AIR" FOR INPUT AS #1 :GOTO 120
110 OPEN "B:"+"#"+".AIR" FOR INPUT AS #1 :GOTO 120
120 INPUT #1,A#,C1,C12,C13,CMP,CMP2,CMP3,CTT1,CTT2,CTT3,CTV1,CTV2,CTV3,CTZNA1,CT
  ZNA2,CTZNA3,CSTP,CLT,CCL,CSTED,CLTED,HPT,CST,CST2,CST3,CLT,CLT2,CLT3,CSTP,CPLT,
  T,SEP,FD,FV,FS
130 REM (60SUB) PA A SUB RUTINA DE RESULTADOS OBTENIDOS
140 CLOSE #1

```

#### 5.2.4.7 PROGRAMA PARA LEER FICHEROS QUE FUERON SALVADOS EN EL POR EL PROGRAMA DE CARGA TERMICA.

```

10 REM CREACION DE FICHERO
20 COLOR 1,7:FOR MAS=3 TO 21:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS:COLOR 7
  .1
30 LOCATE 4,10:PRINT "INTRODUZCA EL NOMBRE DEL FICHERO : " :LOC
  ATE 4,44:INPUT F#
40 COLOR 7,1:LOCATE 6,20:PRINT "ESCRIBIENDO EN FICHERO=" " :TAB(4):
  F#
50 OPEN F#+".AIR" FOR OUTPUT AS #1
60 REM(60SUB) SUB RUTINA QUE LLAMA LOS RESULTADOS
70 WRITE #1,A#,C1,C12,C13,CMP,CMP2,CMP3,CTT1,CTT2,CTT3,CTV1,CTV2,CTV3,CTZNA1,CT
  NA2,CTZNA3,CSTP,CLTP,CCL,CSTED,CLTED,HPT,CST,CST2,CST3,CLT,CLT2,CLT3,CSTP,CPLT,
  T,SEP,FD,FV,FS
80 CLOSE #1
90 REEP:GOTO 10

```

TESIS C/M  
 FALLA LE ORIGEN

5.2.4.8 PROGRAMA PARA LA IMPRESION DE RESULTADOS DEL PROGRAMA.

```

5 IMPRESION DE RESULTADOS CON DISTINTOS TIPOS DE LETRAS
10 KEY OFF
20 LPRINT CHR$(15);
30 BEEP:GOTO 80
40 LPRINT CHR$(27);"E"
50 BEEP:GOTO 80
60 LPRINT CHR$(15);
70 BEEP:GOTO 80
80 ON ERROR GOTO 3030
90 LPRINT STRING$(90,196)
100 LPRINT "CARGA TERMICA TOTAL"
110 LPRINT STRING$(90,196)
120 LPRINT "CONCEPTO" TAB(40)"CALOR SENSIBLE" TAB(40)"CALOR LATENTE"
130 LPRINT STRING$(90,196)
140 LPRINT "CARGA POR INSOLACION"
150 LPRINT "CALCULO NO.1" TAB(35):C1
160 LPRINT "CALCULO NO.2" TAB(35):C12
170 LPRINT "CALCULO NO.3" TAB(35):C13
180 LPRINT STRING$(90,196)
190 LPRINT "TRANSMISION EN BARRERAS"
200 LPRINT "TRANSMISION EN PAREDES"
210 LPRINT "CALCULO NO.1" TAB(35):C1P
220 LPRINT "CALCULO NO.2" TAB(35):C1P2
230 LPRINT "CALCULO NO.3" TAB(35):C1P3
240 LPRINT STRING$(90,196)
250 LPRINT "TRANSMISION EN TECHOS"
260 LPRINT "CALCULO NO. 1" TAB(35):C1T1
270 LPRINT "CALCULO NO. 2" TAB(35):C1T2
280 LPRINT "CALCULO NO. 3" TAB(35):C1T3
290 LPRINT STRING$(90,196)
300 LPRINT "HOJA NO.1"
310 LPRINT "TRANSMISION EN VIDRIOS O CRISTALES"
320 LPRINT STRING$(90,196)
330 LPRINT "CALCULO NO.1" TAB(35):C1V1
340 LPRINT "CALCULO NO.2" TAB(35):C1V2
350 LPRINT "CALCULO NO.3" TAB(35):C1V3
360 LPRINT STRING$(90,196)
370 LPRINT "TRANSMISION EN USAR NO ACONDICIONADO"
380 LPRINT "CALCULO NO.1" TAB(35):C1ZM1
390 LPRINT "CALCULO NO.2" TAB(35):C1ZM2
400 LPRINT "CALCULO NO.3" TAB(35):C1ZM3
410 LPRINT STRING$(90,196)
420 LPRINT "TRANSMISION MISCELANEA"
430 LPRINT "CALOR EMITIDO POR PERSONAS" TAB(35):C1P TAB(40):C1P TAB(40):C1P
440 LPRINT "CALOR EMITIDO POR LAMPARAS" TAB(35):CEL
450 CLED=CL6+CL3+CL5+H6L
460 CSED=C56+C33+C85+H6S
470 LPRINT "CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS" TAB(35):C1E TAB(40):C1E TAB(40):C1E
480 LPRINT "CALOR EMITIDO POR MOTOCES" TAB(35):HPT
490 LPRINT STRING$(90,196)
500 LPRINT "HOJA NO.2"

```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

```

510 LOCATE 6,20:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR";A$=INPUT$(1);COL
OP 7,0
520 LPRINT TAB(70)"CARGA TERMICA TOTAL"
530 LPRINT "CONCEPTO" TAB(40)"CALOR SENSIBLE"TAB(60)"CALOR LATENTE"
540 LPRINT STRING$(90,196)
550 LPRINT "CARGA POR INFILTRACION"
560 LPRINT "CALCULO NO.1" TAB(35);C$T TAB(40);CLT
570 LPRINT "CALCULO NO.2" TAB(35);C$T2 TAB(40);CLT2
580 LPRINT "CALCULO NO.3" TAB(35);C$T3 TAB(40);CLT3
590 LPRINT STRING$(90,196)
600 LPRINT "CARGAS PARCIALES" TAB(35);C$T TAB(60);CPLT
610 LPRINT STRING$(90,196)
620 LPRINT "CARGA TOTAL" TAB(35);T "BTU/HR"
630 LPRINT STRING$(90,196)
640 LPRINT "TONELADAS DE REFRIGERACION"TAB(35);REF
650 LPRINT STRING$(90,196)
660 LPRINT "UTILIZANDO FACTOR DE CUCIOS"TAB(35);FD
670 LPRINT STRING$(90,196)
680 LPRINT "FACTOR POR USO DE NO" C$T TAB(35);FU
690 LPRINT STRING$(90,196)
700 LPRINT "FACTOR POR SEGURIDAD"TAB(35);FS
710 LPRINT STRING$(90,196)
720 LPRINT "MORA NO.3"
730 LOCATE 5,20:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR ";A$=INPUT$(1)
740 BEEP:GOTO 190

```

#### 5.2.4.9. PROGRAMA DE CREACION DE PANTALLA PARA MOVIMIENTO HORIZONTAL.

```

10 COLOR 7,1,8:CLS
20 REM Rutina de las opciones por medio de flechas
30 PENGLON = 21
40 LOCATE 1,25:COLOR 7,4:PRINT "CALOR ENTIBO POR LAS PEP5043"
50 COLOR 7,4
60 LOCATE PENGLON,1:PRINT " TABLAS "
70 LOCATE PENGLON,17:PRINT " SUB-MENU "
80 LOCATE PENGLON,31:PRINT " GRAFICAS "
90 LOCATE PENGLON,49:PRINT "MENU SIGUIENTE "
100 LOCATE PENGLON,65:PRINT "INICIALIZACION "
110 COLOR 0,7
120 LOCATE 23,2:PRINT"OVERSE CON";:LOCATE 23,60:PRINT CHR$(26);:LOCATE 27,63:PR
N CHR$(27)
130 LOCATE 2,1:PRINT STRING$(90,196)
140 LOCATE 20,1:PRINT STRING$(90,196)
150 REM POSICION DEL PRIMER PENGLON
160 COLINI = 1:COLFIN = 25
170 LOCATE PENGLON, COLINI:COLOR 0,7:PRINT " TABLAS " :COLOR 7,0
180 WHILE MARY < 7
190 LOCATE PENGLON,COLINI:OPCION#=" " :OPCION# = INKEY#: IF OPCION#="" THEN 190
200 REM CONDICION PARA QUE LA FLECHA SEA DEFECHA O IZQUIERDA
210 IF ASC(OPCION#) = 13 OR LEN(OPCION#)=2 AND MID$(OPCION#,2,1)="" OR LEN(OPCIO
N#)=2 AND MID$(OPCION#,2,1)="" THEN 220 ELSE 190

```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

```

229 MEN MOVIMIENTO DE LA FLECHA HACIA LA DERECHA
230 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI=COLFIN THEN COLINI=1:LOCATE PENGLON,COLF
IN:COLOR 7,4:PRINT "INICIALIZACION ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PRINT "
TABLAS ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 240
240 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI= 1 THEN COLINI= COLINI+16:LOCATE PENGLON
N,COLINI-16:COLOR 7,4:PRINT " TABLAS ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PF
INT " SUB-MENU ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 250
250 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI= 17 THEN COLINI= COLINI+16:LOCATE PENGLON
N,COLINI-16:COLOR 7,4:PRINT " SUB-MENU ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PF
INT " GRAFICAS ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 260
260 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI= 33 THEN COLINI= COLINI+16:LOCATE PENGLON
N,COLINI-16:COLOR 7,4:PRINT " GRAFICAS ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PF
INT " MENU SIGUIENTE ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 270
270 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI= 49 THEN COLINI= COLINI+16:LOCATE PENGLON
N,COLINI-16:COLOR 7,4:PRINT "MENU SIGUIENTE ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PF
INT "INICIALIZACION ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 280
280 MEN MOVIMIENTO DE LA FLECHA HACIA LA IZQUIERDA
290 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI=1 THEN LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 7,4:PF
INT " TABLAS ":LOCATE PENGLON,COLFIN:COLOR 0,7:PRINT "INICIALIZACION ":C
OLOR 7,0:COLINI=65:GOTO 190 ELSE 300
300 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI=17 THEN COLINI=COLINI-16:LOCATE PENGLON
,COLINI+16:COLOR 7,4:PRINT " SUB-MENU ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PF
INT " TABLAS ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 310
310 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI=33 THEN COLINI=COLINI-16:LOCATE PENGLON
,COLINI+16:COLOR 7,4:PRINT " GRAFICAS ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PF
INT " SUB-MENU ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 320
320 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI=49 THEN COLINI=COLINI-16:LOCATE PENGLON
,COLINI+16:COLOR 7,4:PRINT "MENU SIGUIENTE ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PF
INT " GRAFICAS ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 330
330 IF MID(OPCION4,2,1)="" AND COLINI=65 THEN COLINI=COLINI-16:LOCATE PENGLON
,COLINI+16:COLOR 7,4:PRINT "INICIALIZACION ":LOCATE PENGLON,COLINI:COLOR 0,7:PF
INT "MENU SIGUIENTE ":COLOR 7,4:GOTO 190 ELSE 340
340 MEN LA VARIABLE MARY =OPCION ELEGIDA
350 MARY = COLINI -1 :LOCATE 22,1:PRINT "INICIA PROCESO":PEEP
360 IF MARY= 0 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT "PROCESO INICIADO":FOR Z= 1
TO 500:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,32):COLOR 7,0:PEEP:GOTO 5700
370 IF MARY= 16 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT "PROCESO INICIADO":FOR Z= 1
TO 500:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,32):COLOR 7,0:PEEP:GOTO 10
380 IF MARY= 32 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT "PROCESO INICIADO":FOR Z= 1
TO 500:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,32):COLOR 7,0:PEEP:GOTO 4700
390 IF MARY= 48 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT "PROCESO INICIADO":FOR Z= 1
TO 500:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,32):COLOR 7,0:PEEP:GOTO 1030
400 IF MARY= 64 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT "PROCESO INICIADO":FOR Z= 1
TO 500:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,32):COLOR 7,0:PEEP:GOTO 6700
410 MEN0

```

**TESIS CON  
FALTA DE ORIGEN**

5.2.5.0 PROGRAMA PARA LA CREACION DE PANTALLA PARA MOVIMIENTO VERTICAL.

```

10 REM CALCULO DE CARGAS INTERNAS
30 COLOR 7,1,0:CLS
50 LOCATE 2,1:PRINT CHR$(213)+STRING$(75,205)+CHR$(184)
60 LOCATE 23,1:PRINT CHR$(212)+STRING$(75,205)+CHR$(190)
70 FOR MARGEN = 3 TO 22:LOCATE MARGEN,1:PRINT STRING$(1,179):LOCATE MARGEN,80:PR
INT STRING$(1,179):NEXT MARGEN
80 REM SUTINA DE LA OPCIONES POR FLECHAS
90 COLUMNA=20
100 COLOR 23,4:LOCATE 4,33:PRINT " SUB-MENU " :COLOR 7,0
110 FOR CONTADOR= 6 TO 22:LOCATE CONTADOR,1:PRINT CHR$(219):LOCATE CONTADOR,80:
PRINT CHR$(219):NEXT CONTADOR
120 LOCATE 6,1:PRINT CHR$(219):STRING$(24,219):" CALCULO DE CAPSA TERMICA " :
STRING$(24,219):CHR$(219)
130 LOCATE 10,COLUMNA:PRINT "1.-CALOR EMITIDO POR LAS PERSONAS "
140 LOCATE 12,COLUMNA:PRINT "2.-CALOR EMITIDO POR LAMPARAS ELECTRICAS"
150 LOCATE 14,COLUMNA:PRINT "3.-CALOR EMITIDO POR EQUIPO DOMESTICO "
160 LOCATE 16,COLUMNA:PRINT "4.-CALOR EMITIDO POR MOTORES ELECTRICOS "
165 LOCATE 18,COLUMNA:PRINT "5.-SALIDA AL MENU PRINCIPAL "
170 LOCATE 2,1:PRINT "MOVSE CON:":LOCATE 1,16:PRINT CHR$(24):LOCATE 3,16:PRINT
CHR$(25)
180 REM POSESION DEL PRIMER FMSLOW
190 REMINI=10:REFIN=18
200 LOCATE REMINI,COLUMNA:COLOR 0,7:PRINT "1.-CALOR EMITIDO POR LAS PERSONAS
":COLOR 7,0
210 WHILE 1900 < 15
220 LOCATE REMINI,COLUMNA:OPCION=" " :OPCION=INKEY: IF OPCION = "" THEN 220
230 REM CONDICIONES PARA QUE LA FLECHA SEA ARRIBA O ABAJO
240 IF ASC(OPCION)=13 OR LEN(OPCION)=2 AND MID(OPCION,2,1)="" OR LEN(OPCION
)=2 AND MID(OPCION,2,1)="" THEN 250 ELSE 220
250 REM MOVIMIENTO DE LA FLECHA HACIA ABAJO
260 IF MID(OPCION,2,1)="" AND REMINI=REFIN THEN REMINI=1:LOCATE REMINI,COLUM
NA:COLOR 7,0:PRINT"5.-SALIDA AL MENU PRINCIPAL " :LOCATE REMINI,COLUMNA:COLO
R 0,7:PRINT "1.-CALOR EMITIDO POR LAS PERSONAS " :COLOR 7,0:GOTO 220 ELSE 270
270 IF MID(OPCION,2,1)="" AND REMINI=10 THEN REMINI=REMINI+2:LOCATE REMINI-2,C
OLUMNA:COLOR 7,0:PRINT"1.-CALOR EMITIDO POR LAS PERSONAS " :LOCATE REMINI,C
OLUMNA:COLOR 0,7:PRINT"2.-CALOR EMITIDO POR LAMPARAS ELECTRICAS":COLOR 7,0:GOTO
220 ELSE 280
280 IF MID(OPCION,2,1)="" AND REMINI=12 THEN REMINI=REMINI+2:LOCATE REMINI-2,C
OLUMNA:COLOR 7,0:PRINT"2.-CALOR EMITIDO POR LAMPARAS ELECTRICAS":LOCATE REMINI,C
OLUMNA:COLOR 0,7:PRINT"3.-CALOR EMITIDO POR EQUIPO DOMESTICO " :COLOR 7,0:GOTO
220 ELSE 290
290 IF MID(OPCION,2,1)="" AND REMINI=14 THEN REMINI=REMINI+2:LOCATE REMINI-2,C
OLUMNA:COLOR 7,0:PRINT"3.-CALOR EMITIDO POR EQUIPO DOMESTICO " :LOCATE REMINI,C
OLUMNA:COLOR 0,7:PRINT"4.-CALOR EMITIDO POR MOTORES ELECTRICOS " :COLOR 7,0:GOTO
220 ELSE 300
300 IF MID(OPCION,2,1)="" AND REMINI=16 THEN REMINI=REMINI+2:LOCATE REMINI-2,C
OLUMNA:COLOR 7,0:PRINT"4.-CALOR EMITIDO POR MOTORES ELECTRICOS " :LOCATE REMINI,C
OLUMNA:COLOR 0,7:PRINT"5.-SALIDA AL MENU PRINCIPAL " :COLOR 7,0:GOTO 220 ELSE 300
310 REM MOVIMIENTO DE LA FLECHA HACIA ARRIBA
310 IF MID(OPCION,2,1)="" AND REMINI=10 THEN LOCATE REMINI,COLUMNA:COLOR 7,0:P
RINT"1.-CALOR EMITIDO POR LAS PERSONAS " :LOCATE REMINI,COLUMNA:COLOR 0,7:
PRINT"5.-SALIDA AL MENU PRINCIPAL " :COLOR 7,0:REMINI=18:GOTO 220 ELSE 320

```

TESIS CON FALLA DE ORIGE

