

.Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería Electromecánica



# **H.A. PAPER & BOARD**

H.A. Paper & Board Costa Rica

“Diseño de un sistema de aire acondicionado para las oficinas administrativas, y  
diseño de una base de datos para la bodega del Departamento de Mantenimiento”

Informe de Práctica de Especialidad para optar por el Título Ingeniero en  
Mantenimiento Industrial, grado Licenciatura

Marcelo Herrero Aragón

Cartago Junio, 2007

## **Información del estudiante y de la empresa**

Nombre: Marcelo Herrero Aragón

Cédula: 1-1005-551

Carné: 9706327

Dirección de residencia en época lectiva: San Rafael de Escazú

Dirección de residencia en época no lectiva: San Rafael de Escazú

Teléfono en época lectiva: 389-9523

Teléfono en época no lectiva: 389-9523

E-mail: [herrero\\_marcelo@yahoo.com](mailto:herrero_marcelo@yahoo.com)

Fax: 271-3818

## **Información del Proyecto**

Nombre del Proyecto: Diseño de un Sistema de Aire Acondicionado para las Oficinas Administrativas, y Diseño de una Base de Datos para la Bodega del Departamento de Mantenimiento

Profesor Asesor: Ing. Manuel Centeno López

Horario de trabajo del estudiante: Lunes a Viernes 12:00 – 18:00, Sábado 6:00 – 12:00

## **Información de la Empresa**

Nombre: H.A. Paper & Board

Zona: San Francisco de Dos Ríos, San José, Costa Rica

Dirección: 150 m sur del Motel El Paraíso

Teléfono: 250-8403 / 250-8429

Fax: 250-8415

Apartado: 550-2120

Actividad Principal: Convertidora y comercializadora de papel

## **Dedicatoria**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estudiar y por acompañarme en todos estos años de estudio.

A mis padres, les dedico la culminación de una etapa más en mi vida. Sin la ayuda y el soporte de ustedes no podría haberlo alcanzado.

También, dedico este trabajo a mi esposa, quien ha sabido darme apoyo con una voz de aliento en los momentos difíciles.

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer al Ing. Carlos Quirós por toda la ayuda brindada. A todos los profesores, quienes de alguna u otra forma, han marcado nuestras vidas y han sabido transmitir sus conocimientos, sabiduría y experiencia.

Mi agradecimiento a la Ing. Gabriela Calvo, gerente de la empresa, por toda la colaboración prestada.

Gracias a mis compañeros Luis Alberto Gil y a Mario Vargas por toda la ayuda brindada.

Mención especial al Ing. Manuel Centeno por toda su atención, orientación y apoyo.

## Índice de Contenido

Información del Proyecto .....	2
Información de la Empresa .....	2
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1 Identificación de la Empresa .....	12
1.2 Misión de la Empresa.....	12
1.3 Antecedentes históricos .....	13
1.4 Productos .....	14
1.5 Mercados de exportación.....	14
1.6 Estructura Organizativa.....	15
1.7 Número de empleados.....	16
1.8 Objetivos .....	17
1.8.1 Objetivo general.....	17
1.9 Definición del problema.....	17
<b>PROYECTO MECÁNICO .....</b>	<b>19</b>
2.1 Metodología para el Proyecto de Diseño de Ingeniería .....	19
2.1.1 Definición del problema.....	19
2.1.2 Levantamiento del plano del recinto .....	19
2.1.3 Cálculo de la carga térmica del recinto .....	19
2.1.4 Cálculo psicrométrico.....	19
2.1.5 Cálculo de la distribución de aire .....	20
2.1.6 Selección de la unidad de aire acondicionado.....	20
2.2 Procedimiento de diseño para el sistema de aire acondicionado .....	21
2.2.1 Cálculo de carga térmica .....	21
2.2.2 Condiciones físicas del recinto.....	24
2.2.3 Condiciones atmosféricas exteriores del sitio .....	24
2.2.4 Condiciones interiores deseadas del recinto .....	24
2.2.5 Conducción a través de la estructura exterior.....	25
2.2.6 Transferencia de calor a los alrededores.....	25
2.2.7 Ganancias de calor por conducción a través del vidrio.....	26
2.2.8 Ganancia de calor a través de las paredes.....	27
2.2.9 Ganancia de calor A través del techo y la puerta principal .....	28
2.2.10 Ganancia de calor a través del piso inferior y las particiones interiores .....	28
2.2.11 Ganancia de calor a través del vidrio por radiación .....	29
2.2.12 Ganancia de calor debida al alumbrado .....	29
2.2.13 Ganancia de calor debida al equipo.....	30
2.2.14 Ganancia de calor debida a los ocupantes .....	30
2.2.15 Ganancia de calor debido a los ductos .....	31
2.2.16 Ganancia de calor por ventilación de los ocupantes.....	31
2.2.17 Ganancia de calor por ventilador forzado .....	32
2.3 Cálculo de la carga total de enfriamiento.....	33
2.4 Análisis psicrométrico .....	33
2.4.1 Relación y línea de calor sensible del recinto .....	33
2.4.2 Relación y línea de proceso del serpentín .....	34
2.4.3 Temperatura de aire de suministro .....	35

2.5 Volumen de aire de suministro.....	35
2.6 Cambios de aire por hora del recinto .....	36
2.7 Porcentaje de Aire Exterior .....	36
2.8 Capacidad de la unidad de aire acondicionado .....	37
2.9. Sistema de ductos.....	37
2.9.1 Manejo de aire total.....	39
2.9.2. Velocidades de suministro y retorno .....	39
2.9.3 Ductos suministro.....	39
2.9.4 Ductos retorno.....	41
2.10 Análisis del Diseño estructural del recinto .....	41
2.11 Selección de la unidad de aire acondicionado .....	42
2.12. Conclusiones.....	44
2.13 .Recomendaciones .....	45
<b>PROYECTO ADMINISTRATIVO .....</b>	<b>46</b>
3.1 Metodología para el Proyecto de diseño administrativo .....	46
3.1.1 Definición de las necesidades.....	46
3.1.2 Diseño de tablas y formularios.....	46
3.1.3 Diseño de las relaciones entre tablas .....	46
3.1.4 Diseño de los formularios.....	46
3.1.5 Diseño de las consultas .....	47
3.1.6 Diseño de reportes.....	47
3.1.7 Prueba de la base de datos .....	47
3.2 Procedimiento de diseño.....	48
3.2.1 Tablas y sus relaciones.....	48
3.2.2 Formularios .....	49
3.2.3 Reportes.....	53
3.2.4 Panel de control .....	55
3.3 Conclusiones.....	57
3.4 Recomendaciones .....	58
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>59</b>
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>60</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.1</b> Distribución del Recurso Humano .....	16
<b>Tabla 2.1</b> Hoja de cálculo de la carga térmica del recinto .....	22
<b>Tabla 2.2</b> Condiciones exteriores de diseño.....	24
<b>Tabla 2.3</b> Condiciones interiores de diseño.....	25
<b>Tabla 2.4</b> Capacidad de la maquina de aire acondicionado.....	37
<b>Tabla 2.5</b> Hoja de calculo de las dimensiones de los ductos .....	38
<b>Tabla 2.6</b> Capacidades de enfriamiento de diferentes modelos Carrier Centurion .....	43
<b>Tabla 2.7</b> Capacidad de aire de suministro de diferentes modelos Carrier Centuri3n .....	43

## Índice de Ecuaciones

<b>Ecuación 2.1</b>	Cálculo de la ganancia de calor por conducción.....	25
<b>Ecuación 2.2</b>	Cálculo del factor de corrección a las ganancias de calor sensible.....	26
<b>Ecuación 2.3</b>	Cálculo del diferencial de conducción corregido para vidrios .....	27
<b>Ecuación 2.4</b>	Cálculo del Diferencial de Conducción Corregido para Paredes .....	27
<b>Ecuación 2.5</b>	Cálculo de ganancia de calor por radiación a través de vidrios.....	29
<b>Ecuación 2.6</b>	Cálculo de ganancia de calor por alumbrado.....	30
<b>Ecuación 2.7</b>	Cálculo de ganancia de calor sensible por ventilación .....	31
<b>Ecuación 2.8</b>	Cálculo de ganancia de calor latente por ventilación.....	31
<b>Ecuación 2.9</b>	Cálculo de la relación de calor sensible del recinto .....	33
<b>Ecuación 2.10</b>	Cálculo de la línea de proceso del serpentín .....	34
<b>Ecuación 2.11</b>	Cálculo del volumen de aire de suministro .....	35
<b>Ecuación 2.12</b>	Cálculo de cambios de aire por hora del recinto.....	36
<b>Ecuación 2.13</b>	Cálculo de porcentaje de aire exterior .....	36
<b>Ecuación 2.14</b>	Cálculo de la cantidad de aire por cada rejilla de suministro .....	39
<b>Ecuación 2.15</b>	Cálculo de la cantidad de aire por cada rejilla de retorno .....	39
<b>Ecuación 2.16</b>	Cálculo del área del ducto.....	39
<b>Ecuación 2.17</b>	Cálculo del porcentaje de capacidad inicial .....	40
<b>Ecuación 2.18</b>	Cálculo de la velocidad final en la ultima rejilla .....	40
<b>Ecuación 2.19</b>	Cálculo de la recuperación.....	40
<b>Ecuación 2.20</b>	Cálculo de la pérdida de carga en ducto.....	41



## Índice de Figuras

<b>Figura 1.1</b>	Distribución del Recurso Humano.....	15
<b>Figura 2.1</b>	Unidad de aire acondicionado Carrier Centurión 50PG05.....	42
<b>Figura 3.1</b>	Relaciones entre tablas.....	49
<b>Figura 3.2</b>	Formulario actualización de empleados.....	51
<b>Figura 3.3</b>	Formulario actualización de repuestos .....	52
<b>Figura 3.4</b>	Formulario actualización de máquinas.....	52
<b>Figura 3.5</b>	Formulario Actualización de movimiento de herramientas .....	53
<b>Figura 3.6</b>	Reporte Inventario de repuestos.....	54
<b>Figura 3.7</b>	Reporte Bitácora de herramientas .....	55
<b>Figura 3.8</b>	Panel de control principal.....	56
<b>Figura 5.1</b>	Condiciones internas del recinto dentro de la zona de confort .....	60
<b>Figura 5.2</b>	Proceso psicrométrico de acondicionamiento de aire.....	61
<b>Figura 5.3</b>	Plano de distribución del recinto .....	62
<b>Figura 5.4</b>	Vista frontal del recinto.....	63
<b>Figura 5.5</b>	Plano de distribución de los ductos.....	64
<b>Figura 5.6</b>	Dimensiones de los ductos .....	65
<b>Figura 5.7</b>	Pantalla de administración .....	66
<b>Figura 5.8</b>	Pantalla de bitácoras.....	66
<b>Figura 5.9</b>	Pantalla de inventarios.....	67
<b>Figura 5.10</b>	Pantalla de solicitudes .....	67

## **Resumen**

El presente informe de Proyecto de graduación tiene como objetivo describir el análisis, la propuesta y la evaluación de un sistema de aire acondicionado para las Oficinas Administrativas de la empresa H.A. Paper & Board, y el desarrollo del diseño de una base de datos, para la bodega del Departamento de Mantenimiento.

La alta temperatura, en horas laborales reportada en el recinto, que incide en el rendimiento del personal de oficinas, y el riesgo de un sobrecalentamiento en el equipo de computo pueden causar un retraso en las labores cotidianas de administración, por tanto esto faculta la realización de un proyecto de diseño mecánico en donde se logre estimar la carga térmica del recinto, la unidad de acondicionamiento de aire más adecuada, la red de ductos, y las condiciones idóneas de confort por alcanzar con un sistema de aire acondicionado.

Asimismo, existe un gran descontrol en relación con el inventario de repuestos y herramientas en la bodega del Departamento de Mantenimiento, por lo que surge la necesidad de crear una base de datos, que permita controlar la disponibilidad en plaza de los repuestos y el conocimiento, con exactitud, de la manipulación de herramientas, en un momento determinado.

La base de datos fue diseñada en la plataforma de software Microsoft Access; consta de tablas, formularios, consultas y reportes que posibilita agilizar y llevar un control más eficiente de la bodega.

**Palabras claves:** Sistema Aire Acondicionado, Oficinas Administrativas, Bodega, Departamento de Mantenimiento, H.A. Paper & Board, Diseño Mecánico.

## **Abstract**

The present graduation report has as the objective of describing the analysis, proposal, and evaluation process of an air conditioning system for the H.A. Paper and Board office building, as well as describing the design process for a database focused on the maintenance department warehouse.

High temperatures during working hours in the building which affect the personnel's performance, as well as a high risk for a malfunction the in the computer equipment causing time delays in daily chores, propose a possibility for a mechanic design project with a main focus on determining the cooling load of the complex, main air conditioning unit machine, duct network, and optimum comfort conditions to be achieved with an air conditioning system.

In the meantime, due to the fact that there is no inventory control in the maintenance department warehouse regarding the spare parts and tools, a need arises to create a database which allows a knowledge of spare parts existence and tool manipulation at a given point in time.

The database was designed on the Microsoft Access software platform, and consists of tables, forms, queries and reports which allow for a more agile and efficient control of the warehouse.

Key words: Air conditioning system, Office Building, Warehouse, Maintenance Department, H.A. Paper & Board, Mechanic Design.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

---

### 1.1 Identificación de la Empresa

H.A Paper & Board es una empresa dedicada a la comercialización y distribución de papel en el nivel nacional, además de ofrecer sus productos a Centro América y el Caribe.

Con el propósito de, día a día, hacer óptimos todos sus procesos y fomentar un mejoramiento continuo, H.A. Paper & Board tiene definida su estrategia para poder cumplir con sus objetivos y lograr ser una empresa líder en el mercado del papel, colocando solo productos de alta calidad.

El área de oficinas administrativas y el Departamento de Mantenimiento son claves para el desarrollo y crecimiento de la empresa.

Este trabajo pretende describir el proceso de diseño de un sistema de aire acondicionado para el área de oficinas administrativas, y una base de datos para la bodega del Departamento de Mantenimiento.

### 1.2 Misión de la Empresa

La empresa ha definido la siguiente misión con en el afán de lograr alcanzar todas sus metas y un crecimiento continuo:

*“Ofrecer a la industria papelera de Centro América y el Caribe la mejor opción de calidad y precio haciendo uso de alianzas estratégicas con proveedores líderes y un compromiso hacia la satisfacción de nuestros clientes a través de la optimización de los procesos de transformación y entregas en tiempo y en las cantidades requeridas”.*

### **1.3 Antecedentes históricos**

H.A Paper & Board fue constituida el 1 de Noviembre del 2005, por el señor Daniel Calvo Castro, en conjunto con otra empresa llamada H.A Industry, localizada actualmente en Gotemburgo, Suecia. Esta última fue fundada en 1948 y es un líder en su país en lo referente al reciclaje de papel, plástico y metal.

H.A Paper & Board en Costa Rica solamente se encarga de la extensión de papel, por lo tanto, se trabaja con materia prima de primera calidad, importada directamente de Europa. Ella inició como una empresa proveedora de papeles y cartulinas para grandes impresores industriales, fabricantes de rollos y fórmulas continuas, distribuidores de papel, distribuidores de material de oficina y escolar, fabricantes de cajas plegadizas, entre otros.

Su objetivo inicial fue el de constituirse en un proveedor confiable, que ofrezca una alta calidad de sus productos y a un precio justo.

El transporte de Europa a Costa Rica versus otros destinos de Centro América y el Caribe, brinda la capacidad de mejorar tiempos de entrega a los clientes, disminuir los costos de almacenaje y transformación del producto, así como combinar necesidades de diferentes clientes y mercados, y potenciar, al máximo, la oferta.

La empresa brinda el servicio de convertido, es decir, montar los rollos de papel en una máquina convertidora y obtener un tamaño específico de pliego, mediante el corte de papel en una guillotina; además, el de rebobinado, o sea, redimensionar bobinas a un tamaño más pequeño.

#### **1.4 Productos**

Los materiales procesados en la empresa son papeles y cartulinas; además, se arman tarimas, para uso interno.

Los papeles y las cartulinas son convertidos en pliegos o resmas de medidas específicas y empacados, según las necesidades y las especificaciones del cliente.

#### **1.5 Mercados de exportación**

El mercado actual de la empresa se encuentra en territorio costarricense, mas, ha comenzado a incursionar, con gran aceptación, en el territorio de Centro América y el Caribe.

## 1.6 Estructura Organizativa

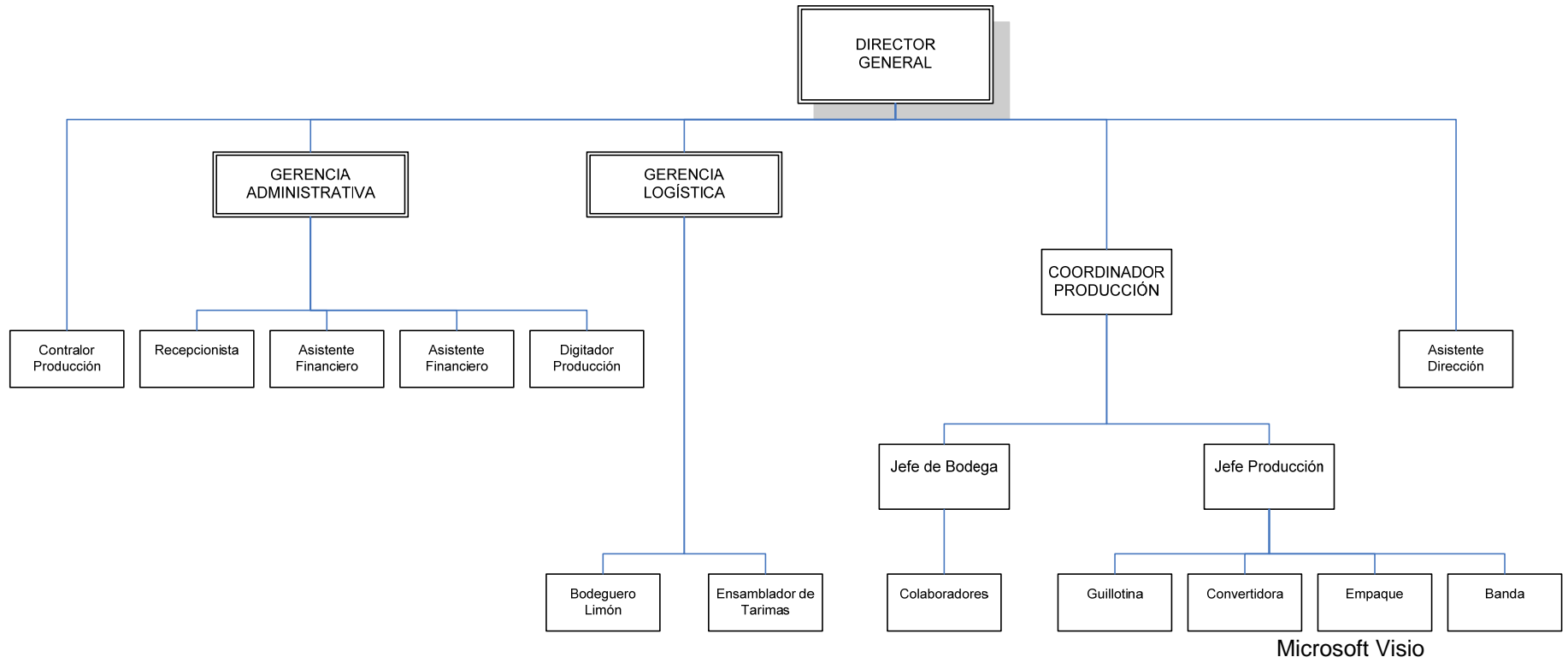


Figura 1.1 Distribución del Recurso Humano

## 1.7 Número de empleados

Tabla 1.1 Distribución del Recurso Humano

<b>Número de empleados</b>	<b>Ocupación</b>
1	Gerente de Planta
1	Encargado de Bodega
6	Asistentes de Bodega
1	Supervisor de la Producción
3	Encargado Mantenimiento y Logística
2	Asistente y recepcionista
2	Asistente de Contabilidad
6	Guillotista
10	Empacadores
7	Operarios Convertidora
7	Asistente de Mantenimiento
<b>TOTAL</b>	<b>46 empleados</b>

Microsoft Word



## **1.8 Objetivos**

### **1.8.1 Objetivo general**

- a.** Analizar y proponer un diseño de un sistema de aire acondicionado para las oficinas administrativas de la empresa H.A. Paper & Board.
- b.** Diseñar una base de datos que permita llevar un control más eficiente de la información de los repuestos y las herramientas utilizadas en labores de mantenimiento preventivo y correctivo.