```

326 IF MID$(OPCION4,2,1)=""*AND PENINI=12 THEN PENINI=PENINI-2:LOCATE PENINI+2,C
COLUMNA:COLOR 7,0:PRINT*2.-CALOR EMITIDO POR LAMPARAS ELECTRICAS*:LOCATE PENINI,C
COLUMNA:COLOR 0,7:PRINT*1.-CALOR EMITIDO POR LAS PERSONAS *:COLOR 7,0:GOTO
720
330 ELSE 340
340 IF MID$(OPCION4,2,1)=""*AND PENINI=14 THEN PENINI=PENINI-2:LOCATE PENINI+2,C
COLUMNA:COLOR 7,0:PRINT*3.-CALOR EMITIDO POR EQUIPO DOMESTICO *:LOCATE PENINI,C
COLUMNA:COLOR 0,7:PRINT*2.-CALOR EMITIDO POR LAMPARAS ELECTRICAS*:COLOR 7,0:GOTO
720
350 ELSE 360
360 IF MID$(OPCION4,2,1)=""*AND PENINI=16 THEN PENINI=PENINI-2:LOCATE PENINI+2,C
COLUMNA:COLOR 7,0:PRINT*4.-CALOR EMITIDO POR MOTORES ELECTRICOS *:LOCATE PENINI,C
COLUMNA:COLOR 0,7:PRINT*3.-CALOR EMITIDO POR EDIFICIO DOMESTICO *:COLOR 7,0:GOTO
720 ELSE 365
365 IF MID$(OPCION4,2,1)=""*AND PENINI=18 THEN PENINI=PENINI-2:LOCATE PENINI+2,C
COLUMNA:COLOR 7,0:PRINT*5.-SALIDA AL MENU PRINCIPAL *:LOCATE PENINI,COLUMNA:COL:
0,7:PRINT*4.-CALOR EMITIDO POR MOTORES ELECTRICOS *:COLOR 7,0:GOTO 720 ELSE 370
370 REN LA VARIABLE JUAN ES LA OPCION ELEGIDA
380 JUAN=PENINI-1:LOCATE 22,1:PRINT "OPCION ELEGIDA"
390 IF JUAN = 9 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT " PROCESO INICIADO ":FOR Z= 1
TO 5000:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,16):COLOR 7,0:BEEP:GOTO 440
400 IF JUAN = 11 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT " PROCESO INICIADO ":FOR Z=
1 TO 5000:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,16):COLOR 7,0:BEEP:GOTO 1030
410 IF JUAN =13 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT " PROCESO INICIADO ":FOR Z= 1
TO 5000:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,16):COLOR 7,0:BEEP:GOTO 1560
420 IF JUAN =15 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT " PROCESO INICIADO ":FOR Z= 1
TO 5000:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,16):COLOR 7,0:BEEP:GOTO 2340
425 IF JUAN =17 THEN LOCATE 22,16:COLOR 25,0:PRINT " PROCESO INICIADO ":FOR Z= 1
TO 5000:NEXT Z:LOCATE 22,16:PRINT STRING$(50,16):COLOR 7,0:BEEP:GOTO 6630
430 MENU:END

```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 5.3 APLICACION PRACTICA DE LA METODOLOGIA DE CALCULO PARA CARGA TERMICA.

Para poder comprobar la confiabilidad de cálculo de este programa , a continuación se expone un problema el cual va ser resuelto por el programa diseñado para este fin .

Se quiere acondicionar ocho oficinas las cuales se encuentran ubicadas en una planicie en el Estado de México ,junto a una avenida principal .

Las paredes de estas oficinas son de tabique de piedra de 4 pulgadas ,revocadas en el interior y exterior .Cada uno de estos cuartos tiene techo de concreto armado de 6 pulgadas de espesor ,además esta revocado con una capa de 2 plg de cemento blanco en el interior.Las puertas son de madera y las ventanas son metálicas .Las longitudes para las ventanas es un largo de 6 ft por 6.5 ft de altura,para las puertas es de 3 ft de ancho por 6 ft de altura y cada una de las oficinas es ocupada por 6 personas .En cada cuarto se utiliza tres lámparas fluorescentes ,cinco en las oficinas que se utilizan como departamento de capacitación ,donde pueden funcionar hasta 3 motores de 1 hp de capacidad ,la altura de los muros de estas oficinas es de 7 ft y además se tiene un pasillo en el centro de las seis oficinas ,donde se encuentran 5 lámparas fluorescentes y este pasillo a su vez se conecta al exterior por medio de una puerta de 2 pies de ancho por 6 ft de altura.Las paredes que conectan al pasillo con las oficinas son de madera de 2 plg de espesor .Entre los datos adicionales se sabe que en cada oficina se usa una cafetera de 3 galones ;además de una maquina eléctrica ,la cual tiene un motor de 1/12 de hp .

Todas las ventanas tienen cortinas blancas sin persianas; las paredes están pintadas con colores claros en el exterior, alrededor de estas oficinas no existe ningún edificio.

En los planos 5.1 y 5.2 se muestra las dimensiones de la construcción civil, así como las fachadas interior y exterior de puertas y ventanas.

Las condiciones de diseño se deben de tomar de tablas según el lugar que se trate y las condiciones interiores se escogen con respecto al uso del lugar y la comodidad que se requiera.

Las condiciones de diseño que se eligieron de tablas son las siguientes :

Se consideró lugar de diseño al Edo. de México (Toluca)

La temperatura de bulbo seco de diseño es de 32 C

La temperatura de bulbo húmedo de diseño es de 19 C

Estas condiciones son para diseño exterior.

Y las condiciones interiores de diseño para un sistema comercial, trabajando en oficina son:

TBS = 25 C

50 % de humedad relativa.

Resumen de superficies y datos requeridos para cada uno de los cuartos

#### Oficina no.1

Pared Sur

Area de ventana : 39 ft<sup>2</sup>      Area de pared : 3 ft<sup>2</sup>

Valores obtenidos de tablas de calor ganado por insulación:

$Q_{max}=14 \text{ btu/hrft}^2$   $F_1=1$   $F_2=0.62$   $F=0.5$   $U=1.13 \text{ BTU/hrft}^2 \text{ F}$

Pared Norte

Area de puerta : 18 ft<sup>2</sup>      Area de pared (madera): 35 ft<sup>2</sup>

Valores obtenidos de tablas:

$U_{(MADERA)}=0.25 \text{ BTU/hr ft}^2$

Pared Este

Los valores de coeficientes globales fueron obtenidos de cálculo :

Area de pared : 91 ft<sup>2</sup> UCLADRILLO )=0.51 BTU/hr ft<sup>2</sup> F

Pared Oeste

Area de pared : 91 ft<sup>2</sup> UCLADRILLO )=0.51 BTU/HR ft<sup>2</sup> F

Número de personas que se encuentran en la oficina son 5

Los valores de calor sensible y latente se obtienen de tablas:

El calor sensible emitido por las personas es de 215 BTU/hr

El calor latente emitido por persona es de 235 BTU/hr

El número de lámparas fluorescentes utilizadas por cada oficina es de 3 y cuya potencia es de 40 watt.

Se utiliza cafetera de 3 galones ,por lo tanto el calor latente emitido de es de 3500 BTU/hr y el sensible de 3500 BTU/hr ,los cuales son valores obtenidos de tablas.

Un motor de 1/12 hp que se encuentra en cada oficina.

El valor de calor emitido por motores puede ser verificado con los valores de tablas, ver referencia 1 y 7.

Para los demás cuartos se utilizan los mismos valores por lo no se repetirán a menos de que sean distintos para cada caso.

oficina no.2

Pared Norte

Area de ventana : 39 ft<sup>2</sup> Area de pared : 3 ft<sup>2</sup>

Pared Sur

Area de la puerta : 18 ft<sup>2</sup> Area de pared (madera): 35 ft<sup>2</sup>

Pared Este

Area de pared : 91 ft<sup>2</sup>

Pared Oeste

Area de pared : 91 ft<sup>2</sup>

Oficina no.3

Pared Sur

Area de ventana : 39 ft2

Area de pared : 3 ft2

Pared Norte

Area de puerta : 18 ft2

Area de pared (madera): 35 ft2

Pared Este

Area de pared : 91 ft2

Pared Oeste

Area de pared : 91 ft2

Area del techo 104 ft2

Oficina no.4

Pared Norte

Area de ventana : 39 ft2

Area de pared : 3 ft2

Pared Sur

Area de puerta : 18 ft2

Area de pared (madera): 35 ft2

Pared Este

Area de pared : 91 ft2

Pared Oeste

Area de pared : 91 ft2

Area del techo 104 ft2

Oficina no.5

Pared Sur

Area de ventana : 39 ft2

Area de pared : 3 ft2

Pared Norte

Area de puerta : 18 ft2

Area de pared (madera): 35 ft2

Pared Este

Area de pared : 91 ft2

Pared Oeste

Area de pared : 91 ft2

Area del techo 104 ft2

Oficina no.6

Pared Norte

Area de ventana : 39 ft2

Area de pared : 3 ft2

Pared Sur

Area de puerta : 18 ft2

Area de pared (madera): 35 ft2

Pared Este

Area de pared : 91 ft2

Pared Oeste

Area de pared : 91 ft2

Area del techo 104 ft2

Oficina no.7

Pared Sur

Area de ventana : 39 ft2

Area de pared : 32 ft2

Pared Norte

Area de pared : 70 ft2

Pared Este

Area de puerta : 18 ft2

Area de pared : 87 ft2

Pared Oeste

Area de pared : 1105 ft2

Area del techo 150 ft2

El número de personas en las oficinas de capacitación es de 12 personas y se utilizan 5 lámparas fluorescentes y además 3 motores de 1 hp , así como también de una cafetera de tres galones.

Oficina no.8

Pared Norte

Area de ventana : 39 ft2

Area de pared : 32 ft2

Pared Sur

Area de pared : 70 ft2

Pared Este

Area de puerta : 18 ft2

Area de pared : 87 ft2

Pared Oeste

Area de pared : 1105 ft2

Area del techo 150 ft2

Las ventanas de todas las oficinas están expuestas a la insolación . Las paredes de las oficinas 1,2,3,4,5 y 6 están expuestas al pasillo y se les considera ganancia calor por un lugar no acondicionado.Las paredes "Este" de las salas de capacitación 7 y 8 están expuestas al sol, así como las paredes " Oeste " de las oficinas 1 y 2 .

A continuación se muestra un resumen de los cálculos de carga térmica para cada oficina .También se obtiene la carga total sin tomar en cuenta los factores por aislamiento de ductos y el factor de seguridad.

Los resultados son los siguientes:

	Carga Total
Oficina no. 1	15803.74 BTU/hr
Oficina no. 2	14277.31 BTU/hr
Oficina no. 3	14517.14 BTU/hr
Oficina no. 4	14394.78 BTU/hr
Oficina no. 5	14433.53 BTU/hr
Oficina no. 6	14494.78 BTU/hr
Oficina no. 7	23246.89 BTU/hr
Oficina no. 8	23065.38 BTU/hr
	<hr/>
Total	134033.55 BTU/hr

Los resultados de cada una de las oficinas que integran el cálculo de carga térmica se muestran en las siguientes tablas, además para consultar el funcionamiento del programa utilizado para resolver este problema consulte el apéndice A.

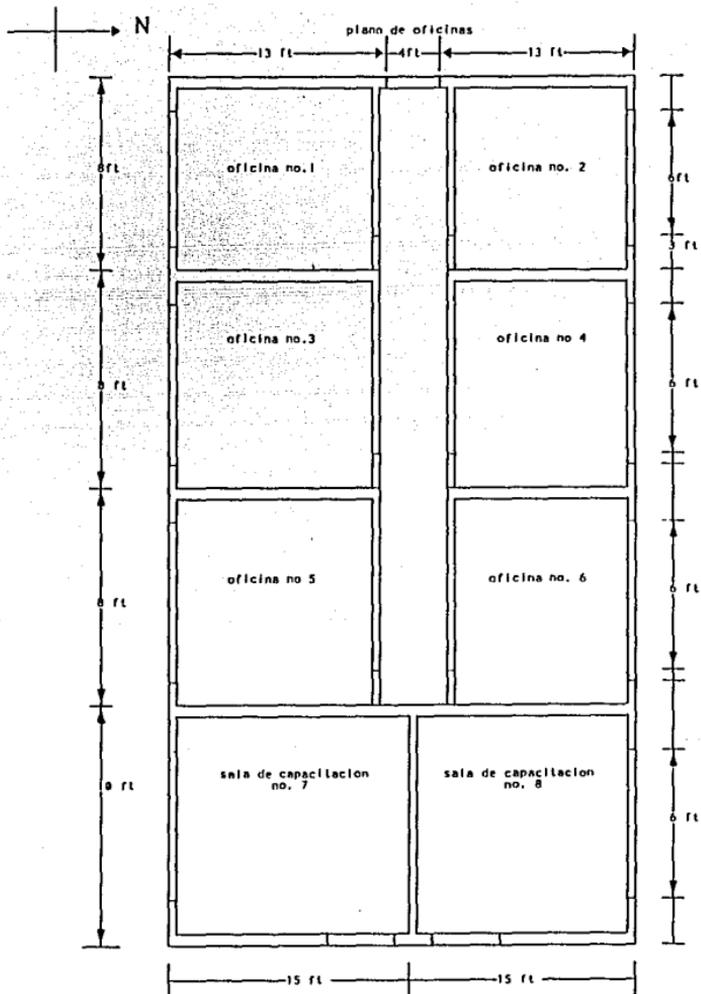
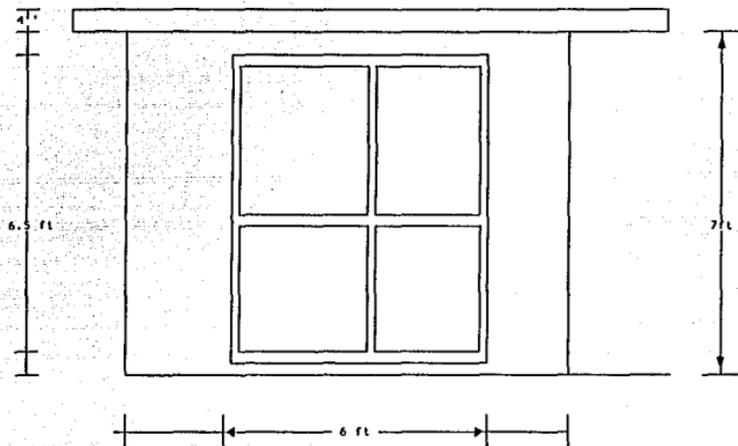
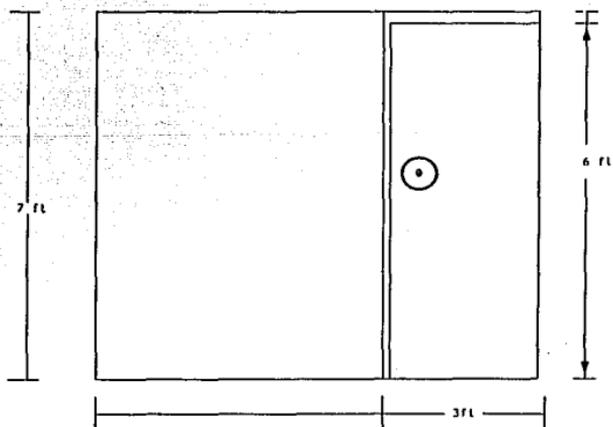


FIGURA NO. 14 DIMENSIONES DE LA FACHADAS



FACHADA EXTERIOR



FACHADA INTERIOR DE LA OFICINA

**RESULTADOS DEL CALCULO DE CARGA TERMICA**  
OFICINA NO.1

**CARGA TERMICA TOTAL**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

**CARGA POR INSOLACION**

CALCULO NO.1	12,404	
CALCULO NO.2	0	
CALCULO NO.3	0	

**TRANSMISION EN BARRERAS**

TRANSMISION EN PAREDES		
CALCULO NO.1	45,36	
CALCULO NO.2	1375,92	
CALCULO NO.3	0	

**TRANSMISION EN TECHOS**

CALCULO NO.1	3452	
CALCULO NO.2	0	
CALCULO NO.3	0	

HOJA NO.1

**TRANSMISION EN VIDRIOS O CRISTALES**

CALCULO NO.1	515,6192	
CALCULO NO.2	0	
CALCULO NO.3	0	

**TRANSMISION EN LUGAR NO ACONDICIONADO**

CALCULO NO.1	670,7613	
CALCULO NO.2	266,1751	
CALCULO NO.3	0	

**TRANSMISION MISCELANEA**

CALOR EMITIDO POR PERSONAS	1075	1175
CALOR EMITIDO POR LAMPARAS	511,935	
CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS	3500	3500
CALOR EMITIDO POR MOTORES	64,42729	

HOJA NO.2

**CARGA TERMICA TOTAL**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

**CARGA POR INFILTRACION**

CALCULO NO.1	31,59091	-2,302777
CALCULO NO.2	204,7011	-14,922
CALCULO NO.3	0	0

CARGAS PARCIALES	10545,97	4657,71
------------------	----------	---------

CARGA TOTAL	15601,74 BTU/HR	
-------------	-----------------	--

TONELADAS DE REFRIGERACION	1,300312	
----------------------------	----------	--

UTILIZANDO FACTOR DE DUCTOS	1,495350	
-----------------------------	----------	--

FACTOR POR USO DE MOTOR	1,555173	
-------------------------	----------	--

FACTOR POR SEGURIDAD	1,71066	
----------------------	---------	--

**RESULTADOS DEL CALCULO DE CARGA TERMICA**  
OFICINA NO. 2

**CARGA TERMICA TOTAL**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
<b>CARGA POR INSOLACION</b>		
CALCULO NO. 1	17.09	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	9	

**TRANSMISION EN BARRERAS**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
<b>TRANSMISION EN PAREDES</b>		
CALCULO NO. 1	9,726,001	
CALCULO NO. 2	353.12	
CALCULO NO. 3	4	

**TRANSMISION EN TECHOS**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
CALCULO NO. 1	2557	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	9	

HOJA NO. 1

**TRANSMISION EN VIDRIOS O CRISTALES**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
CALCULO NO. 1	515,6152	
CALCULO NO. 2	9	
CALCULO NO. 3	9	

**TRANSMISION EN LUGAR NO ACONDICIONADO**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
CALCULO NO. 1	155,0251	
CALCULO NO. 2	242,9972	
CALCULO NO. 3	9	

**TRANSMISION MISCELANEA**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
CALOR EMITIDO POR PERSONAS	1075	1175
CALOR EMITIDO POR LAMPARAS	511,935	
CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS	3500	3500
CALOR EMITIDO POR MOTOCICLOS	8,445,759	

HOJA NO. 2

**CARGA TERMICA TOTAL**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
<b>CARGA POR INFILTRACION</b>		
CALCULO NO. 1	31,53001	-1,396,539
CALCULO NO. 2	204,7033	-12,93142
CALCULO NO. 3	0	0

<b>CARGAS PARCIALES</b>	<b>7617,235</b>	<b>4240,072</b>
-------------------------	-----------------	-----------------

<b>CARGA TOTAL</b>	<b>14277,31 BTU/H</b>	
--------------------	-----------------------	--

<b>TEMPERATURAS DE REFRIGERACION</b>	<b>1,189775</b>	
--------------------------------------	-----------------	--

<b>UTILIZANDO FACTOR DE DUCTOS</b>	<b>1,368242</b>	
------------------------------------	-----------------	--

<b>FACTOR POR USO DE MOTOR</b>	<b>1,422972</b>	
--------------------------------	-----------------	--

<b>FACTOR POR SEGURIDAD</b>	<b>1,55527</b>	
-----------------------------	----------------	--

HOJA NO. 3

ESTADÍSTICAS DEL CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

OFICINA NO. 3

CARGA TÉRMICA TOTAL

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

CARGA POR INSOLACION

CÁLCULO NO. 1	17,05	
CÁLCULO NO. 2	0	
CÁLCULO NO. 3	0	

TRANSMISIÓN EN BARRERAS

(TRANSMISIÓN EN PAREDES)

CÁLCULO NO. 1	25,92	
CÁLCULO NO. 2	0	
CÁLCULO NO. 3	0	

TRANSMISIÓN EN TECHOS

CÁLCULO NO. 1	2452	
CÁLCULO NO. 2	0	
CÁLCULO NO. 3	0	

HOJA NO. 1

TRANSMISIÓN EN VIDRIOS O CRISTALES

CÁLCULO NO. 1	515,6192	
CÁLCULO NO. 2	0	
CÁLCULO NO. 3	0	

TRANSMISIÓN EN LUGAR NO ACONDICIONADO

CÁLCULO NO. 1	155,0251	
CÁLCULO NO. 2	542,9972	
CÁLCULO NO. 3	542,9972	

TRANSMISIÓN MISCELÁNEA

CALOR EMITIDO POR PERSONAS	1075	1175
CALOR EMITIDO POR LAMPARAS	511,935	
CALOR EMITIDO POR DOMÉSTICOS	3500	3500
CALOR EMITIDO POR MOTORES	94,49799	

HOJA NO. 2

CARGA TÉRMICA TOTAL

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

CARGA POR INFILTRACIÓN

CÁLCULO NO. 1	11,50091	-2,102777
CÁLCULO NO. 2	204,7633	-14,912
CÁLCULO NO. 3	0	0

CARGAS PARCIALES	9859,715	4657,776
------------------	----------	----------

CARGA TOTAL	14517,14	4657,776
-------------	----------	----------

TONELADAS DE REFRIGERACIÓN	1,207761	
----------------------------	----------	--

UTILIZANDO FACTOR DE DUCTOS	1,391226	
-----------------------------	----------	--

FACTOR POR USO DE MOTORES	1,446576	
---------------------------	----------	--

FACTOR POR SEGURIDAD	1,591561	
----------------------	----------	--

HOJA NO. 3

OFICINA NO. 4

## CARGA TERMICA TOTAL

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

## CARGA POR INSOLACION

CALCULO NO. 1	19,72	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	3	

## TRANSMISION EN BARRERAS

TRANSMISION EN PAREDES

CALCULO NO. 1	5,720001	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

## TRANSMISION EN TECHOS

CALCULO NO. 1	2552	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	3	

HOJA NO. 1

## TRANSMISION EN VIDRIOS O CRISTALES

CALCULO NO. 1	515,6192	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

## TRANSMISION EN LUGAR NO ACONDICIONADO

CALCULO NO. 1	155,0251	
CALCULO NO. 2	542,8972	
CALCULO NO. 3	512,2972	

## TRANSMISION MISCELANEA

CALOR EMITIDO POR PERSONAS	1075	1175
CALOR EMITIDO POR LAMPARAS	511,925	
CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS	3500	3500
CALOR EMITIDO POR MOTORES	84,4970	

HOJA NO. 2

## CARGA TERMICA TOTAL

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

## CARGA POR INFILTRACION

CALCULO NO. 1	31,59001	-2,302777
CALCULO NO. 2	264,7023	-14,722
CALCULO NO. 3	3	0

CARGAS PARCIALES	9227,004	4557,776
------------------	----------	----------

CARGA TOTAL	14394,79	4557,776
-------------	----------	----------

TEMPERATURAS DE REFRIGERACION	1,199541	
-------------------------------	----------	--

UTILIZADO FACTOR DE DUCTOS	1,3295	
----------------------------	--------	--

FACTOR POR USO DE MOTOR	1,43466	
-------------------------	---------	--

FACTOR POR SEGURIDAD	1,578149	
----------------------	----------	--

HOJA NO. 3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

RESUMEN DEL CALCULO DE CARGA TERMICA  
OFICINA NO. 3

CARGA TERMICA TOTAL

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

CARGA POR INSOLACION

CALCULO NO. 1	10.92	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

TRANSMISION EN BARRERAS

TRANSMISION EN PAREDES

CALCULO NO. 1	38.88001	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

TRANSMISION EN TECHOS

CALCULO NO. 1	2652	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

HOJA NO. 1

TRANSMISION EN VIDRIOS O CRISTALES

CALCULO NO. 1	515.6192	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

TRANSMISION EN LUGAR NO ACONDICIONADO

CALCULO NO. 1	2312593	
CALCULO NO. 2	574.9383	
CALCULO NO. 3	574.9383	

TRANSMISION MISCELANEA

CALOR EMITIDO POR PERSONAS	1075	1175
CALOR EMITIDO POR LAMPARAS	511.935	
CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS	3500	3500
CALOR EMITIDO POR MOTORES	84.49746	

HOJA NO. 2

CARGA TERMICA TOTAL

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

CARGA POR INFILTRACION

CALCULO NO. 1	31.57001	-2.302777
CALCULO NO. 2	204.7617	-14.922
CALCULO NO. 3	0	0

CARGAS PARCIALES	9776.783	4657.774
------------------	----------	----------

CARGA TOTAL	14437.53 BTU/H	
-------------	----------------	--

TONELAJE DE REFRIGERACION	1.702744	
---------------------------	----------	--

UTILIZANDO FACTOR DE DUCTOS	1.382212	
-----------------------------	----------	--

FACTOR POR USO DE MOTES	1.418542	
-------------------------	----------	--

FACTOR POR SEGURIDAD	1.582756	
----------------------	----------	--

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**RESUMEN DEL CALCULO DE CARGA TERMICA**  
**OFICINA NO. 6**

**CARGA TERMICA TOTAL**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

**CARGA POR INSOLACION**

CALCULO NO. 1	10,92	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

**TRANSMISION EN BARRERAS**

TRANSMISION EN PAREDES

CALCULO NO. 1	9,720901	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

**TRANSMISION EN TECHOS**

CALCULO NO. 1	2152	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

MOZA NO. 1

**TRANSMISION EN VIDRIOS O CRISTALES**

CALCULO NO. 1	515,6192	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

**TRANSMISION EN LUGAR NO ACONDICIONADO**

CALCULO NO. 1	155,9251	
CALCULO NO. 2	547,9972	
CALCULO NO. 3	547,9972	

**TRANSMISION MISCELANEA**

CALOR EMITIDO POR PERSONAS	1075	1175
CALOR EMITIDO POR LAMPARAS	311,935	
CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS	1500	1500
CALOR EMITIDO POR MOTORES	84,49799	

MOZA NO. 2

**CARGA TERMICA TOTAL**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

**CARGA POR INFILTRACION**

CALCULO NO. 1	11,59001	-2,302777
CALCULO NO. 2	204,7033	-14,922
CALCULO NO. 3	0	0

CARGAS PARCIALES	9877,004	4657,776
------------------	----------	----------

CARGA TOTAL	14454,75 BTU/HR	
-------------	-----------------	--

TONELAJE DE REFRIGERACION	1,27795	
---------------------------	---------	--

UTILIZANDO FACTOR DE PUECOS	1,38965	
-----------------------------	---------	--

FACTOR POR USO DE MOTOR	1,444446	
-------------------------	----------	--

FACTOR POR SEGURIDAD	1,569111	
----------------------	----------	--

MOZA NO. 3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

RESULTADOS DEL CALCULO DE CARGA TERMICA  
OFICINA NO. 7

CARGA TERMICA TOTAL

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

CARGA POR INSOLACION

CALCULO NO. 1	10.92	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

TRANSMISION EN BARRERAS

TRANSMISION EN PAREDES

CALCULO NO. 1	221.12	
CALCULO NO. 2	521.19	
CALCULO NO. 3	0	

TRANSMISION EN TECHOS

CALCULO NO. 1	4200	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

NOTA NO. 1

TRANSMISION EN VIDRIOS O CRISTALES

CALCULO NO. 1	515.6192	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

TRANSMISION EN LUGAR NO ACONDICIONADO

CALCULO NO. 1	439.4697	
CALCULO NO. 2	417.6902	
CALCULO NO. 3	52.55902	

TRANSMISION MISCELANEA

CALOR EMITIDO POR PERSONAS	2500	7920
CALOR EMITIDO POR LAMPARAS	857.225	
CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS	3500	3500
CALOR EMITIDO POR MOTORES	3054.144	

NOTA NO. 2

CARGA TERMICA TOTAL

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

CARGA POR INFILTRACION

CALCULO NO. 1	31.59001	-1.095900
CALCULO NO. 2	204.7032	-12.93142
CALCULO NO. 3	0	0

CARGAS PARCIALES	16741.31	4305.077
------------------	----------	----------

CARGA TOTAL	23246.35	4305.077
-------------	----------	----------

TONELAJES DE REFRIGERACION	1.537199	
----------------------------	----------	--

UTILIZANDO FACTOR DE DUCTOS	2.227772	
-----------------------------	----------	--

FACTOF POR USO DE MOTOR	2.716889	
-------------------------	----------	--

FACTOF POR SEGURIDAD	2.548578	
----------------------	----------	--

NOTA NO. 3

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

OFICINA NO. 8

**CARGA TERMICA TOTAL**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

**CARGA POR INSOLACION**

CALCULO NO. 1	10.92	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

**TRANSMISION EN BARRERAS**

TRANSMISION EN PAREDES

CALCULO NO. 1	94.86	
CALCULO NO. 2	521.18	
CALCULO NO. 3	0	

**TRANSMISION EN TECHOS**

CALCULO NO. 1	4200	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

HORA NO. 1

**TRANSMISION EN VIDRIOS O CRISTALES**

CALCULO NO. 1	515.5192	
CALCULO NO. 2	0	
CALCULO NO. 3	0	

**TRANSMISION EN LUGAR NO ACONDICIONADO**

CALCULO NO. 1	526.5352	
CALCULO NO. 2	417.6902	
CALCULO NO. 3	52.45002	

**TRANSMISION MISCELANEA**

CALOR EMITIDO POR PERSONAS	2500	3320
CALOR EMITIDO POR LAMPARAS	857.225	
CALOR EMITIDO POR DOMESTICOS	3500	7500
CALOR EMITIDO POR MOTORES	3054.144	

HORA NO. 2

**CARGA TERMICA TOTAL**

CONCEPTO	CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE
----------	----------------	---------------

**CARGA POR INFILTRACION**

CALCULO NO. 1	31.59091	-2.392777
CALCULO NO. 2	204.7633	-14.922
CALCULO NO. 3	0	0

CARGAS PARCIALES	18787.12	6302.774
------------------	----------	----------

CARGA TOTAL	23665.89 BTU/HR	
-------------	-----------------	--

VENTANAS DE REFRIGERACION	1.922155	
---------------------------	----------	--

UTILIZANDO FACTOR DE DUCTO	2.210492	
----------------------------	----------	--

FACTOR POR USO DE MOTOS	1.298901	
-------------------------	----------	--

FACTOR POR SEGURIDAD	2.527791	
----------------------	----------	--

HORA NO. 3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## CAPITULO VI

### ALGORITMO PARA EL DISEÑO DE DUCTOS

## CAPITULO VI

### ALGORITMOS PAR EL DISEÑO DE DUCTOS

#### 6.1 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO

En el diagrama de flujo de la fig. no 6.1 se muestra los tres métodos con que se puede diseñar ductos aire y que son el método de presión constante , el método de reducción de velocidad y el de recuperación estática ;este problema entonces queda dividido en tres partes . De igual manera se cuenta con bases de diseño , con las cuales siempre iniciaremos el programa.

Primero comenzaremos con el método de presión constante ,este comienza con la asignación de las longitudes de un sistema de ductos de ocho ramas extendidas en un ducto principal.A este sistema se pueden asignar hasta doce longitudes.A cada salida de impulsión se le asigna el nombre de el lugar que se acondiciona ,como se observa en el diagrama de flujo de la fig. no.6.2 ,de igual forma también se debe de asignar la carga térmica ,primero la total y después las parciales para cada una de las ramas ,con estos valores de carga se determina el volumen de aire requerido para cada sitio que se acondiciona ,donde se utiliza la ecuación 4.8. A continuación se pide el ancho del ducto y la velocidad recomendada para iniciar el cálculo de ductos ,ver tabla 4.1. En este caso a partir del valor de velocidad inicial se dimensiona el ducto principal del sistema utilizando la ecuación 4.8 y posteriormente se determinan porcentajes de gasto para las secciones del sistema utilizando la ecuación 4.15 ,estos porcentajes dan función a otros porcentajes de área para mantener la presión constante ,como lo muestra la ecuación 4.14.

Con la obtención de porcentajes de gastos ,se determinan los porcentajes de área y éstos se multiplican por el área del ducto principal para obtener el área de cada sección del ducto en función de su gasto. Con las áreas obtenidas para mantener la presión constante se procede a calcular las dimensiones del ducto cuadrado, con los cuales se obtiene el diámetro equivalente del ducto rectangular. El diámetro equivalente del ducto rectangular puede calcularse con la ecuación 4.5. Utilizando la ecuación 4.4 se determinan el factor de fricción y con la ecuación 4.3 se determina las pérdidas de cada sección de sistema y además para 100 ft de ducto .

Hay que tomar en cuenta que durante el dimensionamiento de ductos hubo una disminución de la velocidad lo que indica que hay que calcular la recuperación de presión que puede ser restada a la presión total del sistema . La ecuación utilizada para calcular las pérdidas es la 4.10.

Para el método de reducción de velocidad , también se tienen que asignar valores de longitud a los ductos , que en este caso es de 12 secciones y que además se tiene que asignar los nombres de los lugares que se están acondicionando. A continuación se debe asignar valores de carga térmica ,tanto para cada rama como la carga total del sistema para obtener volúmenes de aire necesarios para el acondicionamiento del lugar, como se muestra en el diagrama de flujo de la fig. no. 6.3 .Para seguir con el procedimiento es necesario asignar primero un valor al ancho del ducto que se quiere dimensionar y después en el programa se irán asignando valores de velocidades recomendadas en este caso para las ramas del ducto principal y secundarios según sea el caso ,estos valores pueden ser consultados en la tabla 4.1. Después de haber asignado estos valores se calculan las dimensiones del ducto, así como diámetros equivalentes.

Para terminar con el cálculo también se obtienen las pérdidas de presión con la ecuación de Darcy y además se determinan las pérdidas de presión por 100 ft de ducto para cada sección de la que se trate; así mismo se calculan con las ecuaciones de recuperación la presión recuperada por la disminución de la velocidad, la cual se resta a las pérdidas producidas por fricción.

En el método de recuperación de presión pasa por el mismo procedimiento descrito anteriormente, como se muestra en el diagrama de flujo de la fig. no. 8.4, ahí se observa de igual manera que también se asignan longitudes, así como se asignan nombres a los sitios a acondicionar y también se asignan valores de carga térmica para determinar volúmenes de aire para cada sección del sistema de ductos, de igual forma se pide asignar valores de ancho de ducto y velocidad para el ducto principal, el cual se termina dimensionando, este a su vez está dentro de la trayectoria más larga del sistema de ductos y a partir de éste se irán dimensionando los demás. No olvidar que se asignó la primera velocidad recomendada para la primera sección de ductos.

Para comenzar el procedimiento de dimensionamiento de ductos, se pide asignar la longitud equivalente del accesorio a la longitud de la primera sección, para calcular la pérdida de presión utilizando la ecuación 4.3 y la recuperación de la presión del segundo ducto utilizando la ecuación 4.10 y dando un valor de velocidad a la segunda sección de ductos se obtendrá valores de pérdida y recuperación, llevándose a cabo la iteración, la cual termina cuando los valores son iguales.

Para dimensionar la siguiente sección es necesario conocer la longitud de la segunda sección de ductos , así como los accesorios que intervienen en ella con los cuales se calculan las pérdidas de la segunda sección de ductos. Con estos valores se supone una velocidad para la tercera sección de ductos en la ecuación de recuperación estática , dicha presión que es la ganancia por reducción de velocidad que debe ser igual a la pérdida producida en la segunda sección del ducto, también se observa que el cálculo pasa por un proceso iterativo hasta que las presiones se igualan .

Para determinar la velocidad de la cuarta sección de ductos se vuelve a sugerir otra velocidad y de nuevo pasa por un programa iterativo entre la pérdida de la tercera sección y la recuperación de presión de la cuarta sección de ductos , esto realiza hasta que se determine la velocidad del cuarto ducto.

Una vez determinada la velocidad se calculan las dimensiones de los ductos y con estos se determina los diámetros equivalente y estos a su vez sirven para calcular las pérdidas de presión.

Y como mencionamos anteriormente también se puede calcular la presión recuperada , esto también lo muestra el diagrama de flujo de la fig. 6.4.

De igual manera no debe olvidarse que para poder terminar con este diseño , se hizo uso de bases de diseño que fueron utilizadas de la misma manera para el cálculo de carga térmica.

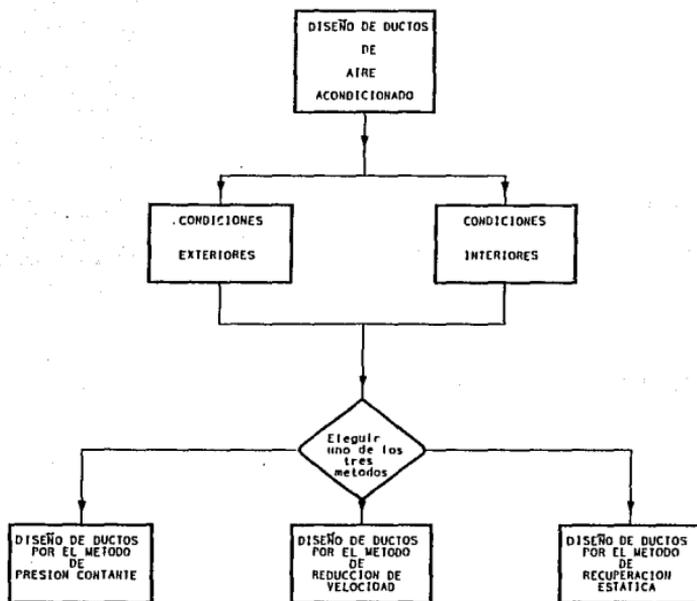


FIGURA NO. 6.1

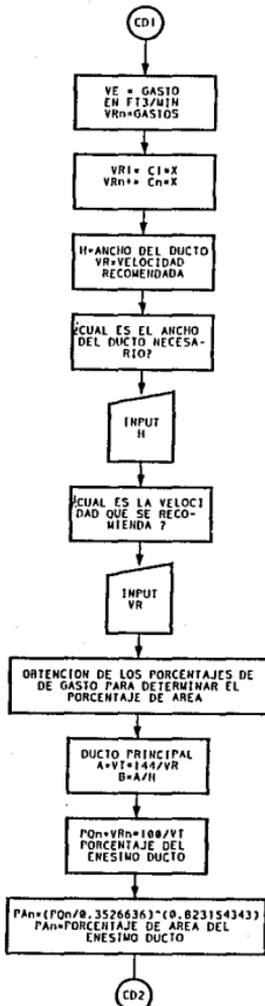
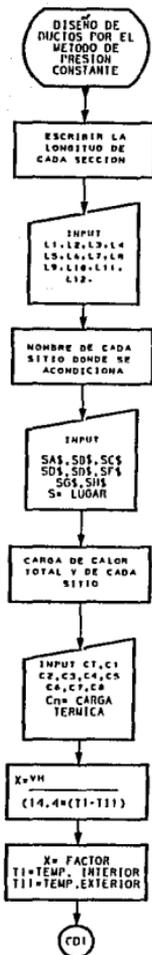


FIGURA 6.2-A

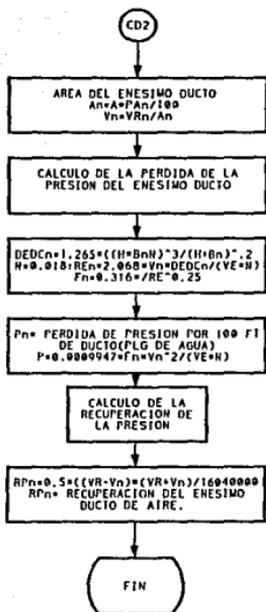
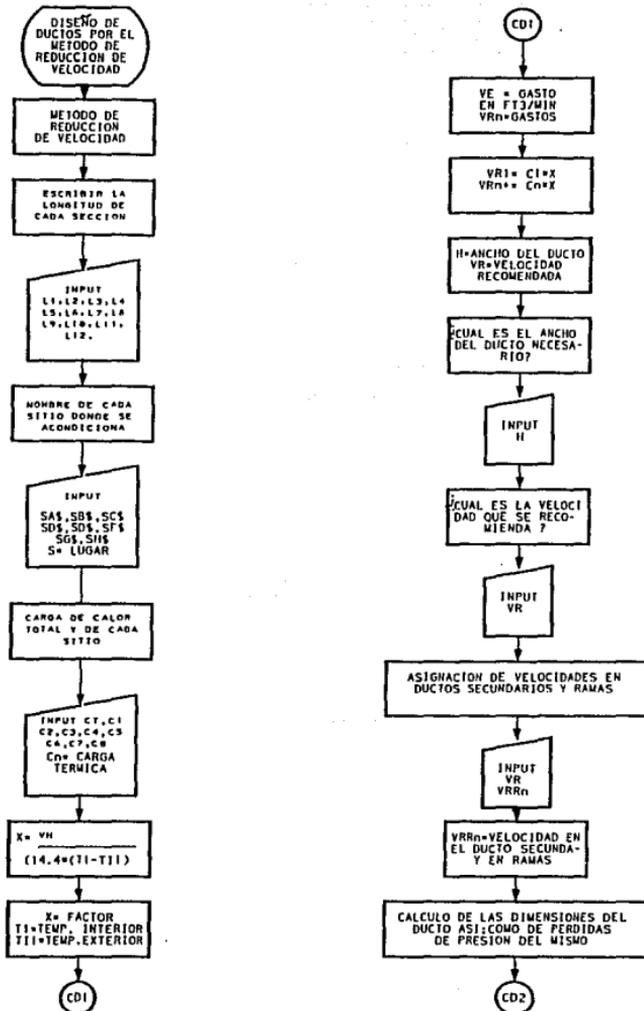


FIGURA NO. 6.3



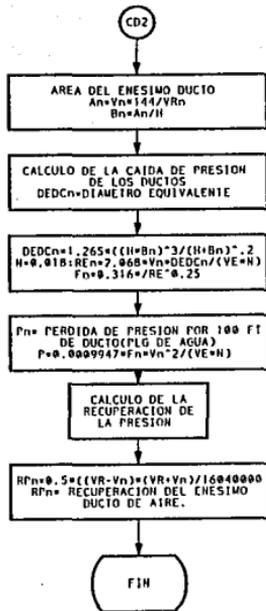


FIGURA 6.3-A

FIGURA NO. 6.4

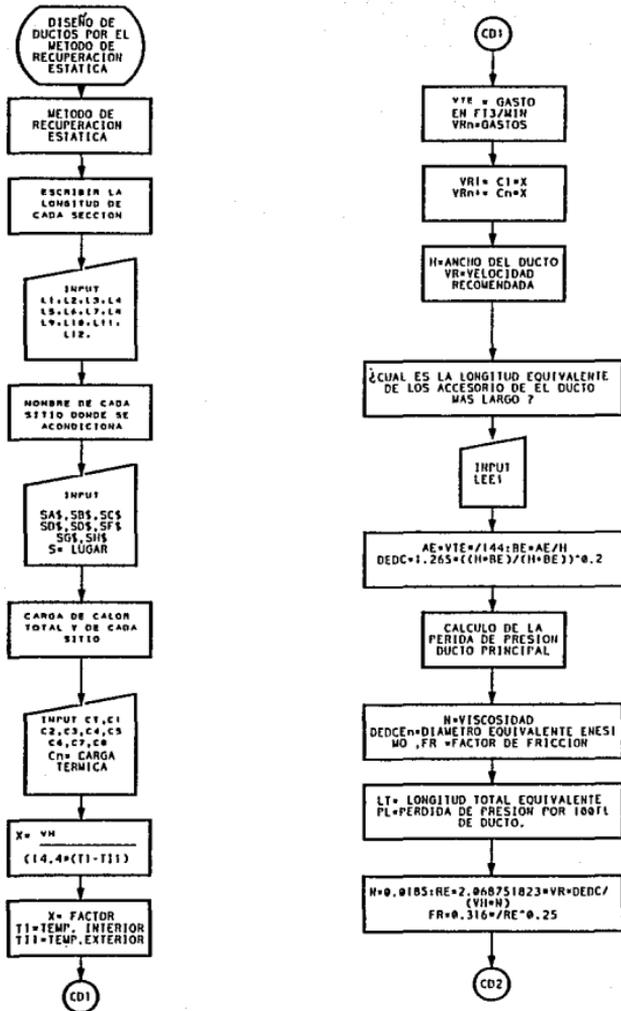




FIGURA 6.4-A

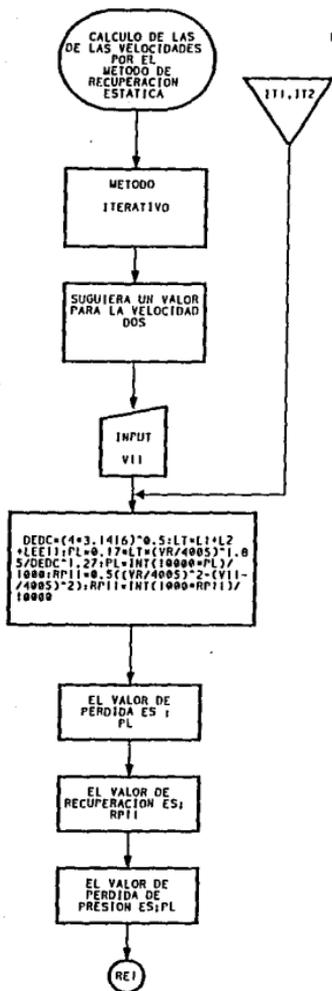
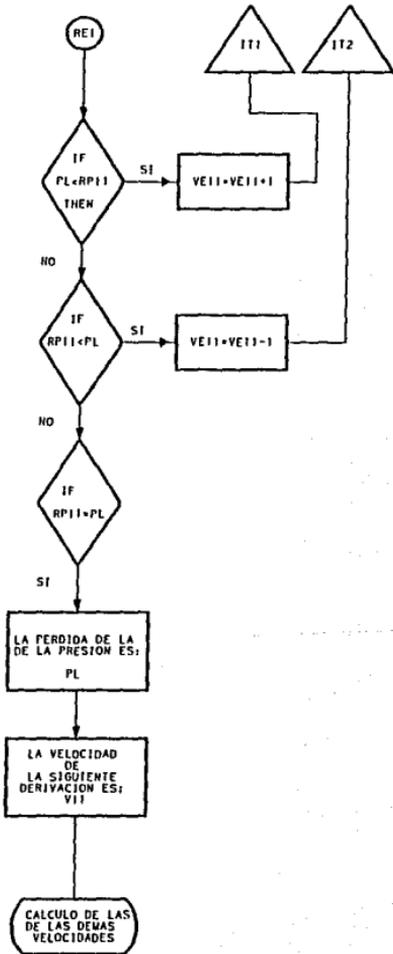


FIGURA NO. 6.5



## 6.2 PROGRAMA EN BASIC PARA EL DISEÑO DE DUCTOS PARA AIRE ACONDICIONADO.

Para describir el programa de cálculo de ductos en forma más sencilla a continuación describimos las partes en que se divide el diseño general:

- a) dibujo del sistemas de ductos
- b) Asignación de longitudes
- c) Asignación de nombre de los sitios donde se acondiciona
- d) Tabla de los valores asignados anteriormente
- e) dibujo del sistema de ductos
- f) Asignación de valores de carga térmica total e individuales
- g) Cálculo de los volúmenes de aire
- h) Asignación de la velocidad recomendada y el ancho del ducto
- i) Dimensionamiento de la primera sección del ducto
- j) Cálculo de la velocidad para dimensionamiento total del sistema:
  - Por el método de presión constante
  - Por el método de reducción de velocidad
  - Por el método de recuperación estática
- k) Cálculo de los lados del ducto
- l) Cálculo del diámetro equivalente
- m) Tabla de resultados de sección , velocidad , gasto, diámetro equivalente, dimensiones del ducto y longitudes del ductos
- n) Cálculo del factor de fricción , pérdida de presión por 100 ft de ducto y pérdida por sección de ducto , así como la recuperación de la presión
- o) Tabla de resultados por sección dando pérdida por sección pérdida por 100 ft de ductos , recuperación de la presión.

## 6. 2. 1 PROGRAMA DEL DIBUJO DEL SISTEMA DE DUCTOS