## **1.9 Definición del problema**

La problemática de las altas temperaturas en las oficinas administrativas se da por la falta de ventilación y la ubicación tenida, dentro del recinto de la empresa. Actualmente, H.A. Paper & Board no posee un sistema de aire acondicionado, para controlar la temperatura y así proveer a sus funcionarios de un ambiente laboral adecuado.

Los pasos por seguir para dotar a la empresa de un sistema de aire acondicionado son:

- a.** Identificar, en horas laborales, la problemática en cuanto a la temperatura interior del recinto.
- b.** Realizar el cálculo de la carga térmica del recinto, para determinar la opción más viable de diseño.
- c.** Diseñar el sistema de ductería de aire acondicionado.
- d.** Determinar la unidad de aire acondicionado por adquirir.

En la actualidad, el Departamento de Mantenimiento no posee un control, escrito ni digital, de los repuestos y las herramientas utilizados en el mantenimiento

preventivo y correctivo, poseído en su bodega. Cabe destacar, que tampoco cuenta con una codificación de la maquinaria. A raíz de esto, es por lo que se piensa realizar un control automatizado de la información, con el objetivo de llevar un historial que permita, por medio de consultas y reportes, determinar la cantidad de inventario en existencia y una bitácora detallada de los movimientos registrados en la bodega.

Los pasos por seguir para diseñar la base de datos son:

- a.** Recolectar la información requerida para almacenar en la base de datos.
- b.** Diseñar una codificación adecuada para las herramientas, la maquinaria, y los repuestos, de tal manera que, sea fácil identificar la cantidad existente en inventario.
- c.** Realizar consultas y reportes de las herramientas y los repuestos en existencia, por parte del encargado del Departamento de Mantenimiento.

## **CAPÍTULO 2**

### **PROYECTO MECÁNICO**

---

#### **2.1 Metodología para el Proyecto de Diseño de Ingeniería**

##### **2.1.1 Definición del problema**

Para esta etapa, se definieron cuáles son los antecedentes y las condiciones actuales de las oficinas administrativas, en cuanto al acondicionamiento del aire. Se hicieron las observaciones pertinentes para el posterior estudio.

##### **2.1.2 Levantamiento del plano del recinto**

Se recolectaron datos de la distribución arquitectónica de los cubículos, dimensiones de las oficinas, ubicación geográfica del sitio, ubicación de las puertas, de las ventanas y materiales utilizados en la construcción.

##### **2.1.3 Cálculo de la carga térmica del recinto**

Después de tener toda la información recopilada, se procedió a calcular cuánto calor es producido por los equipos, cuánto se gana por conducción a través de las paredes y cuánto calor se gana a través de puertas y ventanas, con la intención de dimensionar el sistema de aire acondicionado adecuado.

##### **2.1.4 Cálculo psicrométrico**

En este paso, se analizaron las condiciones de temperatura y humedad actuales y las deseadas del recinto sobre una carta psicrométrica, para así determinar las condiciones del aire de suministro, la relación de calor sensible, la línea de condiciones del recinto, y la línea del proceso del serpentín.

### **2.1.5 Cálculo de la distribución de aire**

Se realizó un análisis del recinto y, por medio de tablas, se diseñó el sistema de ductos para la distribución de aire, buscando siempre la mayor simetría posible en dicho proceso.

### **2.1.6 Selección de la unidad de aire acondicionado**

Basado en los resultados obtenidos en el cálculos de la carga térmica, psicrométricos y de distribución de aire, se propuso la unidad de aire acondicionado por adquirir.

## **2.2 Procedimiento de diseño para el sistema de aire acondicionado**

Esta sección explica en detalle el desarrollo del proyecto de tal manera que con un alto contenido ingenieril, se logre dar un seguimiento y respuesta a los objetivos propuestos.

### **2.2.1 Cálculo de carga térmica**

La carga térmica de un recinto o carga de enfriamiento, se define como la cantidad de energía por vencer en una cierta área, para mantener las condiciones ideales del recinto, ya sea, temperatura, humedad, ventilación o pureza del aire.

El procedimiento utilizado para determinar la carga térmica es el cálculo por temperatura diferencial y factores de carga de enfriamiento. Dicho método es el usado por el autor Edward Pitta en su libro *Acondicionamiento de Aire Principios y Sistemas*, razón por la cual, se empleo este texto como documento base para realizar el procedimiento, consultar las distintas constantes y los diferentes coeficientes de transferencia de calor.

El procedimiento de cálculo de la carga térmica se dividió en secciones, con el objetivo de localizar los criterios y las normativas por manejar en la hoja de cálculo adjunta, Tabla 2,1.

Tabla 2.1 Hoja de cálculo de la carga térmica del recinto

Condiciones de diseño				Proyecto Sistema de aire acondicionado	
	Exterior	Recinto	Diferencia	Recinto	Oficinas Administrativas HA Paper
BS, °F	85,1	72	13,1	Fecha	12-Feb-07
BS, °C	30	22	7	Mes diseño	Abril
BH, °F	74	60		Hora solar	14:00
BH, °C	23	16			
% HR	61%	50%		k (DTCE)	1,00
Agua, gr/lb	127	66,7	60,3	f (DTCE)	1,00
Promedio (To), °F	76				
Altura cielo del recinto, pies			7,88		
Area del recinto, pies2			1 534	143	m2
T° aire suministro (Tsa), °F			52		
Volumen del recinto, pies3			12089		
K, conduc. de unidad de long			1,64		
Fc, factor de corrección			0,97		

Conducción	Dir.	Color	U (A.8)	A, pies2		DTCE, °F (6.5)		Fc	RSHG Btu/h		
				Bruta	Neta	Tabla	Corr.				
Vidrio (A.8, 6.5)	N		1,04		39,4	13	10	0,97	396		
	S		1,04		25,8	13	10	0,97	260		
	E		1,04		0	13	10	0,97	0		
	O		1,04		3	13	10	0,97	30		
		LM, 6.4	U (A.7, 6.3)	Longitud, pies	Area, pies2	DTCE, °F (6.2)					
Pared exterior	grupo, 6.3	G	N	2	0,17	64,14	466,0232	23	22	0,97	1 686
		G	S	-7	0,17	43,8	319,344	24	14	0,97	735
		G	E	-1	0,17	38,55	303,774	31	27	0,97	1 349
		G	O	-1	0,17	54,3	424,884	41	37	0,97	2 585
Techo/cielo raso	6.4, 6.1		-1	0,092		1 534	77	73	0,97	9 966	
Puerta	6.4, 6.3, 6.2	O	-1	0,47		20,34	41	37	0,97	342	
						DT, °F					
			U (A.7)	Longitud, pies	Area, pies2	Real	Corr.				
Piso inf.	A.7		0,33		1 534	13,1	11,1	0,97	6 436		
Piso sup.	A.7		0		1 534	13,1	11,1	0,97	0		
Partición interior	A.7		0,17	39,0	307,32	13,1	11,1	0,97	561		

Radiación solar	Dir.	Sombra	FGCS (6.6)	A, pies2		CS (6.7)	FCE (6.8)	Fc	RLHG Btu/h
				Bruta	Neta				
Vidrio	N	No	0		39,4	1	0,75	0,97	0
	S	No	39		25,8	1	0,58	0,97	565
	E	No	0		0	1	0,32	0,97	0
	O	No	0		3	1	0,29	0,97	0

Iluminación y equipo	Componentes eléctricos		Watts	Btu/w	FB	FCE	Fc	RLHG Btu/h
	Iluminación	Incandescente		0	3,41	1	1	0,97
Fluorescente			1 250	3,41	1,2	1	0,97	4 948
Equipo eléctrico			2 700	3,41		1	0,97	9 207
Otros equipos								

Ganancias de los ocupantes, 6.11		Tipo de ganancia de calor		Btu/hr/per	Nº per.	F <sub>c</sub>			
		Ganancias sensibles	230		16	x	0,97	3 560	
Ganancias latentes	190		16					3 040	

Infiltración por puertas y ventanas		Seleccione una opción				CFM	Ganancias por infiltración				
		a)	0	pies de ranura x	1	cfm/pie ranura =	0	Sensible	1,1 x cfm x	13,1	DT
b)	0	nº aperturas/hr x	900	cfm/ apertura =	0	Latente	0,68 x cfm x	60,3	gr/lb		0

Ganacias en ductos		Tipo de ducto		Área ducto, pies2	U ducto	DT, F
		Ducto de retorno	0	0,25	13,1	
Ducto de suministro	0	0,25	33,1			

1%	RSHG	0
5%	RLHG	0

	RSHG	RLHG
TOTAL GANANCIAS DE CALOR DEL RECINTO	41 625	3 040
TOTAL GANANCIAS DE CALOR DEL RECINTO + % ductos	42 041	3 192

Ventilación de ocupantes, 6.15		Seleccione una opción				CFM	Ganancias por ventilación				
		a)	15	cfm/per x	16	nº per.	240	Sensible	1,1 x cfm x	13,1	DT
b)	0	cfm/pie2 x	1 534	pies2 piso	0	Latente	0,68 x cfm x	60,3	gr/lb		9 841
c)	0	cambios/hr x	12 089	pies3 recinto	0						

Ganancia por ventilador forzado	2,5%	1 041
---------------------------------	------	-------

	GSHG	GLHG
TOTAL DE CARGA DE ENFRIAMIENTO	46 540	13 033

RSR = RSHG/RTHG	GSR = GSHG/GTHG	GTHG	
93%	78%	Btu/h	TONS
		59 573	5,0

VOLUMEN AIRE DE SUMINISTRO, CFM <sub>sa</sub>	
RSHG/1,1*(Tr-T <sub>sa</sub> ) =	1 892
Cambios / hr del recinto	9
Porcentaje de aire exterior	13%
CFM/Tons	381,12
Btu / pie2	39
Btu / m2	418

Microsoft Excel

### 2.2.2 Condiciones físicas del recinto

Las oficinas administrativas de H.A. Paper & Board están ubicadas a 150 metros al sur del Motel el Paraíso, en San Francisco de dos Ríos. El recinto fue construido dentro de la bodega general, en una especie de mezanine, por encima del área donde se almacena gran cantidad del producto terminado y listo para la venta. Las dimensiones de las oficinas se muestran en las Figuras 5,3 y 5,4 del apéndice.