```

7 REM DIBUJO DEL SISTEMA DE DUCTOS
80 REM DOS PRIMERAS FASES
90 LOCATE 10,20:PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);
100 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
110 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
120 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
130 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
140 LOCATE 14,20:PRINT CHR$(10);
150 FOR M=1 TO 10:LOCATE 15,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
160 FOR M=1 TO 10:LOCATE 15,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;LOCATE 15,20:PRINT STRI
170 LOCATE 15,20:PRINT CHR$(10);
180 LOCATE 19,20:PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);
190 LOCATE 19,20:PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);
200 LOCATE 17,20:PRINT STRING$(1,1);PRINT CHR$(10);LOCATE 17,20:PRINT STRI
210 FOR M=1 TO 10:
220 LOCATE 19,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
230 RETURN
240 REM DOS MAS FASES DEL DIBUJO
250 LOCATE 10,20:PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);
260 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
270 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
280 LOCATE 14,20:PRINT CHR$(10);
290 LOCATE 15,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
300 LOCATE 14,20:PRINT CHR$(10);
310 RETURN
320 REM DOS MAS FASES DEL DIBUJO
330 LOCATE 11,20:PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);
340 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
350 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
360 LOCATE 15,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
370 LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
380 LOCATE 4,20:PRINT CHR$(10);
390 RETURN
400 REM DOS MAS FASES DEL DIBUJO
410 LOCATE 16,20:PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);PRINT CHR$(10);
420 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
430 FOR M=1 TO 10:LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
440 LOCATE 15,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
450 LOCATE 4,20:PRINT STRING$(1,1);COLOR 4;
460 LOCATE 14,20:PRINT CHR$(10);
470 RETURN
480 END

```

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

```

160 REM DOS MAS RAMAS (4) RAMAS
170 LOCATE 10,20:PRINT CHR$(206)+STRING$(14,205)+CHR$(185)
180 FOR MAS =1 TO 13:LOCATE MAS,35:PRINT STRING$(1,186):NEXT MAS
190 FOR MAS =7 TO 9:LOCATE MAS,35:PRINT STRING$(1,186):NEXT MAS
200 LOCATE 15,35:COLOR 23,0:PRINT STRING$(3,25):COLOR 0,7
210 LOCATE 6,35:COLOR 23,0:PRINT STRING$(1,24):COLOR 0,7
220 LOCATE 14,35:PRINT CHR$(127)
230 RETURN
240 REM DOS MAS RAMAS (6) RAMAS
250 LOCATE 10,35:PRINT CHR$(206)+STRING$(14,205)+CHR$(185)
260 FOR MAS =1 TO 13:LOCATE MAS,50:PRINT STRING$(1,186):NEXT MAS
270 FOR MAS =7 TO 9:LOCATE MAS,50:PRINT STRING$(1,186):NEXT MAS
280 LOCATE 15,50:COLOR 23,0:PRINT STRING$(3,25):COLOR 0,7
290 LOCATE 6,50:COLOR 23,0:PRINT STRING$(3,24):COLOR 0,7
300 LOCATE 14,50:PRINT CHR$(127)
310 RETURN
320 REM DOS MAS RAMAS (8) RAMAS
330 LOCATE 10,50:PRINT CHR$(206)+STRING$(14,205)+CHR$(185)
340 FOR MAS =1 TO 13:LOCATE MAS,65:PRINT STRING$(1,186):NEXT MAS
350 FOR MAS =7 TO 9:LOCATE MAS,65:PRINT STRING$(1,186):NEXT MAS
360 LOCATE 15,65:COLOR 23,0:PRINT STRING$(3,25):COLOR 0,7
370 LOCATE 6,65:COLOR 23,0:PRINT STRING$(3,24):COLOR 0,7
380 LOCATE 14,65:PRINT CHR$(127)
390 RETURN
400 COLOR 1,7:FOR POPAR = 3 TO 17:LOCATE POPAR,1:PRINT STRING$(80,217):LOCATE
POPAR,80:NEXT POPAR:RETURN

```

## 6.2.2 PROGRAMA DE ASIGNACION DE LONGITUDES

```

%0 BEEP:COLOR 0,7:LOCATE 21,65:PRINT "INICIALIZACION "
20 COLOR 1,7:FOR MAS=3 TO 19:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(80,217):NEXT MAS
30 LOCATE 21,1:COLOR 7,4:PRINT "SIST. 2 RAMAS "
40 LOCATE 21,1:COLOR 7,4:PRINT "SIST. 4 RAMAS "
50 LOCATE 21,1:COLOR 7,4:PRINT "SIST. 6 RAMAS "
60 LOCATE 21,1:COLOR 7,4:PRINT "SIST. 8 RAMAS "
70 LOCATE 11,8:PRINT "L1 ft"
80 LOCATE 9,8:PRINT "L2 ft"
90 LOCATE 7,22:PRINT "L3 ft"
100 COLOR 7,4:LOCATE 13,22:PRINT "L4 ft"
110 LOCATE 13,38:PRINT "L5 ft"
120 LOCATE 7,38:PRINT "L6 ft"
130 LOCATE 15,52:PRINT "L7 ft"
140 LOCATE 7,52:PRINT "L8 ft"
150 LOCATE 13,67:PRINT "L9 ft"
160 LOCATE 7,67:PRINT "L10 ft"
170 LOCATE 9,22:PRINT "L11 ft"
180 LOCATE 9,38:PRINT "L12 ft"
190 LOCATE 9,52:PRINT "L13 ft"
200 LOCATE 4,20:COLOR 23,1:PRINT "Escriba LA LONGITUD DE CADA SECCION DEL DUCTO"
:COLOR 0,7
210 BEEP:LOCATE 11,11:INPUT L1
220 LOCATE 9,11:INPUT L2
230 LOCATE 7,25:INPUT L3
240 LOCATE 13,25:INPUT L4

```

```

250 LOCATE 13,41:INPUT L5
260 LOCATE 7,41:INPUT L6
270 LOCATE 13,55:INPUT L7
280 LOCATE 7,55:INPUT L8
290 LOCATE 13,71:INPUT L9
300 LOCATE 7,71:INPUT L10
310 LOCATE 9,26:INPUT L11
320 LOCATE 9,41:INPUT L12
330 LOCATE 9,55:INPUT L13

```

### 6.2.3 PROGRAMA DE ASIGNACION DE NOMBRE DE LOS SITIOS DONDE SE ACONDICIONA

```

10 BEEP:COLOR 23,1:LOCATE 18,20:PRINT "ESCRIBA EL LUGAR QUE CORRESPONDE A CADA P  

  APA DEL DUCTO":COLOR 0,7
20 LOCATE 5,13:PRINT "SITIO 1"           *:LOCATE 5,21:INPUT S#1
30 LOCATE 16,13:PRINT "SITIO 2"         *:LOCATE 16,21:INPUT S#1
40 COLOR 1,7:FOR MAS=4 TO 4:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
50 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
60 LOCATE 5,33:PRINT "SITIO 3"          *:LOCATE 5,40:INPUT S#1
70 LOCATE 16,33:PRINT "SITIO 4"         *:LOCATE 16,40:INPUT S#1
80 COLOR 1,7:FOR MAS=4 TO 4:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
90 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
100 LOCATE 5,46:PRINT "SITIO 5"         *:LOCATE 5,53:INPUT S#1
110 LOCATE 16,46:PRINT "SITIO 6"        *:LOCATE 16,53:INPUT S#1
120 COLOR 1,7:FOR MAS=4 TO 4:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
130 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
140 LOCATE 5,60:PRINT "SITIO 7"         *:LOCATE 5,67:INPUT S#1
150 LOCATE 16,60:PRINT "SITIO 8"        *:LOCATE 16,67:INPUT S#1
160 COLOR 1,7:FOR CONTADOR=3 TO 17:LOCATE CONTADOR,1:PRINT STRING$(80,219):NEXT  

  CONTADOR:COLOR 7,1

```

#### 6.2.4 PROGRAMA DE LA TABLA DE RESULTADOS DE SITIOS Y LONGITUDES

```

10 LOCATE 4,2:PRINT "ELEMENTO"TAB(20)"SECCION"TAB(40)"LONGITUD"TAB(60)"CLAVE"
20 LOCATE 5,2:PRINT "L1"TAB(20)"A-B"TAB(40):L1 TAB(60)"DUCTO PRINCIPAL"
30 LOCATE 6,2:PRINT "L2"TAB(20)"B-C"TAB(40):L2 TAB(60)"DUCTO PRINCIPAL"
40 LOCATE 7,2:PRINT "L3"TAB(20)"C-E"TAB(40):L3 TAB(60):SAB
50 LOCATE 8,2:PRINT "L4"TAB(20)"C-E"TAB(40):L4 TAB(60):SBB
60 LOCATE 9,2:PRINT "L11"TAB(20)"C-E"TAB(40):L11 TAB(60)"DUCTO PRINCIPAL"
70 LOCATE 10,2:PRINT "L6"TAB(20)"F-G"TAB(40):L6 TAB(60):SCA
80 LOCATE 11,2:PRINT "L5"TAB(20)"F-H"TAB(40):L5 TAB(60):SDA
90 LOCATE 12,2:PRINT "L12"TAB(20)"F-I"TAB(40):L12 TAB(60)"DUCTO PRINCIPAL"
100 LOCATE 13,2:PRINT "L8"TAB(20)"I-J"TAB(40):L8 TAB(60):SEB
110 LOCATE 14,2:PRINT "L7"TAB(20)"I-J"TAB(40):L7 TAB(60):SFA
120 LOCATE 15,2:PRINT "L13"TAB(20)"I-L"TAB(40):L13 TAB(60)"DUCTO PRINCIPAL"
130 LOCATE 16,2:PRINT "L10"TAB(20)"L-M"TAB(40):L10 TAB(60):SGA
140 LOCATE 17,2:PRINT "L9"TAB(20)"L-M"TAB(40):L9 TAB(60):SGB
150 COLOR 23,1:LOCATE 18,25:PRINT " PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR":INPUT$
1

```

#### 6.2.5 PROGRAMA DE ASIGNACION DE VALORES DE CARGA TEPMICA TOTAL E INDIVIDUAL

```

10 COLOR 0,7:LOCATE 4,2:PRINT "CUAL ES LA CARGA TOTAL":PEEP
20 LOCATE 4,27:PRINT " en BTU/HR":LOCATE 4,26:INPUT C1
30 REPEAT LOCATE 18,29:COLOR 23,4:PRINT "ESCRIBA LA CARGA TECNICA PARA CADA SECCION
DEL DUCTO":COLOR 0,7
40 LOCATE 5,13:PRINT "SITIO 1" "":LOCATE 5,21:INPUT C1
50 LOCATE 16,13:PRINT "SITIO 2" "":LOCATE 16,21:INPUT C2
60 COLOR 1,7:FOR MAS=4 TO 4:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
70 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
80 LOCATE 5,33:PRINT "SITIO 3" "":LOCATE 5,40:INPUT C3
90 LOCATE 16,33:PRINT "SITIO 4" "":LOCATE 16,40:INPUT C4
100 COLOR 1,7:FOR MAS=4 TO 4:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
110 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
120 LOCATE 5,48:PRINT "SITIO 5" "":LOCATE 5,56:INPUT C5
130 LOCATE 16,48:PRINT "SITIO 6" "":LOCATE 16,56:INPUT C6
140 COLOR 1,7:FOR MAS=4 TO 4:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
150 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,11:PRINT STRING$(80,219):NEXT MAS
160 LOCATE 5,60:PRINT "SITIO 7" "":LOCATE 5,68:INPUT C7
170 LOCATE 16,60:PRINT "SITIO 8" "":LOCATE 16,68:INPUT C8
180 COLOR 1,7:FOR CONTADOR=3 TO 19:LOCATE CONTADOR,1:PRINT STRING$(80,219):NEXT
CONTADOR

```

## 6. 2. 6. PROGRAMA DE CALCULO DE VOLUMENES DE AIRE

```

10 REM CALCULO DEL VOLUMEN DE AIRE NECESARIO
20 V#1=13.3333333333333
30 F#1=V#1/4.44*(1-T1)^(1/3)*VT*(F1*VR1=C11*F#1*V#2=C21F
40 VP3=C31F#1*V#4=C41F
50 VP5=C51F#1*V#5=C61F
60 V#7=C71F#1*V#9=C81F
70 VR11=VR3+VR4
80 VR12=VR3+VR4+VP5+V#6;VR12=VP5+V#6
90 VR11=VR3+VR4+VP5+V#6+VR7+V#8;VR12=V#5+V#6+VR7+VR8;VR13=VR7+V#8
100 COLDF 1.7:FOP MAS=1 TO 15:LOCATE MAS,11:PRINT STR$(V#1*V#2,219);NEXT MAS:COLDF
7.1
    
```

## 6. 2. 7. PROGRAMA DE ASIGNACION DE LA VELOCIDAD RECOMENDADA Y EL ANCHO DEL DUCTO

```

10 REM ASIGNACION DE LA VELOCIDAD DEL DUCTO PRINCIPAL Y ANCHO DEL DUCTO
20 LOCATE 3,2:PRINT "CUAL ES EL ANCHO DEL DUCTO EN PLE.":LOCATE 3,7
3:INPUT H
70 LOCATE 4,2:PRINT "CUAL ES LA VELOCIDAD RECOMENDADA F#1/m":LOCATE
E 4,4:INPUT V#1
40 A=V#1/4.44*VR1/B=4/H
50 DEBC=1.265*(H*B)^(3/4)*(V#1)^2
    
```

## 6. 2. 8 PROGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO DE LA PRIMERA SECCION DEL DUCTO.

## 6. 2. 9 PROGRAMA DE CALCULO DE LA VELOCIDAD PARA EL DIMENSIONAMIENTO TOTAL DEL SISTEMA.

## 6. 2. 9. 1 PROGRAMA DE DISEÑO DE DUCTOS POR EL METODO DE PRESION CONSTANTE (CALCULO DE VELOCIDADES).

```

10 REM OBTENCION DE PORCENTAJES DE GASTOS
20 P#1=VR1/100/VT
30 P#2=VR2/100/VT
40 P#3=VR3/100/VT
50 P#4=VR4/100/VT
60 P#5=VP5/100/VT
70 P#6=VR6/100/VT
80 P#7=VR7/100/VT
90 P#8=VR8/100/VT
100 P#11=VR11/100/VT
110 P#12=VR12/100/VT
120 P#13=VR13/100/VT
130 REM OBTENCION DE PORCENTAJE DE AREA Y VELOCIDAD
140 PA1=2.348316+1.263629*P#1-.0029531*P#1^2;A1=A/P#1/100;V1=V#1/4.44/A1
150 PA2=2.348316+1.263629*P#2-.0029531*P#2^2;A2=A/P#2/100;V2=V#2/4.44/A2
160 PA3=2.348316+1.263629*P#3-.0029531*P#3^2;A3=A/P#3/100;V3=V#3/4.44/A3
170 PA4=2.348316+1.263629*P#4-.0029531*P#4^2;A4=A/P#4/100;V4=V#4/4.44/A4
180 PA5=2.348316+1.263629*P#5-.0029531*P#5^2;A5=A/P#5/100;V5=V#5/4.44/A5
190 PA6=2.348316+1.263629*P#6-.0029531*P#6^2;A6=A/P#6/100;V6=V#6/4.44/A6
200 PA7=2.348316+1.263629*P#7-.0029531*P#7^2;A7=A/P#7/100;V7=V#7/4.44/A7
210 PA8=2.348316+1.263629*P#8-.0029531*P#8^2;A8=A/P#8/100;V8=V#8/4.44/A8
220 PA11=2.348316+1.263629*P#11-.0029531*P#11^2;A11=A/P#11/100;V11=V#11/4.44/A11
    
```

6.2.9.2 PROGRAMA DE DISEÑO DE DUCTOS POR EL METODO DE LA REDUCCION DE VELOCIDAD ,ASIGNACION DE VELOCIDADES.

```

10 COLOR 23,1:LOCATE 4,1:PRINT "ESCRIBA LA VELOCIDAD RECOMENDADA FL/min DE CADA
UNA DE LAS SECCIONES DE DUCTOS:";COLOR 0,7
20 LOCATE 8,5:PRINT "VF="          ":LOCATE 9,7:INPUT VF
30 LOCATE 8,22:PRINT "VP1="       ":LOCATE 8,27:INPUT V11
40 LOCATE 8,36:PRINT "VP2="       ":LOCATE 8,40:INPUT V12
50 LOCATE 8,51:PRINT "VP2="       ":LOCATE 8,55:INPUT V17
60 LOCATE 5,13:PRINT "SITIO 1     "FL/min":LOCATE 5,21:INPUT V1
70 LOCATE 16,17:PRINT "SITIO 2    "FL/min":LOCATE 16,21:INPUT V2
80 COLOR 1,7:FOR MAS=1 TO 4:LOCATE MAS,14:PRINT STRING$(90,21):NEXT MAS
90 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,14:PRINT STRING$(90,21):NEXT MAS
100 LOCATE 5,33:PRINT "SITIO 3     "FL/min":LOCATE 5,40:INPUT V3
110 LOCATE 16,33:PRINT "SITIO 4    "FL/min":LOCATE 16,40:INPUT V4
120 COLOR 1,7:FOR MAS=4 TO 4:LOCATE MAS,14:PRINT STRING$(90,21):NEXT MAS
130 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,14:PRINT STRING$(90,21):NEXT MAS
140 LOCATE 5,48:PRINT "SITIO 5     "FL/min":LOCATE 5,55:INPUT V5
150 LOCATE 16,48:PRINT "SITIO 6    "FL/min":LOCATE 16,55:INPUT V6
160 COLOR 1,7:FOR MAS=4 TO 4:LOCATE MAS,14:PRINT STRING$(90,21):NEXT MAS
170 COLOR 1,7:FOR MAS=15 TO 15:LOCATE MAS,14:PRINT STRING$(90,21):NEXT MAS
180 LOCATE 5,55:PRINT "SITIO 7     "FL/min":LOCATE 5,62:INPUT V7
190 LOCATE 16,55:PRINT "SITIO 8    "FL/min":LOCATE 16,62:INPUT V8
200 LOCATE 19,25:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR:";AB=INPUT$(1)

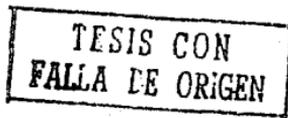
```

6.2.9.3 PROGRAMA DE CALCULO DE LA VELOCIDAD POR EL METODO DE RECUPERACION ESTATICA,(PROGRAMA ITERATIVO).

```

10 REM METODO DE RECUPERACION ESTATICA
20 LOCATE 4,15:PRINT "SUGIERA UN VALOR PARA LA VELOCIDAD D05 :          ":L
LOCATE 4,57:INPUT VE11
30 DEEE=4*VTE/(V11,1116)*.5:LT=L+LZ+LEE1
40 PL=.017*LT*(V1/4005)*1.65/DFCE*1.2*
50 PL=INT(10000*PL)/10000
60 PP1=.5*(V1/4005)*2-(VE11/4005)*2
70 PP1=INT(10000*PP1)/10000
80 COLOR 7,4:LOCATE 19,19:PRINT "EL VALOR DE PRESION DE PRESION ES :":PL "EN "
16 DE VE"
90 LOCATE 11,10:PRINT "EL VALOR DE RECUPERACION DE PRESION I:";PP1"PLG DE HG"
100 IF PL/PP1 THEN 130 ELSE 110
110 IF PP1< PL THEN 140 ELSE 120
120 IF PL=PP1 THEN 150
130 VE11=VE11+1:GOTO 30
140 VE11=VE11-1:GOTO 30
150 LOCATE 15,10:COLOR 7,4:PRINT "LA PERDIDA DE PRESION AFINEPA RECCION I:";PL*E
6 DE VE"
160 LOCATE 16,10:PRINT "LA VELOCIDAD EN LA SIGUIENTE REPIVACION I:";VE11

```



```

170 LOCATE 19,20:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR CON EL CALCULO ":
171:INPUT"1)"
170 REM METODO DE RECUPERACION ESTATICA
200 LOCATE 4,15:PRINT "SUGIERA UN VALOR PARA LA VELOCIDAD DDS : "
LOCATE 4,57:INPUT VE12
210 DECE11=(44*VE11/VE1103,1416)*.5
220 PLE11=.017*LI1/DECE11*1.27*(VE11/4005)*1.05
230 PLE11=INT(10000*PLE11)/10000
240 RP12=.54*(VE11/4005)*2-(VE12/4005)*2
250 RF12=INT(10000*RF12)/10000
260 COLOR 7,4:LOCATE 10,10:PRINT "EL VALOR DE PERDIDA DE PRESION ES : *PLE11 *
EN PLS DE HG"
270 LOCATE 11,10:PRINT "EL VALOR DE RECUPERACION DE PRESION : *RF12*PLG DE HG"
280 IF PLE11< RF12 THEN 310 ELSE 290
290 IF RP12< PLE11 THEN 320 ELSE 300
300 IF PLE11<RF12 THEN 330
310 VE12=VE12+.5:GOTO 210
320 VE12=VE12-.5:GOTO 210
330 LOCATE 15,10:COLOR 7,4:PRINT "LA PERDIDA DE PRESION PRIMERA SECCION : *PLE11 *
*PLG DE HG"
340 LOCATE 16,10:PRINT "LA VELOCIDAD EN LA SIGUIENTE DESVIACION : *VE12"
350 LOCATE 19,20:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR CON EL CALCULO ":
351:INPUT"1)"
370 REM METODO DE RECUPERACION ESTATICA
380 LOCATE 4,15:PRINT "SUGIERA UN VALOR PARA LA VELOCIDAD DDS : "
LOCATE 4,57:INPUT VE13
390 DECE12=(44*VE12/VE1203,1416)*.5
400 PLE12=.017*LI2/DECE12*1.27*(VE12/4005)*1.05
410 PLE12=INT(10000*PLE12)/10000
420 RP13=.54*(VE12/4005)*2-(VE13/4005)*2
430 RF13=INT(10000*RF13)/10000
440 COLOR 7,4:LOCATE 10,10:PRINT "EL VALOR DE PERDIDA DE PRESION ES : *PLE12 *
EN PLS DE HG"
450 LOCATE 11,10:PRINT "EL VALOR DE RECUPERACION DE PRESION : *RF13*PLG DE HG"
460 IF PLE12< RF13 THEN 490 ELSE 470
470 IF RP13< PLE12 THEN 500 ELSE 480
480 IF PLE12<RF13 THEN 510
490 VE13=VE13+1:GOTO 390
500 VE13=VE13-1:GOTO 390
510 LOCATE 15,10:COLOR 7,4:PRINT "LA PERDIDA DE PRESION PRIMERA SECCION : *PLE12 *
*PLG DE HG"
520 LOCATE 16,10:PRINT "LA VELOCIDAD EN LA SIGUIENTE DESVIACION : *VE13"
530 LOCATE 19,20:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR CON EL CALCULO ":
531:INPUT"1)"
550 REM METODO DE RECUPERACION ESTATICA
560 LOCATE 4,15:PRINT "SUGIERA UN VALOR PARA LA VELOCIDAD DDS : "
LOCATE 4,57:INPUT VE9
570 DECE13=(44*VE13/VE1303,1416)*.5
580 PLE13=.017*LI3/DECE13*1.27*(VE13/4005)*1.05
590 PLE13=INT(10000*PLE13)/10000
600 RF9=.54*(VE13/4005)*2-(VE9/4005)*2
610 RP9=INT(10000*RP9)/10000
620 COLOR 7,4:LOCATE 10,10:PRINT "EL VALOR DE PERDIDA DE PRESION ES : *PLE13*
*PLG DE HG"
630 LOCATE 11,10:PRINT "EL VALOR DE RECUPERACION DE PRESION : *RP9*PLG DE HG"

```

```

440 IF PLE13<=FB THEN 470 ELSE 450
450 IF RF8< FLE13 THEN 480 ELSE 460
460 IF FLE13<=FB THEN 490
470 VEB=VEB+1:GOTO 570
480 VEB=VEB-1:GOTO 570
490 LOCATE 15,10:COLOR 7,4:PRINT "LA PERIODA DE PRESION PRIMERA SECCION :":PLE13
"PLE DE ME"
700 LOCATE 16,10:PRINT "LA VELOCIDAD EN LA SIGUIENTE DEPRIVACION :":VEB
710 LOCATE 19,20:PRINT "PRESIONE CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR CON EL CALCULO ":
"1"=INPU1(1)

```

#### 6.2.9.10 PROGRAMA DE CALCULO DE LOS LADOS DEL DUCTO

```

10 REM LADOS DEL DUCTO.H LAO DEL DUCTO CONOCIDO
20 B1=A1/H
30 B2=A2/H
40 B3=A3/H
50 B4=A4/H
60 B5=A5/H
70 B6=A6/H
80 B7=A7/H
90 B8=A8/H
100 B11=A11/H
110 B12=A12/H
120 B13=A13/H

```

### 6. 2. 11 PROGRAMA DE CALCULO DEL DIAMETRO EQUIVALENTE

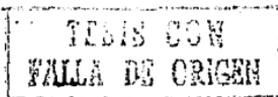
```

10 PGM CALCULO DEL DIAMETRO EQUIVALENTE
20 DE01=1.2654*((H*01)**3/(H+01))**.2
30 DE02=1.2654*((H*02)**3/(H+02))**.2
40 DE03=1.2654*((H*03)**3/(H+03))**.2
50 DE04=1.2654*((H*04)**3/(H+04))**.2
60 DE05=1.2654*((H*05)**3/(H+05))**.2
70 DE06=1.2654*((H*06)**3/(H+06))**.2
80 DE07=1.2654*((H*07)**3/(H+07))**.2
90 DE08=1.2654*((H*08)**3/(H+08))**.2
100 DE09=1.2654*((H*09)**3/(H+09))**.2
110 DE012=1.2654*((H*012)**3/(H+012))**.2
120 DE013=1.2654*((H*013)**3/(H+013))**.2
    
```

### 6. 2. 12 PROGRAMA DE TABLA DE RESULTADOS DE SECCION .VELOCIDAD , GASTO, DIAMETRO EQUIVALENTE. DIMENSIONES DEL DUCTO Y LONGITUDES DEL DUCTO.