### 2.2.3 Condiciones atmosféricas exteriores del sitio

Se consultó al Instituto Meteorológico Nacional, con el objetivo de obtener datos estadísticos climatológicos de la zona de San Francisco de Dos Ríos. Se obtuvieron datos promedios mensuales de temperatura máxima, temperatura promedio y humedad relativa para el mes de abril.

De esta manera, las condiciones exteriores de diseño se tomaron, como muestra la siguiente tabla:

**Tabla 2.2** Condiciones exteriores de diseño

Temperatura Máxima Bulbo Seco	29,5 °C	85,1 °F
Humedad Relativa	61%	

Microsoft Word

### 2.2.4 Condiciones interiores deseadas del recinto

Se consultó la carta psicrométrica, pues posee una zona de confort ya marcada para determinar la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa ideal para el recinto de oficinas como se muestra en la Figura 5,1 del apéndice.



**Tabla 2.3** Condiciones interiores de diseño

Temperatura Máxima Bulbo Seco	22 °C	72 °F
Humedad Relativa	50%	

Microsoft Word

### 2.2.5 Conducción a través de la estructura exterior

Las ganancias de calor por conducción a través de paredes, techo y vidrios que dan el exterior, se calcularon con la siguiente ecuación:

$$Q = U \cdot A \cdot DTCE_e$$

**Ecuación 2.1** Cálculo de la ganancia de calor por conducción

Donde:

$Q$  = ganancia neta del recinto por conducción a través del techo, paredes o vidrio, BTU/h.

$U$  = coeficiente general de transferencia de calor para el techo, paredes o vidrios, BTU/h-pies<sup>2</sup>-°F.

$A$  = área del techo, pared o vidrios, pie<sup>2</sup>.

$DTCE_e$  = diferencia de temperatura para carga de enfriamiento, °F.

### 2.2.6 Transferencia de calor a los alrededores

Parte de la energía generada dentro del recinto por los equipos, se transfiere a los alrededores, debido al diferencial de temperatura existente entre ambas secciones; es por esto, que se debe aplicar un factor de corrección a todas las ganancias de calor sensible, ya sea por conducción,

radiación, alumbrado, personas y equipo. Este cálculo se generó a partir de los coeficientes de transferencia de calor y del área seccional de las paredes y vidrios exteriores.

$$K = \frac{(U_w A_w + U_g A_g)}{L} \quad F_c = 1 - 0,02K$$

**Ecuación 2.2** Cálculo del factor de corrección a las ganancias de calor sensible

Donde:

$U_w, U_g$  = coeficiente de transferencia de calor; g: vidrio, w: pared.

$A_w, A_g$  = área de la pared o del vidrio, pie<sup>2</sup>.

$L$  = longitud de la pared exterior en pie.

### 2.2.7 Ganancias de calor por conducción a través del vidrio

Para vidrios planos y sencillos, en condiciones exteriores de verano, el coeficiente de transferencia de calor es de 1,04, según el apéndice 8 del libro del autor Pitta, localizado en la Tabla 6,15 de los anexos de este documento.

El diferencial de conducción para cargas de enfriamiento (DTCE), fue tomado de la Tabla 6.5 de los anexos para la hora de diseño 14:00 horas, el cual tiene un valor de 13.

Este valor debe ser corregido debido al efecto de almacenamiento de calor de la estructura, los equipos y el mobiliario, es por esta razón, que se debe utilizar la siguiente ecuación de corrección.

$$DTCE_e = DTCE + (78 - t_R) + (t_O - 85)$$

**Ecuación 2.3** Cálculo del diferencial de conducción corregido para vidrios

Donde:

$DTCE_e$  = diferencia de temperatura corregida para carga de enfriamiento.

$t_R$  = temperatura de diseño del recinto.

$t_O$  = temperatura exterior promedio.

### 2.2.8 Ganancia de calor a través de las paredes

En el caso de las paredes, además del factor de corrección por transferencia de calor a los alrededores, se debe corregir la DTCE obtenida de la Tabla 6.2 de los anexos como muestra la siguiente ecuación:

$$DTCE_e = (DTCE + LM) \cdot K + (78 - t_R) + (t_O - 85) \cdot f$$

**Ecuación 2.4** Cálculo del Diferencial de Conducción Corregido para Paredes

Donde:

$LM$  = constante que depende de la latitud y mes de diseño. Estos valores se encuentran en la tabla 6.4 de los anexos.

$K = 1$  suponiendo que el techo es oscuro.

$f = 1$  suponiendo que no hay ventilación del cielo raso.

$t_R$  = temperatura de diseño del recinto.

$t_o$  = temperatura exterior promedio.

Por ser la pared de gypsum, y basándose en la tabla 6.3 de los anexos, se le clasifica en el grupo G. Esta tabla también brinda los coeficientes de transferencia de calor para este tipo de estructura y, utilizando un valor interpolado, se obtuvo un valor de 0,17.

### **2.2.9 Ganancia de calor A través del techo y la puerta principal**

En la misma manera como se calculó la ganancia de calor a través de paredes, se puede calcular la ganancia de calor a través del techo y de la puerta principal, utilizando la *Ecuación 4*.

Para el techo, el factor  $LM$  se obtiene de la Tabla 6.4 de los anexos, según la latitud y mes de diseño. En el caso del recinto, se obtuvo (-1). El diferencial de temperatura  $DTCE$  se obtiene de la Tabla 6.1, encontrada en los anexos, y para este caso en particular, se utilizó un valor de 0,092. A su vez, la puerta obtuvo un factor  $LM$  de (-1), con un coeficiente de transferencia de calor de 0,47 obtenido de la Tabla 6,12 de los anexos, para puertas de madera de 1 ½ “ de espesor. Finalmente, el diferencial de temperatura  $DTCE$  se obtuvo a un valor de 41 de la Tabla 6.2 localizada en los anexos.

### **2.2.10 Ganancia de calor a través del piso inferior y las particiones interiores**

Al ser el piso inferior no acondicionado, se tuvo que aplicar la *Ecuación 1* con un coeficiente de transferencia de calor de 0,33, obtenido de la Tabla 6,13 de los anexos, para el cálculo de ganancia de calor sensible. De igual

manera, pero con un coeficiente de transferencia de calor de 0,17, se calculó la ganancia para las particiones internas de gypsum.

### **2.2.11 Ganancia de calor a través del vidrio por radiación**

La energía radiante del sol pasa a través de materiales transparentes como el vidrio y se transforma en ganancias de calor al recinto. Para el cálculo de ganancia de calor a través de vidrios por radiación solar, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Q = FGCS \cdot A \cdot CS \cdot FCE$$

**Ecuación 2.5** Cálculo de ganancia de calor por radiación a través de vidrios

Donde:

$Q$  = ganancia neta por radiación solar a través del vidrio, BTU/h

$FGCS$  = factor de ganancia máxima de calor solar, BTU-pie<sup>2</sup>

$A$  = área del vidrio, pie<sup>2</sup>

$CS$  = coeficiente de sombreado

$FCE$  = factor de carga de enfriamiento para el vidrio

Los factores  $FGCS$ ,  $CS$ , y  $FCE$  se obtuvieron de las Tablas 6.6, 6.7, y 6.8 de los anexos.

### **2.2.12 Ganancia de calor debida al alumbrado**

Para el cálculo de la carga generada por las luminarias que, en este caso, son 20 lámparas fluorescentes de 40 W cada una, y 6 lámparas fluorescentes de 75 W cada una, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_L = 3.41 \cdot W \cdot FB \cdot FCE$$

**Ecuación 2.6** Cálculo de ganancia de calor por alumbrado

Donde:

$Q$  = ganancia de calor neta debida al alumbrado, BTU/h

$W$  = capacidad del alumbrado, watt.

$FB$  = factor de balastro.

$FCE$  = factor de carga de enfriamiento para el alumbrado.

El factor de 3,41 se utiliza para convertir watt en BTU/h. Un valor típico del factor de balastro para alumbrado fluorescente es 1,2. El factor de carga de enfriamiento para uso comercial es generalmente 1.

### **2.2.13 Ganancia de calor debida al equipo**

El equipo encontrado en las Oficinas Administrativas era en su mayoría computadoras, las cuales aportan calor sensible al recinto. Con un cálculo aproximado de 225 W por computadora y multiplicando por un factor de 3,41 para convertir watt en BTU/h se calculo la ganancia total de calor sensible aportada por los equipos.

### **2.2.14 Ganancia de calor debida a los ocupantes**

Debido al tipo de trabajo ejecutado en las oficinas, se seleccionaron los valores de calor sensible y calor latente de la Tabla 6.10, adjunta en los anexos a este documento. El tipo de labor es de trabajo ligero, sentado y de escritura, normalmente aplicado en oficinas, para estimar la cantidad de calor generado por los ocupantes del recinto. Es importante mencionar que la única ganancia de calor latente del recinto, es debido a estas personas.