```

10 LOCATE 3,2:FFINT "SECCION"TAB(11)*CAPACIDAD*TAB(22)*VELOCIDAD*TAB(32)*DIAMETRO
  *TAB(42)*DIMENSIONES*TAB(57)*LONGITUD*TAB(67)*LONG.EQUIVAL."
20 LOCATE 4,2:FFINT "O LUOGO"TAB(11) "F13/min" TAB(22) " F13/min" TAB(32) " c/c"
  *TAB(42)"o/a x o/a"TAB(57) " F1" *TAB(67) " F1"
30 LOCATE 5,2:FFINT " A - B "TAB(11):VT TAB(22):VR TAB(32):DE01 TAB(42):R TAB(4E
  ):H TAB(57):L1
40 LOCATE 5,2:FFINT " B - C "TAB(11):VT TAB(22):VR TAB(32):DE02 TAB(42):R TAB(4E
  ):H TAB(57):L2
50 LOCATE 7,2:FFINT " C - D "TAB(11):VPI TAB(22):V1 TAB(32):DE01 TAB(42):R1 TAB(
  4E):H TAB(57):L3
60 LOCATE 8,2:FFINT " C - E "TAB(11):VPI TAB(22):V2 TAB(32):DE02 TAB(42):R2 TAB(
  4E):H TAB(57):L4
70 LOCATE 9,2:FFINT " C - F "TAB(11):VPI TAB(22):V11 TAB(32):DE01 TAB(42):R11
  TAB(4E):H TAB(57):L11
80 LOCATE 10,2:FFINT " F - G "TAB(11):VPI TAB(22):V3 TAB(32):DE03 TAB(42):R3 TAB
  (4E):H TAB(57):L5
90 LOCATE 11,2:FFINT " F - H "TAB(11):VPI TAB(22):V4 TAB(32):DE04 TAB(42):R4 TAB
  (4E):H TAB(57):L5
100 LOCATE 12,2:FFINT " F - I "TAB(11):VPI TAB(22):V12 TAB(32):DE012 TAB(42):R1
  2 TAB(4E):H TAB(57):L12
110 LOCATE 13,2:FFINT " I - J "TAB(11):VPI TAB(22):V5 TAB(32):DE05 TAB(42):R5 TA
  B(4E):H TAB(57):L6
120 LOCATE 14,2:FFINT " I - Y "TAB(11):VPI TAB(22):V6 TAB(32):DE06 TAB(42):R6 TA
  B(4E):H TAB(57):L7
130 LOCATE 15,2:FFINT " I - L "TAB(11):VPI TAB(22):V13 TAB(32):DE013 TAB(42):R1
  3 TAB(4E):H TAB(57):L13
140 LOCATE 15,2:FFINT " L - M "TAB(11):VPI TAB(22):V7 TAB(32):DE07 TAB(42):R7 TA
  B(4E):H TAB(57):L10
150 LOCATE 17,2:FFINT " L - N "TAB(11):VPI TAB(22):V8 TAB(32):DE08 TAB(42):R8 TA
  B(4E):H TAB(57):L5
160 LOCATE 19,2:FFINT " PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR"TAB(11):H+INPUT(1)
    
```



6.2.13. PROGRAMA DE CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION , PERDIDA DE PRESION POR 100 FT DE DUCTO Y PERDIDA POR SECCION Y LA RECUPERACION DE LA PRESION.

```

10 REM CALCULO DE LA PERDIDA DE PRESION EN DUCTOS
20 VHM=13.33333333
30 M=.0185:PE=2.068751823814VHDECC/(VHM*N1)
40 FP=.059/(DECC/12)^(.274V)^(.15)
50 P=.0099471FR14V^2/(VHM*DECC)
60 N1=.0185:RE1=2.068751823814VHDECC1/(VHM*N1)
70 FR1=.059/(DECC1/12)^(.274V1)^(.15)
80 F1=.0099471FR14V1^2/(VHM*DECC1)
90 N2=.0185:RE2=2.068751823814V2HDECC2/(VHM*N2)
100 FR2=.059/(DECC2/12)^(.274V2)^(.15)
110 F2=.0099471FR24V2^2/(VHM*DECC2)
120 N3=.0185:RE3=2.068751823814V3HDECC3/(VHM*N3)
130 FR3=.059/(DECC3/12)^(.274V3)^(.15)
140 F3=.0099471FR34V3^2/(VHM*DECC3)
150 N4=.0185:RE4=2.068751823814V4HDECC4/(VHM*N4)
160 FR4=.059/(DECC4/12)^(.274V4)^(.15)
170 F4=.0099471FR44V4^2/(VHM*DECC4)
180 N5=.0185:RE5=2.068751823814V5HDECC5/(VHM*N5)
190 FR5=.059/(DECC5/12)^(.274V5)^(.15)
200 F5=.0099471FR54V5^2/(VHM*DECC5)
210 N6=.0185:RE6=2.068751823814V6HDECC6/(VHM*N6)
220 FR6=.059/(DECC6/12)^(.274V6)^(.15)
230 F6=.0099471FR64V6^2/(VHM*DECC6)
240 N7=.0185:RE7=2.068751823814V7HDECC7/(VHM*N7)
250 FR7=.059/(DECC7/12)^(.274V7)^(.15)
260 F7=.0099471FR74V7^2/(VHM*DECC7)
270 N8=.0185:RE8=2.068751823814V8HDECC8/(VHM*N8)
280 FR8=.059/(DECC8/12)^(.274V8)^(.15)
290 F8=.0099471FR84V8^2/(VHM*DECC8)
300 N11=.0185:RE11=2.068751823814V11HDECC11/(VHM*N11)
310 FR11=.059/(DECC11/12)^(.274V11)^(.15)
320 P11=.0099471FR114V11^2/(VHM*DECC11)
330 N12=.0185:RE12=2.068751823814V12HDECC12/(VHM*N12)
340 FR12=.059/(DECC12/12)^(.274V12)^(.15)
350 P12=.0099471FR124V12^2/(VHM*DECC12)
360 N13=.0185:RE13=2.068751823814V13HDECC13/(VHM*N13)
370 FR13=.059/(DECC13/12)^(.274V13)^(.15)
380 F13=.0099471FR134V13^2/(VHM*DECC13)
390 SP1=.58*(VR-V1)*VR4V1/(160400000)
400 SP2=.58*(VR-V2)*VR4V2/(160400000)
410 SP3=.58*(V11-V31)*V134V31/(160400000)
420 SP4=.58*(V11-V41)*V144V41/(160400000)
430 SP5=.58*(V12-V51)*V124V51/(160400000)
440 SP6=.58*(V12-V61)*V124V61/(160400000)
450 SP7=.58*(V13-V71)*V134V71/(160400000)
460 SP8=.58*(V13-V81)*V134V81/(160400000)
470 RP11=.58*(VR-V11)*VR4V11/(159400000)
480 RP12=.58*(V11-V121)*V114V121/(159400000)
490 RP13=.58*(V12-V131)*V124V131/(159400000)

```

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

6.2.14. PROGRAMA TABLA DE RESULTADOS POR SECCION DANDO PERDIDA  
 POR SECCION ,PERDIDA POR 100 FT DE DUCTOS ,RECUPERACION  
 DE LA PRESION.