### 2.2.15 Ganancia de calor debido a los ductos

Para calcular la ganancia de calor debido a los ductos, se utiliza una aproximación donde se toma un 1% de las ganancias totales de calor sensibles del recinto para el ducto de retorno, y un 5% de las ganancias totales de calor latentes del recinto para el ducto de suministro.

Se aplicó dicho criterio por ser un proyecto en desarrollo, en donde no se conocen previamente las dimensiones de los ductos finales por utilizar.

### 2.2.16 Ganancia de calor por ventilación de los ocupantes

Por razones sanitarias y de confort, se debe admitir algo de aire exterior en el recinto. El calor sensible y latente que posee dicho aire es mayor que el aire habido circulando en las oficinas. Es por esa razón, que la admisión de aire exterior se convierte una carga de enfriamiento.

Sabiendo que el exceso de calor lo elimina el equipo de enfriamiento, dicho cálculo no es parte de la carga del recinto y, más bien, conforma parte de la carga de refrigeración.

Para el cálculo de ganancia de calor por ventilación de los ocupantes, se usaron las siguientes ecuaciones:

$$Q_s = 1,1 \bullet CFM \bullet CT$$

**Ecuación 2.7** Cálculo de ganancia de calor sensible por ventilación

$$Q_l = 0,68 \bullet CFM \bullet (W_e' - W_i')$$

**Ecuación 2.8** Cálculo de ganancia de calor latente por ventilación

Donde:

$Q_s$  y  $Q_l$  = cargas de calor sensible y latente debido al aire de ventilación, BTU/h

$CFM$  = flujo de aire de ventilación, pie/min.

$CT$  = diferencial de temperatura entre el aire exterior e interior, °F.

$W_e'$ ,  $W_i'$  = relación de humedad exterior e interior, g de agua/lb de aire seco.

El valor sugerido de ventilación con aire exterior fue tomado de la Tabla 6,11 de los anexos, para espacios de oficinas, en general, teniendo en cuenta el mínimo recomendado, ya que priva el costo del proyecto sobre la calidad del aire.

### **2.2.17 Ganancia de calor por ventilador forzado**

Para el cálculo de ganancia de calor por causa del tipo ventilador utilizado, se supuso el uso de ventiladores de inducción forzada, en donde actúa un ventilador para mover todo el aire acondicionado hacia los recintos. El ventilador, al estar impulsado por un motor eléctrico, genera calor al mover las aspas, por lo que se debe agregar una cierta cantidad de calor sensible al cálculo de la carga térmica total.

Como no se conoce la dimensión del ventilador utilizado en esta aplicación específica, se recomienda coger un 2.5% del calor sensible total del cuarto acondicionado.



## 2.3 Cálculo de la carga total de enfriamiento

El cálculo de la carga total de enfriamiento se obtuvo al sumar la totalidad de ganancias de calor sensible y calor latente al recinto. Dicha cifra representa la totalidad de la carga térmica que la máquina de aire acondicionado debe vencer, para poder llegar a las condiciones de humedad y temperatura requeridas en las oficinas.

Para este recinto, la carga total de enfriamiento es de 59 573 Btu/h, lo cual representa 5 toneladas de refrigeración.

## 2.4 Análisis psicrométrico

Con el fin de seleccionar el equipo adecuado de acondicionamiento, se realizó un análisis psicrométrico de todo el proceso.

### 2.4.1 Relación y línea de calor sensible del recinto

La única ganancia de calor latente en el recinto se debe a las personas que laboran en las oficinas administrativas. Por esta razón, la relación de calor sensible del recinto se aproxima al valor de uno.

$$RSHR = \frac{RSHG}{RTHG} = \frac{RSHG}{RSHG + RLHG} = \frac{42041}{42041 + 3192} = 0,93$$

**Ecuación 2.9** Cálculo de la relación de calor sensible del recinto

Donde:

$RSHR$  = relación de calor sensible del recinto.

$RSHG$  = ganancias de calor sensible del recinto, BTU/h.

$RLHG$  = ganancias de calor latente del recinto, BTU/h.

$RTHG$  = ganancias de calor totales del recinto, BTU/h.

Esta relación es de suma importancia, porque su valor permite trazar la línea de calor sensible en la carta psicrométrica. Esta es la línea sobre la cual debe quedar cualquier condición satisfactoria del aire de suministro, es decir, si por alguna razón se tuvieran que cambiar las condiciones de suministro, toda condición satisfactoria para llevar la carga térmica del cuarto, debe quedar sobre esta misma línea en la carta psicrométrica. La línea de calor sensible del recinto está trazada en la carta psicrométrica localizada en la Figura 5,2 de los apéndices.

#### 2.4.2 Relación y línea de proceso del serpentín

Para el cálculo de la relación y línea de proceso del serpentín, se debe involucrar el calor latente y sensible necesario para dar una buena ventilación a los ocupantes del recinto. Esta es la única diferencia al cálculo anterior para la línea de calor sensible del recinto.

$$GSHR = \frac{GSHG}{GSHG + GLHG} = \frac{46540}{46540 + 13033} = 0.78$$

**Ecuación 2.10** Cálculo de la línea de proceso del serpentín

Donde:

$GSHR$  = línea de proceso del serpentín.

$GSHG$  = ganancias netas de calor sensible, BTU/h.

$GLHG$  = ganancias netas de calor latente, BTU/h.

La importancia de esta línea es que permite verificar y seleccionar el tamaño de la máquina de aire acondicionado. Esta línea fue trazada en la carta psicrométrica, como se muestra en la Figura 5,2 de los apéndices, y representa los cambios en las condiciones del aire, a medida que va pasando por el serpentín de enfriamiento y deshumedificación.

### 2.4.3 Temperatura de aire de suministro

El aire de suministro debe tener una temperatura y humedad menor a la del recinto. Su contenido menor en calor sensible y latente contrarresta con las ganancias netas de calor del recinto.

Para obtener la temperatura de aire de suministro, se trazó, en la carta psicrométrica, la línea de calor sensible del recinto (RSHR), línea de proceso del serpentín (GSHR), línea de la mezcla que va de la temperatura exterior a la del recinto y, finalmente, se marcó el punto de la mezcla. Este proceso se ilustra nuevamente en la Figura 5,2 de los apéndices. La condición del aire de suministro siempre recae sobre la línea de calor sensible del recinto. Para este caso, la temperatura de aire de suministro es de 52°F BS.

### 2.5 Volumen de aire de suministro

El volumen de aire de suministro se determina a partir de la ecuación de calor sensible, tomando en cuenta la temperatura de aire de suministro y la temperatura del recinto.

$$CFM_{sa} = \frac{RSHG}{1,1(T_R - T_{SA})} = \frac{41625}{1,1(72 - 52)} = 1892 \frac{pie^3}{min}$$

**Ecuación 2.11** Cálculo del volumen de aire de suministro

Donde:

$CFM_{sa}$  = volumen de aire de suministro,  $pie^3/min$ .

$RSHG$  = ganancias de calor sensible del recinto, BTU/h.

$T_R$  = temperatura del recinto, °F.

$T_{SA}$  = temperatura de suministro, °F.

## 2.6 Cambios de aire por hora del recinto

Los cambios de aire por hora del recinto corresponden a la cantidad de veces que el volumen de aire, equivalente al volumen del cuarto, es desplazado en una hora, para poder eliminar la cantidad de calor generada internamente.

$$\frac{\text{Cambios}}{\text{hr}} = \frac{CFM_{SA} \cdot 60}{V} = \frac{1892 \cdot 60}{12089} = 9$$

**Ecuación 2.12** Cálculo de cambios de aire por hora del recinto

Donde:

$CFM_{sa}$  = volumen de aire de suministro, pie<sup>3</sup>/min.

$V$  = volumen del recinto, pie<sup>3</sup>.

## 2.7 Porcentaje de Aire Exterior

El porcentaje de aire exterior es la relación entre el aire de ventilación de los ocupantes y el volumen de aire de suministro.

$$\% \text{ Aire } _{ext} = \frac{CFM_{VENT}}{CFM_{SA}} \cdot 100 = \frac{240}{1892} \cdot 100 = 13\%$$

**Ecuación 2.13** Cálculo de porcentaje de aire exterior

Donde:

$CFM_{Vent}$  = volumen de aire de ventilación, pie<sup>3</sup>/min.

$CFM_{sa}$  = volumen de aire de suministro, pie<sup>3</sup>/min.

## 2.8 Capacidad de la unidad de aire acondicionado

Para seleccionar la maquina refrigerante, es necesario haber determinado todos los parámetros involucrados en el cálculo de la carga térmica y calcular la carga total de enfriamiento. Convirtiendo las unidades de BTU/hr en toneladas de refrigeración o Kilowatt, se realiza la consulta a los diferentes fabricantes.

**Tabla 2.4** Capacidad de la maquina de aire acondicionado

<b>TOTAL DE CARGA DE ENFRIAMIENTO</b>		
Btu/h	Ton. refrigeración	KW
59 573	5	17,5

Microsoft Word

## 2.9. Sistema de ductos

Con el afán de lograr una adecuada distribución del aire acondicionado a lo largo de todo el recinto, se procedió a realizar todo un diseño de ductos que se ajustase a las dimensiones y las necesidades. El factor predominante en dicho diseño fue la simetría. Los planos en las figuras 5,5 y 5,6 de los apéndices muestran los resultados de dichos cálculos.

El método utilizado fue el de fricción constante, el cual determina, que sin importar el tamaño ni forma del ducto, por cada unidad de longitud, la pérdida por fricción es la misma. A continuación, se muestra el procedimiento empleado. La hoja de cálculo utilizada se halla en la Tabla 2,5 adjunta a esta sección.

**Tabla 2.5** Hoja de calculo de las dimensiones de los ductos

Proyecto:	Sistema Aire Acondicionado HA Paper & Board		
Manejadora:	1		
Aire manejado:	1 892 cfm		
Aire exterior:	240 cfm		
Aire retorno:	1 652 cfm		
Velocidad inicial:	1 500 ppm		
Pérdida Unitaria (P.U.):	0,200 pulg/100 pies		
Presión en terminal:	0,22 pulg		
Total Long. Equivalente:	79 pies		
Total Pérdida de Carga en ductos:	0,16 pulg	4,0 mm	
Velocidad final:	948 ppm		
Recuperación (Rec):	0,06 pulg		
Presión Estática total en abanico:	0,32 pulg	8,1 mm	

Sección ducto	Caudal aire cfm	% Capac. inicial	% Area sección	Area pies2	Dimensiones pulg			Velocidad en ducto	Long. ducto pies	Codos		Long. Equiv. pies
						x				Cant.	Fricción	
<b>Suministro</b>												
S-B	1 892	100%	100,0%	1,26	14	x	12		6			6
B-1	946	50%	58,0%	0,73	14	x	8		9	1	5	14
2-1	710	38%	46,0%	0,58	10	x	8		9			9
2-3	473	25%	32,5%	0,41	10	x	6		9			9
3-4	237	13%	19,5%	0,25	8	x	8	948	9	1	4	13
						x						
						x						
						x						
						x						
						x						
						x						
<b>Retorno</b>												
E-E	1 652	100%	100,0%	1,10	14	x	12		3			3
E-R1	826	50%	58,0%	0,64	12	x	8		15	2	5	25
						x						
						x						

Microsoft Excel

### 2.9.1 Manejo de aire total

Aire manejado= 1 892 CFM

Aire exterior= 240 CFM

Aire retorno= 1 652 CFM

Suponiendo un total de 8 rejillas para suministro, se tiene:

$$\text{Aire de suministro por rejilla} = \frac{1892CFM}{8} = 236,5CFM$$

**Ecuación 2.14** Cálculo de la cantidad de aire por cada rejilla de suministro

Para el retorno, se supone un total de 2 rejillas; por lo tanto, se tiene:

$$\text{Aire de retorno por rejilla} = \frac{1652CFM}{2} = 826CFM$$

**Ecuación 2.15** Cálculo de la cantidad de aire por cada rejilla de retorno

### 2.9.2. Velocidades de suministro y retorno

De acuerdo con la Tabla 7 del Manual de Carrier encontrada en la Tabla 6,16 de los anexos, se recomienda una velocidad máxima de suministro para oficinas de 2000 CFM y para retorno de 1500 CFM. No obstante, se decidió utilizar una velocidad de 1500 CFM para suministro y retorno.

### 2.9.3 Ductos suministro

- Ducto S-B

$$\text{Área principal} = \frac{Q_{Total}}{V_{Maxima}} = \frac{1892CFM}{1500ppm} = 1,26pie$$

**Ecuación 2.16** Cálculo del área del ducto

Puesto que este tramo tiene un 100% de la capacidad inicial, este requiere un 100% de reducción del área de sección de acuerdo con la Tabla 6,16 del Manual de Carrier encontrada en los anexos a este documento.

De acuerdo con la Tabla 6 del manual de Carrier, se sugiere un área de ducto de 14 x 12 pulgadas.

Para los demás ductos se sigue el mismo procedimiento.

- Ducto 3-4

Caudal 3-4 = 237 CFM

$$\text{Porcentaje de capacidad inicial} = \frac{237CFM}{1892CFM} \cdot 100 = 13\%$$

**Ecuación 2.17** Cálculo del porcentaje de capacidad inicial

Al poseer ese tramo un 13% de la capacidad inicial, este requiere un 19,5% de reducción del área de sección de acuerdo con la Tabla 6,16 del Manual de Carrier, encontrado en los anexos; es decir, un área de 0,25 pie<sup>2</sup>.

De acuerdo con la Tabla 6,18 del Manual de Carrier, se sugiere un área de ductos de 8 x 8 pulgadas.

$$\text{Velocidad final} = \frac{237CFM}{0,25 \text{ pie}^2} = 948 \text{ ppm}$$

**Ecuación 2.18** Cálculo de la velocidad final en la ultima rejilla

$$\text{Recuperación} = 0,75 \left[ \left( \frac{Vi}{4000} \right)^2 - \left( \frac{Vf}{4000} \right)^2 \right] = 0,75 \left[ \left( \frac{1500}{4000} \right)^2 - \left( \frac{948}{4000} \right)^2 \right] = 0,06 \text{ pulg}$$

**Ecuación 2.19** Cálculo de la recuperación



- Presión en Terminal

De acuerdo con el fabricante, se tiene una presión en la terminal de 0,22 in.

- Total pérdida de carga en ductos

Considerando una pérdida unitaria de 0,2 pulg/100pie, obtenida de la Tabla 6,17 del Manual de Carrier, y una longitud equivalente de 79 pies, se pudo obtener el total de pérdida de carga en el ducto.

$$\text{Pérdida carga ducto} = \frac{\text{Long.Equivalente} \bullet P.U.}{100} = \frac{79 \text{ pie} \bullet 0,2 \text{ pulg}/100 \text{ pies}}{100} = 0,16 \text{ pulg}$$

**Ecuación 2.20** Cálculo de la pérdida de carga en ducto

-Presión estática del equipo

Finalmente, la presión estática del equipo se calcula como la suma de la pérdida de carga del ducto, más la presión en el terminal, menos la recuperación. Para este caso, la presión estática del equipo dejó como resultado 0,32pulg o 8,1mm.

#### **2.9.4 Ductos retorno**

Se realiza de la misma manera, con el único cuidado de utilizar solamente el aire de retorno.

### **2.10 Análisis del Diseño estructural del recinto**

Debido a que las oficinas de HA Paper & Board se encuentran actualmente en un edificio alquilado, la distribución y el diseño del local no es la óptima para la implementación de un sistema de aire acondicionado.

Buscando la mayor economía y el menor gasto en rediseños estructurales, se decidió realizar la menor cantidad de cambios al diseño del recinto.

Para poder dar una adecuada distribución del aire acondicionado, se recomendó instalar un cielo de raso a una altura de 7,88 pies (2,4 m). Asimismo, se determinó que era necesario eliminar las paredes y las puertas internas, excepto las de los servicios sanitarios, e instalar, en su sustitución, divisiones internas a una altura de 5,25 pies (1,6 m), para separar las diferentes áreas de trabajo y oficinas. De esta forma, se logra integrar toda el área de trabajo en un solo espacio.

### **2.11 Selección de la unidad de aire acondicionado**

Para seleccionar la unidad de aire acondicionado mas adecuada se consultaron varios catálogos de diferentes fabricantes. Examinando la deseable, según las necesidades, y que, a su vez pudiese ser instalada en el techo del edificio, se escogió el modelo Centurión 50PG06 de la marca Carrier. Se tomo en cuenta un factor de crecimiento del 10%. En la sección de anexos, tabla 6,20, se encuentra una cotización del distribuidor autorizado por Carrier en Costa Rica, incluyendo la instalación e impuestos por un valor de \$14 210,00.



Acrobat Reader

**Figura 2.1** Unidad de aire acondicionado Carrier Centurión 50PG05

**Tabla 2.6** Capacidades de enfriamiento de diferentes modelos Carrier Centurion

**ARI\* capacity ratings**



**50PG03-28**

UNIT 50PG	NOMINAL CAPACITY (Tons)	NET COOLING CAPACITY (Btuh)	TOTAL POWER (kW)	SEER	EER†	SOUND RATING (dB)	IPLV**
03	2.0	24,000	2.1	14.1	11.5	75	—
04	3.0	35,800	3.1	14.1	11.7	73	—
05	4.0	47,500	4.0	15.0	12.2	72	—
06	5.0	58,500	4.9	14.8	12.2	78	—
07	6.0	69,000	5.8	—	12.2	78	—
08	7.5	88,000	7.0	—	12.7	80	13.3
09	8.5	102,000	8.4	—	12.4	80	13.3
12	10.0	119,000	9.9	—	12.2	80	13.1
14	12.5	150,000	13.2	—	11.5	83	12.1
16	15.0	182,000	15.9	—	11.6	84	12.7
20	18.0	202,000	17.2	—	11.8	81.7	12.4
24	20.0	238,000	20.2	—	11.6	84.6	12.0
28††	25.0	300,000	27.2	—	11.0	84.6	12.0

Acrobat Reader

**Tabla 2.7** Capacidad de aire de suministro de diferentes modelos Carrier Centurión

**50PG03-16 UNITS**

UNIT 50PG	COOLING (cfm)		HEATING (cfm) ELECTRIC HEAT	
	Min	Max	Min	Max
03	600	1000	600	1000
04	900	1500	900	1500
05	1200	2000	1200	2000
06	1500	2500	1500	2500
07	1800	3000	1800	3000
08	2250	3750	2250	3750
09	2550	4250	2550	4250
12	3000	5000	3000	5000
14	3750	6250	3750	6250
16	4500	7500	4500	7500

Acrobat Reader

## **2.12. Conclusiones**

- a.** La carga total de enfriamiento de las oficinas administrativas es de 59 573 BTU/hr.
- b.** La temperatura del aire suministro necesaria es de 52°F.
- c.** El volumen de aire de suministro necesario es de 1892 pie<sup>3</sup>/min.
- d.** La capacidad mínima de la unidad de aire acondicionado es de 5 toneladas.

### **2.13 .Recomendaciones**

- a.** Si se cuenta con un local en alquiler, antes de realizar una inversión, como un sistema de aire acondicionado, se deben valorar todos los gastos necesarios para un rediseño del recinto, y así lograr una distribución idónea del aire.
- b.** Al construir un local, en un ambiente caluroso, se recomienda hacer todas las previstas para la instalación, en el edificio, de un sistema de aire acondicionado en el edificio.
- c.** Al realizar un diseño para un sistema de aire acondicionado, se deben tomar en cuenta todos los factores que afectan la carga de enfriamiento.
- d.** Antes de solicitar el diseño de un sistema de aire acondicionado, es importante conocer el presupuesto poseído.

## **CAPÍTULO 3**

### **PROYECTO ADMINISTRATIVO**

---

#### **3.1 Metodología para el Proyecto de diseño administrativo**

##### **3.1.1 Definición de las necesidades**

Se realizó una visita a la bodega y se consultó con los encargados, para así conocer y definir las necesidades en cuanto al almacenamiento y el manejo de información, referente a los repuestos y las herramientas en existencia. Se procedió a realizar un diseño, en papel, con el listado de campos y registros necesarios en las tablas.