```

10 REM RESULTADOS DE LAS PERDIDAS DE PRESION
20 COLOR 7,1:FOR MAS=3 TO 19:LOCATE MAS,1:PRINT STRING$(9,217);NEXT MAS
30 LOCATE 3,25:PRINT "CAIDAS DE PRESION PARA CADA SECCION"
40 LOCATE 4,1:PRINT " SECCION "TAB(15)*"PERDIDA/100 FT"TAB(32)*"PERDIDA POR SECCION"
  *TAB(55)*"PERDIDA POR VELOCIDAD"
50 LOCATE 5,1:PRINT " 9 LUGAR "TAB(15)*" cto de agua "TAB(32)*" cto de agua
  *TAB(55)*" FLG DE AGUA "
60 LOCATE 6,1:PRINT " A - B "TAB(15)*P TAB(32)*L10P
70 LOCATE 7,1:PRINT " R - C "TAB(15)*P TAB(32)*L24P:PRINT"
80 LOCATE 8,1:PRINT " C - D "TAB(15)*P1 TAB(32)*L34P1 TAB(55)*P3
90 LOCATE 9,1:PRINT " C - E "TAB(15)*P2 TAB(32)*L44P2 TAB(55)*P4
100 LOCATE 10,1:PRINT " C - F "TAB(15)*P11 TAB(32)*L11P11 TAB(55)*P11
110 LOCATE 11,1:PRINT " F - G "TAB(15)*P3 TAB(32)*L6 P3 TAB(55)*P6
120 LOCATE 12,1:PRINT " F - H "TAB(15)*P4 TAB(32)*L5 P4 TAB(55)*P5
130 LOCATE 13,1:PRINT " F - I "TAB(15)*P12 TAB(32)*L12P12 TAB(55)*P12
140 LOCATE 14,1:PRINT " I - J "TAB(15)*P5 TAB(32)*L6 P5 TAB(55)*P13
150 LOCATE 15,1:PRINT " I - K "TAB(15)*P6 TAB(32)*L7 P6 TAB(55)*P7
160 LOCATE 16,1:PRINT " I - L "TAB(15)*P7 TAB(32)*L13P13 TAB(55)*P13
170 LOCATE 17,1:PRINT " L - M "TAB(15)*P7 TAB(32)*L10P7 TAB(55)*P7
180 LOCATE 18,1:PRINT " L - N "TAB(15)*P9 TAB(32)*L9 P9 TAB(55)*P8
190 LOCATE 19,25:PRINT " PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR":;19:INPUT#1;

```

TESIS CON  
 FALLA LE ORIGEN

### 6.3 APLICACION DE LA METODOLOGIA DE CALCULO PARA EL DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO.

Con los resultados de carga térmica para cada oficina y la carga total, son utilizadas para dimensionar los ductos de aire acondicionado. Además las mismas bases de diseño serán necesarias para el cálculo.

Para poder resolver este problema es necesario conocer el funcionamiento del programa que se empleo para este problema para lo que es necesario consultar el apéndice B.

A continuación se dan los resultados de carga térmica tomándose en cuenta el factor del calor ganado por el sistema debido al motor del ventilador y el factor de seguridad.

	Cargas totales (BTU/hr)	Calor sensible (BTU/hr)	Calor latente (BTU/hr)
Oficina no. 1	15603.74	10945.970	4657.776
Oficina no. 2	14277.31	9617.239	4660.073
Oficina no. 3	14517.14	9899.365	4657.776
Oficina no. 4	14394.78	9837.004	4557.776
Oficina no. 5	14433.53	9775.753	4657.776
Oficina no. 6	14494.78	9837.004	4657.776
Oficina no. 7	23246.38	16941.310	6305.073
Oficina no. 8	23085.89	16763.120	6302.776
Total	134033.55 BTU/hr	93576.765	40456.802

Multiplicando el calor sensible total por 4 % obtenemos:  
 (factor de ganancia de calor por motor del ventilador)

97319.836

+

Y sumando el calor latente 40456.802

Obtenemos : 137776.64

Multiplicando por el factor de seguridad (10%)

151554.30 (BTU/hr)

Resultados de carga térmica para cada uno de los sitios a acondicionar :

	calor sensible (BTU/hr) (mas 4% )	calor latente (BTU/hr)	total mas 10%
Oficina no.1	11383.809	4657.776	17645.744
Oficina no.2	10001.929	4660.073	16128.202
Oficina no.3	10253.740	4657.776	18402.668
Oficina no.4	10230.484	4557.776	18257.086
Oficina no.5	10166.783	4657.776	16307.015
Oficina no.6	10230.484	4657.776	16377.086
Oficina no.7	17618.962	6305.073	26316.439
Oficina no.8	17433.645	6302.776	26110.063
	<u>97319.83</u>	<u>40456.802</u>	<u>151554.30</u>

Para poder concluir el problema es necesario conocer la longitud de los ductos ,la cual es mostrada en el plano no.6.1, donde se describe las oficinas y la localización del ducto (éste se puede ver en forma punteada).

Para el método de presión constante sólo es necesario conocer la velocidad recomendada para el ducto principal que es de 1300 ft /min y el ancho del ducto permitido es de 20 plg.

Con los datos anteriores podemos concluir el problema , se introducen las dimensiones de los ductos y las cargas térmicas manejadas en cada lugar , así también se asigna el nombre del lugar que se acondiciona y se obtienen resultados como los mostrados en las tablas 6.5,6.6,6.7,6.8, y 6.9 los cuales son resultados obtenidos por el método de presión constante.

Las datos necesarios para diseñar el sistema de ductos por el método de reducción de velocidad son las velocidades recomendadas para cada sección:

Ducto principal 1300 ft/min  
Segunda sección de ductos 1200 ft/min  
Tercera sección de ductos 1100 ft/min  
Cuarta sección de ductos y ramas 800 ft/min  
La sección del ducto es de 20 plg.

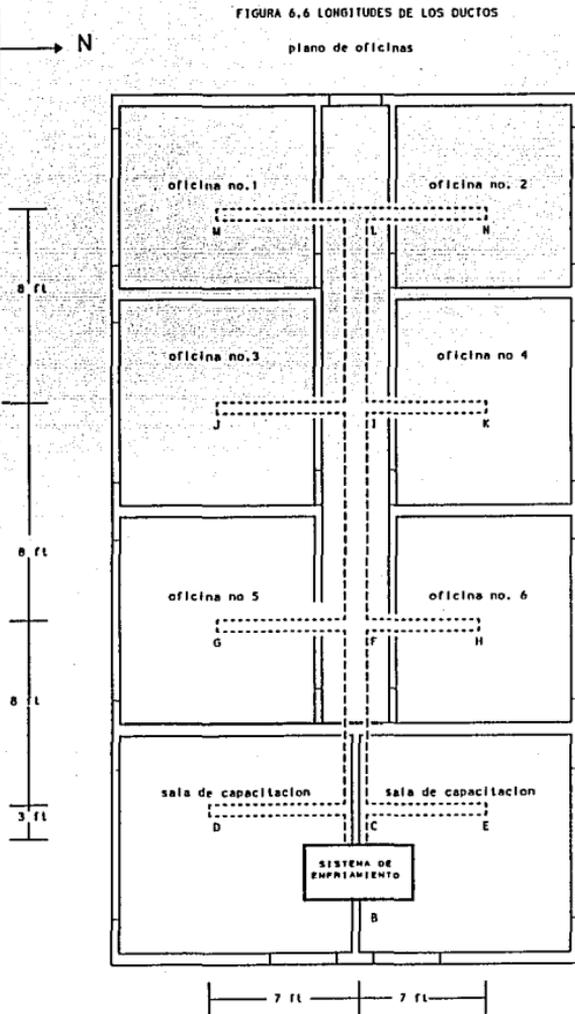
Para obtener resultados por el método de reducción de velocidad se introducen todos los datos anteriormente mencionados , así como los de carga térmica total y de cada una de los sitios a acondicionar .Lo más importante es asignar velocidades en cada una de las secciones del ducto dentro de los rangos de velocidad recomendados, obteniéndose resultados como los que se dan en las tablas 6.1,6.2,6.3 y 6.4.

Para el método de recuperación estática sólo es necesario conocer la velocidad para el ducto principal que es de 1300 ft/min y que el ancho del ducto permitido es de 20 plg.

Los resultados del diseño de ductos por el método de recuperación estática se dan las tablas 6.10,6.11,6.12 y 6.13.

FIGURA 6.6 LONGITUDES DE LOS DUCTOS

plano de oficinas



## METODO DE REDUCCION DE VELOCIDAD

ELEMENTO	SECCION	LONGITUD	CLAVE
L1	A-B	0	DUCTO PRINCIPAL
L2	B-C	3	DUCTO PRINCIPAL
L3	C-D	7	OFICINA DE CAP.7
L4	C-E	7	OFICINA DE CAP.8
L11	C-F	8	DUCTO PRINCIPAL
L6	F-G	7	OFICINA NO.5
L5	F-H	7	OFICINA NO.6
L12	F-I	8	DUCTO PRINCIPAL
L8	I-J	7	OFICINA NO.3
L7	I-K	7	OFICINA NO.4
L13	I-L	8	DUCTO PRINCIPAL
L10	L-M	7	OFICINA NO.1
L9	L-N	7	OFICINA NO.2

TABLA NO. 6.1 RESULTADOS DE LAS ASIGNACIONES DE LONGITUD DE LOS DUCTOS PARA LAS SECCIONES

SITIO O DUCTO PRINCIPAL	VOLUMEN ft <sup>3</sup> /min	CARGA TERMICA	SECCION
DUCTO PRINCIPAL	11993.85	151954.3	A - B
DUCTO PRINCIPAL	11993.85	151954.3	A - C
OFICINA DE CAP.7	2082.655	26316.44	C - D
OFICINA DE CAP.8	2066.323	26116.06	C - E
DUCTO PRINCIPAL	7844.948	-----	C - F
OFICINA NO.5	1290.52	16307.02	F - G
OFICINA NO.6	1296.065	16377.09	F - H
DUCTO PRINCIPAL	5258.364	-----	F - I
OFICINA NO.3	1298.169	16493.67	I - J
OFICINA NO.4	1287.36	16267.09	I - K
DUCTO PRINCIPAL	2672.835	-----	I - L
OFICINA NO.1	1296.466	17645.74	L - M
OFICINA NO.2	1276.369	16128.2	L - N

TABLA NO. 6.2 RESULTADOS DE VOLUMEN Y CARGA TERMICA PARA CADA SECCION DE DUCTOS

SECCION O LUGAR	CAPACIDAD ft <sup>3</sup> /min	VELOCIDAD ft/min	DIAMETRO plg	DIMENSIONES plg x plg	LONGITUD ft
A - B	11993.85	1300	38.79598	66.42746	20
B - C	11993.85	1300	38.79598	66.42746	20
C - D	2082.655	800	21.31984	18.7439	20
C - E	2066.323	800	21.23549	18.59691	20
C - F	7844.948	1200	33.19312	47.06969	20
F - G	1290.52	800	16.6623	11.61468	20
F - H	1296.065	800	16.49996	11.66459	20
F - I	5258.364	1100	28.6835	34.41838	29
I - J	1298.169	800	16.71422	11.68352	20
I - K	1287.36	800	16.64081	11.58624	20
I - L	2672.835	1000	21.60408	19.24441	20
L - M	1296.466	800	17.36655	12.56919	20
L - N	1276.369	800	16.56581	11.48732	20

TABLA NO. 6.3 RESULTADOS CAPACIDAD, VELOCIDAD Y DIMENSIONES DE DUCTOS DE CADA SECCION.

## METODO DE REDUCCION DE VELOCIDAD

CAIDAS DE PRESION PARA CADA SECCION			
SECCION	PERDIDA/100 Ft	PERDIDA POR SECCION	PERDIDA POR VELOCIDAD
O LUGAR	qlg de agua	qlg de agua	FLG DE AGUA
A - B	4.764534E-02	0	
B - C	4.764534E-02	.142936	
C - D	.0415093	.2905651	2.493766E-02
C - E	4.171879E-02	.2920315	2.493766E-02
C - F	5.008857E-02	.4007086	7.793018E-03
F - G	5.676718E-02	.3973703	1.776309E-02
F - H	5.660468E-02	.3962328	1.776809E-02
F - I	5.132941E-02	.4106353	7.159576E-03
I - J	5.654335E-02	.3958035	6.546135E-03
I - K	5.686032E-02	.3980222	1.122195E-02
I - L	6.167712E-02	.493417	6.546135E-03
L - M	.0538599	.3779196	1.122195E-02
L - N	5.718747E-02	.4003123	1.122195E-02

TABLA NO. 6.4 RESULTADOS DE LAS PERDIDAS DE PRESION Y RECONSTRUCCION DE PRESION

## METODO DE PRESION CONSTANTE

ELEMENTO	SECCION	LONGITUD	CLAVE
L1	A-B	0	DUCTO PRINCIPAL
L2	B-C	3	DUCTO PRINCIPAL
L3	C-D	7	OFICINA DE CAP. 7
L4	C-E	7	OFICINA DE CAP. 6
L11	C-F	9	DUCTO PRINCIPAL
L6	F-G	7	OFICINA NO. 6
L5	F-H	7	OFICINA NO. 6
L12	F-I	9	DUCTO PRINCIPAL
L8	I-J	7	OFICINA NO. 3
L7	I-K	7	OFICINA NO. 4
L13	I-L	8	DUCTO PRINCIPAL
L10	L-M	7	OFICINA NO. 1
L9	L-N	7	OFICINA NO. 2

TABLA NO. 6.5 RESULTADOS DE LAS ASIGNACIONES DE LONGITUD DE LAS BOMBAS PARA LAS SECCIONES

		CARGA TERMICA	SECCION
DUCTO PRINCIPAL	12706.58	151554.3	A - B
DUCTO PRINCIPAL	12706.58	151554.3	B - C
OFICINA DE CAP. 7	2206.416	26316.44	C - D
OFICINA DE CAP. 6	2189.113	26110.06	C - E
DUCTO PRINCIPAL	9311.048	-----	C - F
OFICINA NO. 6	1367.209	16107.02	F - G
OFICINA NO. 6	1373.083	16377.09	F - H
DUCTO PRINCIPAL	5570.756	-----	F - I
OFICINA NO. 3	1375.228	15402.87	I - J
OFICINA NO. 4	1363.861	16267.02	I - K
DUCTO PRINCIPAL	2831.667	-----	I - L
OFICINA NO. 1	1479.45	17645.74	L - M
OFICINA NO. 2	1352.217	16128.2	L - N

TABLA NO. 6.6 RESULTADOS DE VOLUMEN Y CARGA TERMICA PARA CADA SECCION DE BOMBAS

SECCION	RESULTADOS DE LOS PORCENTAJES		AREA PLG. <sup>2</sup>	LADOS DEL DUCTO		DIAMETRO slg
	PORCENTAJE AREA %	PORCENTAJE GASTO %		plg x plg	slg	
A - B	100	100	1328.549	20	66.42	38.79403
B - C	100	100	1328.549	20	66.42	38.79403
C - D	24.71853	17.36437	328.3776	20	16.41	19.92102
C - E	24.55884	17.22619	326.2763	20	16.31	19.86998
C - F	71.64335	65.40746	979.3979	20	49.91	33.7924
F - G	16.6697	10.75985	221.4651	20	11.07	16.24534
F - H	16.72964	10.80698	222.2482	20	11.11	16.27635
F - I	52.92067	43.84154	703.8742	20	35.19	28.98567
I - J	16.75915	10.82297	222.534	20	11.12	16.28409
I - K	16.6361	10.7335	221.0167	20	11.05	16.22982
I - L	30.35397	22.28507	403.2574	20	20.16	22.11282
L - M	17.78829	11.6432	236.3262	20	11.61	16.09017
L - N	16.51909	10.54187	219.4643	20	10.97	15.15755

TABLA NO. 6.7 PORCENTAJES DE AREA %, GASTO %, LADOS DEL DUCTO Y DIAMETRO

METODO DE PRESION CONSTANTE

SECCION O LUGAR	CAPACIDAD Ft <sup>3</sup> /min	VELOCIDAD Ft/min	DIÁMETRO plg	DIMENSIONES plg x plg	LONGITUD Ft	LONG.EQUIVAL. Ft
A - B	11993.85	1300	38.75598	66.42746	20	0
B - C	11993.85	1300	38.75598	66.42746	20	3
C - D	2987.655	964.6866	19.38623	15.54463	20	7
C - E	2666.323	963.6344	19.31893	15.43897	20	7
C - F	7844.869	1175.112	33.51195	48.06699	20	9
F - G	1296.52	876.4886	15.68796	10.3646	20	7
F - H	1294.045	900.5107	15.68638	10.36264	20	7
F - I	5258.294	1094.622	28.75091	34.58695	20	7
J - J	1296.09	897.3917	15.72817	10.4149	20	7
I - Y	1297.36	896.1712	15.67047	10.4288	20	7
I - L	2672.835	997.6247	21.62988	19.29023	20	8
L - M	1396.466	908.5601	16.2426	11.06647	20	7
L - N	1276.369	894.8421	15.61148	10.26981	20	7

TABLA NO. 6.8 CAPACIDADES, VELOCIDADES, DIMENSIONES Y LONGITUDES

SECCION O LUGAR	PERDIDA/100 ft plg de agua	CAIDAS DE PRESION PARA PERDIDA POR SECCION plg de agua	CAIDAS DE PRESION PARA PERDIDA POR VELOCIDAD PLG DE AGUA
A - B	4.764534E-02	0	
B - C	4.764534E-02	.142936	
C - D	6.621896E-02	.4635329	1.799244E-02
C - E	5.537791E-02	.4646454	1.776714E-02
C - F	4.759567E-02	.3807893	9.635622E-03
F - G	7.565238E-02	.5295667	.0127157
F - H	7.629125E-02	.5340388	1.224972E-02
F - I	5.971692E-02	.4057354	5.694872E-03
J - J	.0755461	.5288228	6.328144E-03
I - K	7.571005E-02	.5299704	5.292197E-03
I - L	5.131335E-02	.4905068	6.326144E-03
L - M	7.429036E-02	.5194025	5.292197E-03
L - N	7.586497E-02	.5310549	6.063362E-03

TABLA 6.9 RESULTADOS DE CAIDAS DE PRESION Y RECUPERACION DE PRESION

## METODO DE RECUPERACION ESTATICA

ELEMENTO	SECCION	LONGITUD	CLAVE
L1	A-B	0	DUCTO PRINCIPAL
L2	B-C	3	DUCTO PRINCIPAL
L3	C-D	7	OFICINA DE CAP. 7
L4	C-E	7	OFICINA DE CAP. 8
L11	C-F	8	DUCTO PRINCIPAL
L6	F-G	7	OFICINA NO. 5
L5	F-H	7	OFICINA NO. 6
L12	F-I	8	DUCTO PRINCIPAL
L8	I-J	7	OFICINA NO. 3
L7	I-K	7	OFICINA NO. 4
L13	I-L	8	DUCTO PRINCIPAL
L10	L-M	7	OFICINA NO. 1
L9	L-N	7	OFICINA NO. 2

TABLA NO. 6.10 RESULTADOS DE LAS ASIGNACIONES DE LONGITUD DE LAS DIKTAS PARA LAS SECCIONES

	SITIO O VOLUMEN FLZ/min	CARGA TERMICA	SECCION
DUCTO PRINCIPAL	12705.58	151554.3	A - B
DUCTO PRINCIPAL	12706.58	151554.3	B - C
OFICINA DE CAP. 7	2206.416	26316.44	C - D
OFICINA DE CAP. 8	2189.113	26110.06	C - E
DUCTOS PRINCIPAL	8711.048	-----	C - F
OFICINA NO. 5	1367.209	16307.02	F - G
OFICINA NO. 6	1373.083	16377.09	F - H
DUCTO PRINCIPAL	5570.756	-----	F - I
OFICINA NO. 3	1375.229	16402.67	I - J
OFICINA NO. 4	1363.861	16267.09	I - K
DUCTO PRINCIPAL	2831.667	-----	I - L
OFICINA NO. 1	1479.45	17645.74	L - M
OFICINA NO. 2	1352.217	16128.2	L - N

TABLA NO. 6.11 RESULTADOS DE VOLUMEN Y CARGA TERMICA PARA CADA SECCION DE DIKTAS

SECCION O LUGAR	CAPACIDAD FL3/min	VELOCIDAD Ft/min	DIAMETRO plg	DIMENSIONES plg x plg	LONGITUD ft	LONG. EQUIVAL. ft
A - B	12705.58	1300	39.80486	70.37 20	0	
B - C	12706.58	1390	39.80486	70.37 20	3	
C - D	2206.416	1228	17.62582	12.93 20	7	
C - E	2189.113	1228	17.62582	12.93 20	7	
C - F	8311.048	1286.607	9.009702	46.5 20	8	
F - G	1367.209	1228	13.65921	8.01 20	7	
F - H	1373.083	1228	13.69618	8.05 20	7	
F - I	5570.756	1271	7.421466	31.25 20	8	
I - J	1375.229	1228	13.70541	8.060001	20	7
I - K	1363.861	1228	13.64068	7.99 20	7	
I - L	2831.667	1228	5.383036	16.6 20	8	
L - M	1479.45	1228	14.25721	8.67 20	7	
L - N	1352.217	1228	13.57565	7.92 20	7	

TABLA NO. 6.12 RESULTADOS CAPACIDAD, VELOCIDAD Y DIMENSIONES DE DIKTAS DE CADA SECCION.

## METODO DE RECUPERACION ESTATICA

CAIDAS DE PRESION PARA CADA SECCION			
SECCION	PERDIDA/100 ft	PERDIDA POR SECCION	PERDIDA POR VELOCIDAD
D LUGAR	pie de agua	pie de agua	PIE DE AGUA
A - B	1.970203E-03	5.31061E-05	
B - C	1.970203E-03	5.91661E-05	
C - D	4.985326E-03	3.492528E-04	5.673807E-03
C - E	4.989326E-03	3.492528E-04	5.673807E-03
C - F	1.275342E-02	1.020273E-03	.00107
F - G	6.897013E-03	4.82791E-04	4.59389E-03
F - H	6.873376E-03	4.811363E-04	4.55389E-03
F - J	.015	.0012	.0012
I - J	6.867497E-03	4.807248E-04	3.349651E-03
I - K	6.908915E-03	4.83624E-04	3.349651E-03
I - L	.04125	.0033	.0033
L - M	6.531723E-03	4.572205E-04	0
L - N	6.950972E-03	4.865681E-04	0

TABLA NO. 6.13 RESULTADOS DE LAS PERDIDAS DE PRESION Y DE RECUPERACION DE PRESION

## CONCLUSIONES

Con respecto a la carga térmica ,pudimos obtener los valores en un tiempo corto y en una forma menos tediosa, los cuales son aceptables ya que no sobrepasan de valores normales como son 12000 BTU/hr que corresponden a una habitación normal ,ya que en ellos van aplicados factores de seguridad mencionados anteriormente.

Finalmente para el diseño de ducto se obtuvieron resultados aceptables de acuerdo al método empleado, presentándose siempre las ventajas de un método con respecto a otro .Las dimensiones de los ductos obtenidos por el método de reducción de velocidades comparados con los obtenidos por el método de presión constante son semejantes y éstos a su vez comparados con los de recuperación estática se encuentra una gran diferencia debido a los mayores dimensiones de los ductos obtenidos;esto se manifiesta económicamente con respecto a la construcción , a mayor tamaño de ductos mayor costo de construcción.

Con respecto a las velocidades manejadas en cada técnica ,en el método de presión constante y reducción de velocidad entran dentro de las velocidades recomendadas ;pero el método de recuperación estática queda totalmente fuera de esas velocidades por los que las dimensiones obtenidas no son confiables ,ya que pueden producirse problemas de ruido en las ramas o en las salidas de los ductos con las velocidades calculadas.

Lo anterior se puede comprobar al distinguir las caídas de presión por sección ,donde se observa que el método de recuperación estática ,al ser las dimensiones del ducto muy grandes no hay una pérdida de presión demasiado alta y la potencia del motor empleado en este sistema es muy pequeña.En cambio en el método de reducción de velocidad y de presión constante los tamaños de los motores empleados para el sistema de aire acondicionado son mas grandes debido a la mayor pérdida de presión estática del sistema, pero se encuentran en los intervalos de velocidades recomendados para confort y no se producirán problemas de ruido .

Además se observa en el método de recuperación estática que las pérdidas dependen regularmente de la longitud equivalente del las secciones y de los accesorios, si estos son pequeños las velocidades se mantienen constantes al entrar en iteración las ecuaciones de recuperación y de pérdida en el cálculo.Lo que indica que el método de recuperación estática se emplea bien en sistema de ductos cuyas longitudes sean muy grandes.

Lo anterior indica que la estructura del programa de cálculo de carga térmica ,así como el diseño de ductos llegó a su objetivo que es calcular y diseñar sistemas de aire acondicionado y que pueden servir de forma para diseñar programas más completos y menos complejos obteniéndose resultados confiables.

Los diagramas de flujo aquí empleados pueden servir de de herramienta para diseñar sistemas más complejos ,siguiendo la secuencia lógica practicada en esta tesis.

## APENDICE A

### PROGRAMA DE CALCULO DE CARGA TERMICA (AIRMEX)

Para conocer mejor el programa de cálculo es importante conocer los archivos que lo forman, los cuales son:

Airmex1 , Airmex2 , Airmex3 , Airmex4 , Airmex5 , Airmex6  
Calpared y Caltecho.

Todos los programas están enlazados entre sí y poseen el mismo menú de arranque. Para entender mucho mejor este programa se hizo la impresión del programa en Basic y se ilustró un diagrama de flujo.

Para poder iniciar el programa es necesario cargar el sistema operativo y después escribir el código de acceso al programa llamado Airmex1 y pulsar la tecla enter aparecerá un menú como el que se muestra a continuación.

#### TABLAS, MENU PRINCIPAL, GRAFICAS, MENU SIGUIENTE E INICIALIZACION

Para poder iniciar en estas opciones sólo presione la tecla "enter" para activar cualquiera de las funciones anteriores siempre observará un mensaje que dice moverse con flechas , lo que indica que puede desplazarse hacia la izquierda o derecha . Sin embargo al presionar la tecla de inicialización se muestra una pantalla donde aparece un signo de interrogación, los cuales al principio se pide asignar el valor de temperatura de bulbo seco y después de la de bulbo húmedo ; así como la presión barométrica del lugar a acondicionar dando una serie de valores que son necesarios como es la entalpía del aire , volumen específico, humedad absoluta y humedad relativa. Seguido de estos resultados aparecen unas condiciones donde se selecciona el tipo de lugar que se quiere acondicionar y estos a su vez dan elección a dos variables que son condiciones de temperatura de bulbo seco y humedad relativa de diseño para sistemas residenciales y comerciales para verano. Lo único que realiza es calcular valores de las propiedades termodinámicas interiores de diseño. Ver diagrama de flujo 5.2 y 5.3. Para lo cual es necesario auxiliarse de gráficas o tablas que tengan información sobre los lugares en la Republica Mexicana.

Después de obtener las propiedades nos vamos a la opción de menú siguiente , al presionar la tecla enter aparece el menú principal de carga térmica y que por medio de unas flechas verticales nos indican que nos podemos mover hacia arriba o hacia abajo . Se puede seleccionar el tipo de cálculo que quiere realizar ; ya sea el cálculo de carga por insolación , cálculo de carga a través de barreras , ganancia de calor en espacio no acondicionado , ganancia por equipo misceláneo , cálculo de carga por infiltración y cálculo de carga total o entrar de nuevo a las bases de diseño, ver diagrama de flujo 5.1

Si nosotros seleccionamos la opción de cálculo de carga por insolación y presionamos la tecla "enter" entraremos al menú de cálculo de carga por insolación ,mostrando las siguientes opciones:

TABLAS MENU PRINCIPAL UTILERIA MENU SIGUIENTE INICIALIZACION

Observe que estas mismas elecciones se encontrarán en todas los menues que se describen.

A continuación hablaremos de la opción " tablas"en el cual al seleccionar esa condición en la pantalla del monitor aparecerá una serie de tablas que contienen información escrita con respecto a las ganancias de calor solar en la latitud norte que es donde se encuentra México y además contiene intervalos de fechas donde puede seleccionar en base a una hora establecida según los criterios de diseño de cada lugar.

En la tecla de utilieria se muestra una opción de bases de diseño , si se quiere recodar las condiciones de diseño ,una tecla de datos, si se quiere obtener los factores F1 y F2 cuando se manejan lugares con persianas y que sea necesario conocerlos y la tecla de salida no dará acceso de nuevo al menú actual.

La tecla "menú principal" regresa al menú principal, la opción gráficas nos muestra información con respecto al cálculo que se lleva a cabo en ese menú.