##### **3.1.2 Diseño de tablas y formularios**

Se definieron los elementos e información importante por almacenar y se procedió a crear las tablas necesarias. Las tablas fueron la base para la creación de los formularios necesarios, para que los usuarios tengan la capacidad de alimentar las tablas. Adicionalmente, se crearon máscaras de entrada, las cuales se encargan de permitir que los datos sean ingresados a las tablas en formas exclusivas, según sea el caso.

##### **3.1.3 Diseño de las relaciones entre tablas**

Para poder entrelazar los campos de diferentes tablas, se definieron las relaciones necesarias. De esta forma, se pudieron crear las consultas y los reportes que compilan la información de distintas tablas.

##### **3.1.4 Diseño de los formularios**

Una vez determinadas las tablas, con sus respectivas relaciones, se ejecutaron los formularios con pantallas, en donde el usuario puede alimentar la base de datos.

### **3.1.5 Diseño de las consultas**

Para el diseño de las consultas, se determinaron los campos de una misma tabla o de varias por desplegar, como parte de la información. Esta información puede ser desplegada, tanto por medio de una pantalla como por medio de un formulario, según sea el caso.

### **3.1.6 Diseño de reportes**

Los reportes fueron diseñados para que brinden la documentación escrita de los datos alimentados a la base y, según lo solicite el usuario.

### **3.1.7 Prueba de la base de datos**

Se procedió a alimentar la base datos con información de prueba, para así comprobar si existen fallas en las tablas y sus relaciones, formularios, consultas o informes.

## **3.2 Procedimiento de diseño**

### **3.2.1 Tablas y sus relaciones**

Lo primero que se realizó para el diseño de las tablas fue entrevistar a los encargados de la bodega y a la directora general de la empresa, para conocer, de primera mano, las necesidades y las expectativas de la base de datos. El siguiente paso fue estudiar, en detalle, la forma como se deseaba que trabajara la base de datos, considerando sus alcances y limitaciones.

Como base de toda la estructura, inicialmente se determinó crear una tabla para las herramientas, los repuestos, las máquinas, y los empleados; sin embargo, conforme se avanzó en la creación de ella se notó la necesidad de crear dos tablas adicionales, para tener un detalle preciso de los movimientos de cada herramienta y el repuesto, a través del tiempo.

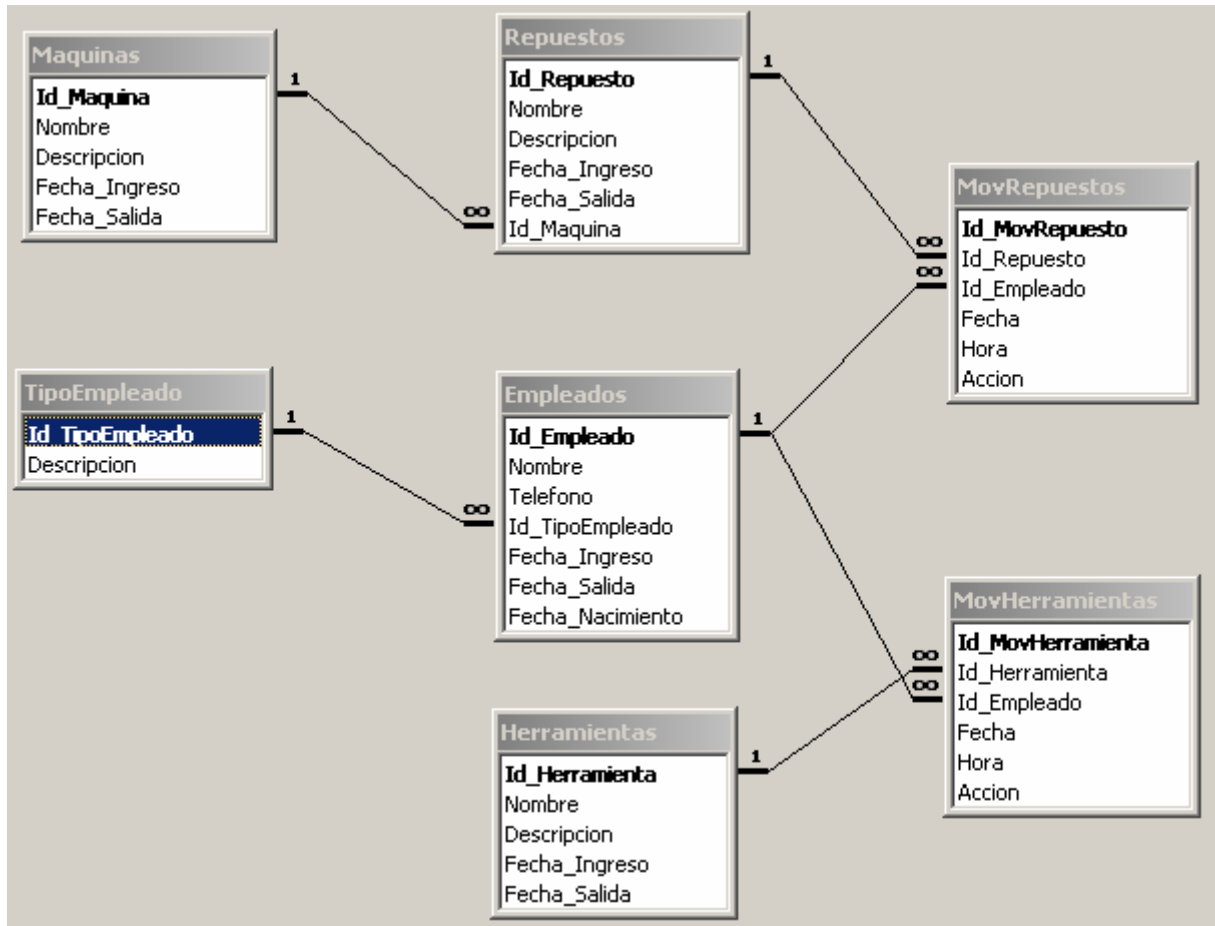
Un paso muy importante fue el determinar, previo a la elaboración del diseño de las tablas, las consultas y los informes que los usuarios esperaban de la base de datos.

La información de las tablas fue agrupada verificando que no se generara información duplicada y considerando los datos en común. Un borrador tipo esquema, a mano, se realizó con las respectivas relaciones entre las tablas.

Finalmente, se definieron los campos y las llaves primarias de cada tabla, las cuales son indispensables e identifican de manera única y exacta de cada registro de las tablas. Cada campo recibió un nombre y se determinó el tipo de dato obtenido con sus propiedades.



Una vez creadas las tablas, se definieron las relaciones entre ellas, tomando en cuenta que estas deben exigir integridad referencial y actualizar, en cascada, los campos relacionados.



Microsoft Access

**Figura 3.1** Relaciones entre tablas

### 3.2.2 Formularios

La base de datos se conformó por medio de seis formularios, los cuales incluyen: actualización de empleados, actualización de herramientas, actualización de máquinas, actualización de repuestos, actualización del movimiento de repuestos, actualización del movimiento de herramientas.

Generalizando la explicación para todos los formularios, es importante mencionar características comunes poseídas por todos ellos que poseen, tales como la propiedad de bloqueo de los registros y el uso de los botones de comando.

En el caso del bloqueo de los registros, se tomó esta decisión para evitar alterar algún dato ingresado previamente. Al abrir un formulario todos los campos bloqueados aparecen con color celeste, a menos a que se ingrese un nuevo registro o se desee modificar uno ya existente, caso en el cual el campo cambia de color a blanco, e indica que ya se ha deshabilitado la propiedad bloqueo.

Todos los formularios poseen cuatro botones los cuales permiten realizar las acciones necesarias. El botón agregar permite crear un nuevo registro, el botón modificar sirve para modificar un campo, el botón borrar sirve para eliminar un registro y, finalmente, el botón cerrar sirve para salir del formulario.

El primer formulario en diseñarse fue el formulario de actualización de empleados, este muestra información como cédula, nombre y apellidos, teléfono, tipo de empleado, fecha de nacimiento, fecha de ingreso a la empresa y, de ser necesario, la fecha de salida de la empresa. Este formulario permite agregar y eliminar empleados a la empresa y obtener información básica de ellos.

The screenshot shows a Microsoft Access form window titled "ActualizarEmpleados". The form contains the following fields and controls:

- Cedula:** Text box containing "1-0567-789".
- Nombre y Apellidos:** Text box containing "Pablo Montoya Castro".
- Telefono:** Text box containing "274-9060".
- Codigo Tipo Empleado:** Text box containing "1" and a dropdown menu currently showing "Operario".
- Fecha de Ingreso:** Text box containing "2000/01/01".
- Fecha de Salida:** Empty text box.
- Fecha de Nacimiento:** Text box containing "1978/06/20".

At the bottom of the form, there are four buttons: "Agregar", "Modificar", "Borrar", and "Cerrar". Below these buttons is a record navigation bar that reads "Record: 1 of 3".

Microsoft Access

**Figura 3.2** Formulario actualización de empleados

Cabe destacar que, para la creación de este formulario, se utilizó un cuadro combinado que despliega el tipo de empleado asignando, esto porque para el usuario es muy difícil recordar todos los códigos existentes y resulta mas sencillo seleccionar de una lista.

Los formularios de actualización de herramientas y repuestos son muy similares entre sí. Ambos muestran información como el código interno dado en la empresa para cada uno, nombre, una breve descripción de la herramienta o del repuesto, según sea el caso, la fecha cuando ingresó o se compró, y de haber sido desechado o usado, una fecha de salida. La única diferencia entre ambos es que el formulario de actualización de repuestos despliega también el código y el nombre de la máquina a la que pertenece el repuesto, con el fin de orientar al usuario para que no se cometan errores en su utilización. Lo que se busca con estos formularios es poder ingresar o sacar del sistema herramientas o repuestos que se adquieren.