En la opción "inicialización " ,al seleccionar está opción se presentan otras cuatro opciones , el cálculo no. 1 , no. 2 y no.3 y que además tiene una opción salida .Esto indica que se puede realizar tres veces el cálculo de carga por insolación . Al elegir el cálculo uno ,se presentan una serie de preguntas como son :el área del vidrio donde se presenta la insolación , el calor ganado por insolación cuyos valores se deben ir asignando para que la computadora obtenga el resultado por ese concepto ,ver diagrama de flujo 5.4.

La opción "menú siguiente " nos pasará al siguiente programa de cálculo que es un sub-menú de cálculo a través de barreras.

En el sub-menú de cálculo a través de barreras , se dan a seleccionar tres opciones como son :cálculo a través de paredes,techos y vidrios; de igual manera se sabe de antemano que cada uno de estos menues funciona al igual que el menú descrito anteriormente y que al seleccionar el menú de cálculo a través de paredes aparece las siguientes opciones:

TABLAS ,MENU PRINCIPAL,UTILIDADES,MENU SIGUIENTE,INICIALIZACION

De igual forma se presentarán las mismas funciones para cada elección del sub-menú y se podrá adquirir información con respecto a cada cálculo determinado.

En el la tecla de "Utilidades",tanto para cálculo de carga térmica a través de muros y techos se tienen las mismas elecciones que son :Bases de diseño ,cálculo de u ,datos y la tecla de salida ,donde la opción de bases de diseño aparecen los valores calculados anteriormente y después de presionar cualquier tecla vuelve de nuevo al sub-menú actual.La opción de cálculo de u , que es solamente el cálculo del coeficiente global de transferencia de una pared compuesta de diferentes materiales de construcción la cual utiliza aislamiento.En cada selección se puede omitir el material con la opción de salida para no tomarlo en cuenta en el cálculo del coeficiente global de transferencia .Con esta opción se pueden hacer combinaciones de aislantes y materiales de construcción que se utilizan en México, sin olvidar en que cada opción se elige el espesor.

La tecla de datos , nos proporciona una serie de valores ya calculados sobre valores de coeficientes , ya sea combinados o individuales, que también nos pueden servir de información para resolver un problema determinado.

También en cada cálculo que se realice se presentarán en la pantalla bases de diseño para el cálculo que se lleva a cabo.

Para proseguir con el cálculo solo precione la tecla "menú siguiente ".

En la opción de inicialización se comienza el cálculo de carga de a través de paredes presentandose una serie de preguntas que incluye también de igual manera tres cálculos como se mencionó anteriormente .

Los tres cálculos presentados también se le asigna valores de área de pared y coeficiente de transferencia .Los valores de temperatura ya fueron calculados en bases de diseño.

Al presionar la tecla menú siguiente se presentará el menú de techos que de igual forma se presentan las opciones de tablas , sub-menú, utiliteria , menú siguiente e inicialización ,que tienen las mismas funciones del cálculo anterior ; la única diferencia es que en la opción de "calculo de u " se calcula un coeficiente de transferencia de calor para un techo compuesto de varias combinaciones de materiales empleados en la construcción .

En el menú de cálculo de techos al seleccionar la opción de inicialización se presentan también tres cálculos para dar en si tres resultados , donde se asigna el valor del coeficiente de transferencia para el techo , área del techo y además se da en la misma pantalla el resultado por ese concepto ,ver diagrama de flujo 5.5.

La opción de carga a través de vidrios de igual forma contiene tres cálculos con las mismas opciones de consulta como en los casos anteriores. Al presionar la tecla de inicialización se mostrará una serie de preguntas como el que se muestra en el diagrama de flujo 5.8 estas involucran el área del vidrio y coeficiente de transferencia, dando desde luego el resultado del cálculo realizado.

Del menú anterior podemos pasar el menú de cálculo de carga a través de un espacio no acondicionado, donde se presentan las opciones anteriormente mencionadas como se explica en el diagrama de flujo 5.7 , donde también se asignan valores de área , coeficiente de transferencia para la pared y se da el resultado final del cálculo.

Con la opción de menú siguiente podemos pasar al sub-menú de cálculo misceláneo que incluye el calor emitido por las personas , así como el calor emitido por lámparas , el calor emitido por equipo doméstico y el calor emitido por motores eléctricos. Para seleccionar cualquiera de las opciones mencionadas utilice las teclas que tienen las flechas verticales ya sea hacia abajo o hacia arriba para escogerlas y luego presione enter para iniciar el proceso ; como primera opción seleccionaremos calor emitido por personas.

En la opción " tablas " se dan valores de calor latente y sensible y la temperatura de bulbo seco a la que se trabaja y que sirven de datos para continuar calculando. En la opción de gráficas se muestran la gráfica de calor sensible en función de la temperatura de bulbo seco y de la misma forma se muestra el calor latente en función de la temperatura de bulbo seco.

Para llevar a cabo el cálculo seleccionamos la opción de inicialización y presionamos enter para presentar una serie de preguntas que van a servir para determinar el calor emitido por personas como se describe en el diagrama de flujo 5.8. Las preguntas son con respecto al número de personas que se encuentran en el lugar a acondicionar y el tipo de trabajo que realizan.

Después de presionar la opción de menú siguiente se presentará el menú de cálculo de calor emitido por lámparas y después de presionar la opción de inicialización se presenta una serie de preguntas como las que se describen en el diagrama de flujo 5.9 ,donde se determina la carga para una lámpara incandescente y fluorescente .Las preguntas incluyen número de lámparas y la potencia de las mismas.

Para pasar al cálculo de carga emitido por equipo doméstico seleccione la opción menú siguiente y presione enter ,además si en el menú se selecciona la opción tablas se presentará una serie de valores de calor latente y sensible de los aparatos domésticos más comunes con sus dimensiones indicándose si son automáticos o no automáticos .

Para llevar a cabo el proceso de cálculo ,seleccione la opción de inicialización y presione enter , donde se presentará acceso a una serie de preguntas como es el calor latente y sensible emitido por una cafetera de 3 galones. Este procedimiento mostrado en el diagrama de flujo 5.10 , donde se dan resultados de calor latente y calor sensible para equipo doméstico.

Presionando la tecla de menú siguiente se presentará el menú de cálculo de calor emitido por motores eléctricos . Además al utilizar la opción de tablas y al presionar la tecla enter nos da valores de potencia y eficiencia y calor emitido por los mismos.

Para llevar a cabo el proceso de cálculo seleccionamos la opción inicialización y al presionar enter se presenta una pregunta la que incluye el valor de potencia el cual debe de asignarse.

Al pasar al siguiente menú que es el cálculo de calor ganado por la infiltración ,donde al activar la opción de tablas aparece el volumen infiltrado de aire por el método de ranura en puertas y ventanas . Además contiene en la opción " datos " el volumen infiltrado por la apertura de puertas en locales comerciales.

En la opción de inicialización se muestra las accesos a datos requeridos para completar el cálculo de carga por infiltración sin olvidar que se toman en cuenta las bases de diseño elegidas anteriormente ; aquí se aplica el método de ranura para calcular el volumen infiltrado, ver el diagrama de flujo 5.12

Ya habiendo culminado con todos los cálculos se muestra un menú mostrando los siguientes elecciones : salvar en disco , menú principal , imprimir , salida e inicialización. Al activar la opción de salvar el disco tenemos se presenta otra serie de opciones en las cuales nos permite leer un disco , ver un directorio del disco ,salvar información y la opción de salida del programa.

En la elección de salvar la información es necesario escribir el nombre del fichero a guardar ,además de ponerle un nombre del lugar que se esta trabajando.

En la opción de menú principal regresaremos al inicio del programa y en la opción de impresión se pueden seleccionar cuatro tipos de letras ya sea la normal o estandar, la pequeña , la combinada y la subrayada.

En la opción de inicialización se presentan todos los resultados tomando en cuenta el factor de ductos y el factor de seguridad , ver diagrama de flujo 5.13.

## APENDICE B

### PROGRAMA DE CALCULO DE DISEÑO DE DUCTOS (BASEDUC)

Este programa consiste de tres métodos para dimensionar ductos de aire acondicionado y es el método de presión constante, el método de reducción de velocidad y el método de recuperación estática.

Para conocer este programa comenzaremos por saber con los archivos con que cuenta este programa de cálculo de diseño de ductos y que son :baseduc, reducvel, resupest, prescont y impreduct.

Como anteriormente mencionamos este programa también tiene un menú de bases de diseño con las opciones siguientes:

Tablas, menú principal , gráficas ,menú siguiente e inicialización.

Para comenzar el cálculo de diseño de ducto es necesario seleccionar la opción de inicialización presionar la tecla enter y rápidamente aparecerá un signo de interrogación donde se pide asignar valores de temperatura de bulbo seco y húmedo ; así como la presión barométrica a la que se trabaja .Continuando con nuestro cálculo aparecen desglosadas las propiedades exteriores de diseño . apareciendo una inscripción que invita a continuar con el cálculo, que al presionarla aparece un menú que sirve para elegir las condiciones de confort interior para nuestro diseño; al elegir cualquiera de esas cuatro opciones ,en las que las variables elegidas son la temperatura de bulbo seco y la humedad se determinan rápidamente las demás propiedades psicrométricas.ver diagrama de flujo 5.2 y 5.3 .

Todos los datos anteriores servirán para describir el comportamiento del aire en un sistema de ductos .

Al presionar la tecla de menú siguiente se presentarán las siguientes opciones como son : método de presión constante, método de reducción de velocidad y método de recuperación estática . Para entrar a la primera opción que es la de recuperación estática sólo presionaremos la tecla enter y de esa manera entraremos a ese menú.

Como se mencionó con anterioridad siempre tendremos de apoyo tablas , gráficas y utilería que sirve para auxiliarse durante el cálculo.

#### DESCRIPCION DEL MENU DE OPCIONES PARA EL METODO DE PRESION CONSTANTE.

Al entrar a este menú se muestran las siguientes elecciones y son :

Tablas, menú principal , gráficas ,menú siguiente e inicialización.

Al presionar la tecla de inicialización observaremos las elecciones que se aplican a sistemas de dos ramas , cuatro ramas , seis ramas , ocho ramas y la salida. Al tener la elección de dos ramas aparece un diagrama de flujo para un sistema de dos ramas de aire acondicionado, en los cuales se pide introducir valores de longitud de las secciones de ductos y además se pide escribir el nombre del lugar a donde se quiere acondicionar , después de asignar estas variables se presenta una tabla donde ve la longitud asignada, así como el nombre del lugar a acondicionar y la sección a que fué asignada para cada sitio , apareciendo la inscripción "pulse una tecla para continuar "; ver tabla 6.5 .

Después de pulsarla aparece de nuevo del diagrama de flujo del sistema de ductos pidiendo los valores de carga térmica los mismos que serán utilizados para determinar el volumen de aire necesario para llevar a cabo el acondicionamiento de aire.

A continuación aparecen resultados como los mostrados en la tabla 6.6, donde se dan valores del sitio como es volumen manejado en este caso de ft<sup>3</sup>/min , carga térmica y secciones de los ductos.

De nuevo aparece un mensaje que invita a pulsar una tecla para continuar.

A continuación vienen las preguntas como son la velocidad recomendada en el ducto principal y el ancho del ducto permitido en el lugar .Después de esto se muestra una tabla de resultados como la mostrada en la tabla 6.7 ,donde se describe la sección del ducto ,porcentaje de área , porcentaje de gasto , el área , las dimensiones de los ductos y así como diámetro equivalente de los ductos rectangulares; el procedimiento aquí utilizado es manipular los porcentajes de gastos asignarles un porcentaje de área en % necesario para mantener la pérdida de presión constante.

Al presionar una tecla aparecen los siguientes resultados como los mostrados en la tabla 6.8 , donde se muestra la sección o lugar ,capacidad ,diámetro equivalente , dimensiones de los ductos ,la longitud y longitud equivalente y después de presionar cualquier tecla regresamos a las condiciones del menú del sistema de ductos.

En la figura 6.9 se muestran los resultados obtenidos para caída de presión por sección ,para cada 100 ft de ducto y la pérdida por reducción de la velocidad.

Como mencionamos anteriormente en este mismo diseño de ductos puede ser aplicado para 4 ramas ,6 ramas , 8 ramas o dos ramas como ya habíamos mencionado.

Después de obtener los resultados anteriores se puede regresar al menú principal y de ahí resolver el sistema de ductos con el siguiente método que a continuación describimos.

DESCRIPCION DEL MENU DE OPCIONES POR EL METODO DE  
REDUCCION DE VELOCIDAD.

Para entrar a este método lo seleccionaremos la opción método de reducción de velocidad y presionando la tecla enter, por lo que aparece un menú con las siguientes opciones :

Tablas,        menú principal , gráficas ,menú siguiente e inicialización.

Al presionar la opción inicialización y presionar la tecla enter aparece un menú en el cual se puede elegir un sistema de dos ramas, cuatro ramas,seis ramas y ocho ramas.

Para comenzar el programa se puede iniciar seleccionando un sistema de ocho ramas .

Para empezar con este método iniciaremos con la asignación de las longitudes de los ductos , así como el nombre del sitio que se pretende acondicionar.Después de introducir todos los valores requeridos de longitud de los ductos aparece una tabla que contiene los resultados de las asignaciones y además con el nombre sección , nombre del lugar y la longitud del ducto o sección ,ver tabla 6.1.

Después de presionar cualquier tecla aparecerá una leyenda donde se pide asignar valores de carga térmica total y la manejada para cada sección . Después aparece una serie de resultados como los mostrados en la tabla 6.2 ,donde aparecen valores de carga térmica y volumen necesario para el acondicionamiento del aire. Con estos valores requeridos aparece una serie de preguntas que incluye el ancho del ducto que se requiere , así como las velocidades de cada una de las secciones desde ducto principal , ductos secundarios y ramas del sistema .Con estos valores se obtienen resultados como los mostrados en la tabla 6 .2 , que incluyen velocidad , dimensiones del ducto ,diámetro equivalente y sección a la que se refieren.

Por último después de esto se pasa a una tabla de resultados que contienen la sección de que se trata , la pérdida de presión por 100 ft de ducto , la pérdida de presión para cada sección del ducto como el mostrado en la tabla 6.4 .y de ahí podemos pasar al menú principal.

#### DESCRIPCION DEL MENU DE OPCIONES PARA EL DISEÑO DE DUCTO POR EL METODO DE RECUPERACION ESTATICA.

Para entrar a este método seleccione la opción:método de recuperación estática y al presiona la tecla enter se presentará unas opciones .la más importante es la de inicialización que al seleccionarla observaremos que se presentan opciones con respecto al sistema que se quiere trabajar como son los sistemas de dos ramas ,cuatro ramas ,seis ramas ,ocho ramas y la opción de salida.

Según el sistema que se quiera resolver ,por ejemplo un sistema de ocho ductos al presionar enter,entraremos a la solución de un sistema de 8 ductos extendidos, donde se pide asignar valores de longitud del sistema de ductos, así como el nombre del lugar que se está acondicionando,ver diagrama de flujo 6.4. Después aparecen los resultados de las asignaciones en la tabla 6.10 ,donde se observa los valores de longitud de ducto , sección y nombre de la misma.

Al presionar cualquier tecla aparece la asignación de valores de carga térmica para cada rama del sistema de ductos ;dando entrada a este último ,aparecerá una tabla que contiene los resultados de carga térmica y volumen necesario para cálculo . No hay que olvidar que las temperaturas de diseño fueron tomadas desde las bases de diseño y en el programa ya van incluidas las propiedades del aire necesarias para el cálculo.

Para continuar con el cálculo aparece una leyenda pidiendo que se asigne una velocidad al ducto principal ,así como el ancho disponible por el sistema de ductos. También se pide asignar la longitud equivalente del accesorio que se encuentra operando dentro del ducto principal y dentro de la trayectoria mas larga del sistema para ser utilizado en el método de recuperación estática ,para ir determinando la ganancia de presión por disminución de velocidad evaluado en pérdidas de presión.

En esta parte del cálculo se tiene que ir asignando valores de velocidades a las secciones a las cuales se desconoce, y en el proceso se observa la iteración cuando las presiones se igualan y se determina la presión resultante y la velocidad de la sección siguiente.

A continuación aparece una tabla de resultados como la mostrada en la tabla 8.12, donde se muestra la sección de que se trata ,la velocidad , el gasto manejado así como las dimensiones del ducto y diámetro equivalente. Después de presionar cualquier tecla aparecen otros resultados como los de la tabla 8.13 ,donde se muestra el tipo de sección de que se trata ;así como la pérdida de presión por 100 ft de ducto ,además de la pérdida de presión de cada sección evaluado en pulgadas de agua .

Todos los resultados obtenidos pueden ser salvados en disco flexible ya que este programa cuenta con un menú de utilería donde también se pueden imprimir resultados. Los archivos salvados por este programa tienen una extensión característica , por ejemplo para salvar archivos obtenidos por el método de reducción de velocidad su extensión termina en " rv "; para el método de presión constante "pc" y para el método de recuperación estática es "re".

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Hernández Goribar Eduardo. Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración; Editorial Limusa; Reinpresión 1990.
- 2.- E. Treyval Robert. Operaciones de transferencia de masa 2/e Edición . Editorial Mc. Graw hill/Interamericana . México 1980.
- 3.- Himmelblau M. David. Principios y cálculos básicos de la ingeniería química; Editorial CECSA. México 1984.
- 4.- S. Belakhowsky. Calefacción y climatización ; Editorial Paraninfo; Madrid 1989.
- 5.- Hernández González Cervando; De la Garza Carrasco Nahún "Apuntes de físico-química y termodinámica de los hidrocarburos" UNAM /División de Ingeniería y Ciencias de la tierra . Departamento de explotación del petróleo.
- 6.- Osborn Mackey Charles. Air Conditioning Principles; Internacional Textbook Company. 1941.
- 7.- H. Carrier Willis, Realto E. Cherne, Walter A. Grant y Williams H. Robert; Pitman Publishing Corporation. The modern Air Conditioning, Heating an Ventilating; 3rd Edition.
- 8.- Harris Norman; C. Harris. Modern and air Conditioning Practice; Mc Graw Hill.
- 9.- Andrew D. Althose; Carl. H. Turnquist , Alfred f. Bracciano; The goodheart- Willcox Company, inc. Publishers; Modern Refrigeration and Air Conditioning.

10. - Vives Escudero José; Instalaciones de acondicionamiento de aire  
Editorial Reverte, S.A. Barcelona 1957.

11. - ASHRAE, Fundamental Handbook. Capítulo 26 al 32 ;1989.

12. -Jhon Glastone; Air Conditioning and Mechanical Trades ;Van  
Nostrand Reinhold Company;1975.

13. -Steve Y. S. Chen. Design a procedure for duct  
calculations.

"Heating/Piping/Air conditioning" ;January 1981 página 120 -127.

14. - Yseng Yaosun . "Load calculation and psychrometrics."  
Heating/Piping/Air conditioning ";July 1982.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL PROGRAMA EN BASIC :

15. -Harcourt Brace Juvanovich; Introducción al Basic teoría y  
práctica ;Editorial Sitesa. Sistemas Técnicos de Edición, S.A. de  
C.V.; Primera edición ,Febrero de 1990. Impreso en México.

16. -A. Schwartz; El libro del Basic ;Editorial Interamericana  
;Primera Edición en Español; México 1987.

17. -Bob Albrecht. Teach yourself Gw basic; Editorial Osborne Mc  
Graw Hill; U. S. A. 1976.

18. -Joyanes Aguilar Luis; Programación Basic para microcomputadoras;  
Editorial Mc Graw Hill; Tercera Edición; México 1992.