ActualizarRepuestos

Codigo Repuesto: RP0111

Nombre: Faja

Descripcion: Desc RP0111

Fecha de Ingreso: 2000/01/01

Fecha de Salida:

Codigo Maquina: MQ0111 Covertidora

Agregar Modificar Borrar Cerrar

Record: 1 of 5

Microsoft Access

Figura 3.3 Formulario actualización de repuestos

El formulario de actualización de máquinas muestra información como el código de esta, dado dentro en la empresa, nombre, una descripción de ella y su función, así como la fecha de ingreso a la empresa y, de ser necesario, la fecha de salida de la empresa. Asimismo, este formulario permite ingresar los datos de nuevas máquinas que sean adquiridas a futuro, o en determinado caso, quitar del sistema cualquier máquina que haya sido desechada.

ActualizarMaquinas

Codigo Maquina: MQ0111

Nombre: Covertidora

Descripcion: Desc MQ0111

Fecha de Ingreso: 2000/01/01

Fecha de Salida:

Agregar Modificar Borrar Cerrar

Record: 1 of 5

Microsoft Access

Figura 3.4 Formulario actualización de máquinas

Finalmente, los últimos dos formularios en diseñarse, fueron los de actualización de movimiento de herramientas y repuestos. Estos son iguales entre sí. Ambos muestran información como el código y nombre de lo solicitado, la cédula y nombre del solicitante, desplegado por medio de cuadros combinados, fecha y hora cuando se realizó el movimiento interno, y el hecho de si el repuesto o herramienta fue devuelto o solicitado. Estos formularios son los que se deben utilizar para llevar acabo un control de los repuestos y las herramientas salidas de la bodega, ya sea, para una reparación o para un mantenimiento rutinario. Cabe destacar que, estos dos formularios llegan a suplir una de las necesidades primordiales para lo que fue creada la base de datos: mantener un orden y control de la cantidad de repuestos y herramientas que se mantienen en la bodega de repuestos del Departamento de Mantenimiento.

The screenshot shows a Microsoft Access form titled 'ActualizarMovHerramientas'. It features several data entry fields and a set of action buttons. The fields are: 'Codigo Herramienta' (text box with 'CF111'), 'Cedula Empleado' (text box with '1-0567-789'), 'Fecha' (date picker with '2000/01/01'), 'Hora' (time picker with '23:59'), and 'Accion' (text box with 'Solicitar'). Below these fields are four buttons: 'Agregar', 'Modificar', 'Borrar', and 'Cerrar'. At the bottom of the form is a record navigation bar with the text 'Record: 1 of 10' and navigation icons.

Microsoft Access

**Figura 3.5** Formulario Actualización de movimiento de herramientas

### 3.2.3 Reportes

El objetivo de los reportes es brindar, al usuario, un informe escrito de la información ingresada a la base de datos y de la situación actual del

inventario que se encuentra en la bodega. Dos reportes fueron diseñados para que desplieguen, en forma de bitácora, todos los movimientos sufridos por un repuesto o herramienta, desde el momento cuando ingresó a la bodega. Para cumplir con los objetivos indicados anteriormente, fue necesario también crear reportes que desplegaran el inventario actual y preciso de las herramientas y repuestos encontrados en la bodega.

## Inventario Repuestos

Nombre	Descripcion	Nombre Solicitante	Funcion	Fecha	Hora Accion
Faja	Desc RP0111	Pablo Montoya Castro	Operario	2000/01/02	5:00 Solicitar
Rodillo	Desc RP0333	Marcelo Herrero Aragon	Mecanico	2000/06/06	6:09 Devolver
Sello	Desc RP0222	Alberto Gil Chaverri	Operario	2002/01/01	11:12 Solicitar

Microsoft Access

**Figura 3.6** Reporte Inventario de repuestos

Para realizar reportes que contengan datos actuales y de último momento, fue necesario generar consultas que filtraran la información ingresada a la base y desplegara, específicamente, los datos requeridos. La explicación de la creación de dichas consultas se omite en este trabajo escrito, debido a su complejidad y detalle; sin embargo, si el lector quisiera saber más en detalle como se hicieron las consultas, puede observar la base de datos en el modo edición, adjunto a este documento.

## Bitacora Herramientas

Herramienta	Solicitante	Codigo	Fecha	Hora	Accion
<b>Alicate</b>					
	Marcelo Herrero Aragon	AL333	2000/06/06	6:09	Devolver
	Marcelo Herrero Aragon	AL333	2000/06/06	6:08	Solicitar
	Marcelo Herrero Aragon	AL333	2000/06/06	6:07	Devolver
	Marcelo Herrero Aragon	AL333	2000/06/06	6:06	Solicitar
<b>Corofija</b>					
	Pablo Montoya Castro	CF111	2000/01/02	1:00	Devolver
	Pablo Montoya Castro	CF111	2000/01/01	23:59	Solicitar
	Pablo Montoya Castro	CF111	2000/01/02	5:00	Solicitar
<b>Corofija</b>					
	Alberto Gil Chaverri	CF222	2002/01/01	11:12	Solicitar
	Alberto Gil Chaverri	CF222	2001/05/09	11:11	Devolver
	Alberto Gil Chaverri	CF222	1900/01/08	10:00	Solicitar

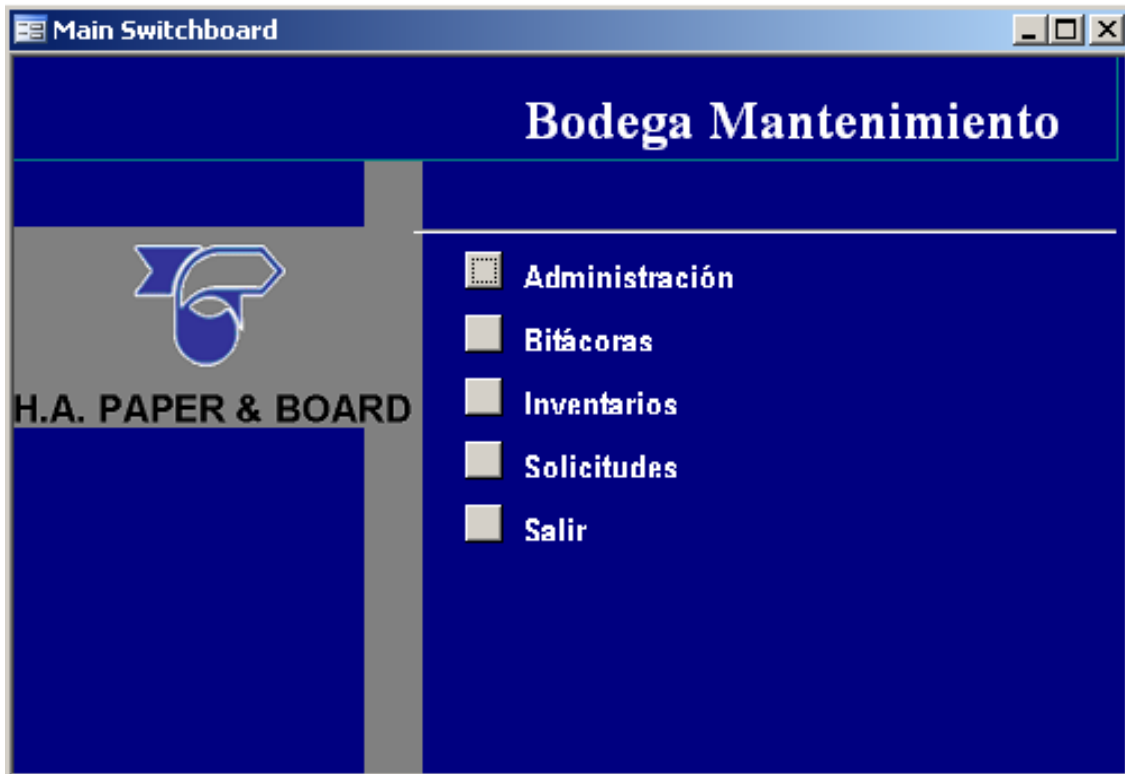
Microsoft Access

**Figura 3.7** Reporte Bitácora de herramientas

### 3.2.4 Panel de control

El panel de control tiene como función ser un intermediario entre el usuario y la base de datos. Todas las funciones de la base, se encuentran distribuidas dentro del panel de control en categorías, tales como, administración, bitácoras, inventarios y solicitudes.

La sección de administración sirve para ingresar, modificar o borrar registros de las tablas de empleados, máquinas, repuestos y herramientas. En la sección de bitácoras, se puede visualizar, hasta la fecha, el historial de movimientos sufridos por los repuestos y las herramientas. El reporte permite visualizar la información sin la necesidad de imprimirlo. Igualmente, en la sección de inventarios, se pueden imprimir o visualizar los inventarios en existencia de repuestos y herramientas.



Microsoft Access

Figura 3.8 Panel de control principal



### **3.3 Conclusiones**

- a.** La base datos permite llevar un control detallado del inventario en existencia, en la bodega de repuestos.
- b.** La base de datos posibilita visualizar un historial de los movimientos sufridos por las herramientas y los repuestos a lo largo del tiempo.
- c.** El tiempo de búsqueda de información fue reducido en relación con la solicitud de herramienta, por parte de los empleados.
- d.** Se logró planificar y anticipar la necesidad de compra de determinados repuestos y herramientas, para un debido funcionamiento de la planta.

### **3.4 Recomendaciones**

- a.** Se recomienda mantener una copia actualizada de la base datos en otra computadora, con el fin de prevenir la pérdida de información, en caso de avería o robo del equipo.
- b.** Previo a la creación de nuevos formularios y consultas, se recomienda guardar una copia de la base datos, con el objetivo de hacer pruebas y encontrar posibles fallas.
- c.** Es necesario recopilar y almacenar solamente los datos necesarios y pertinentes al objetivo, con el fin de no crear una base de datos muy grande y mantenerla ligera y rápida.
- d.** Se recomienda no bloquear la base de datos contra la edición, ya que, a futuro, pueden emanar nuestras necesidades.

## CAPITULO 4

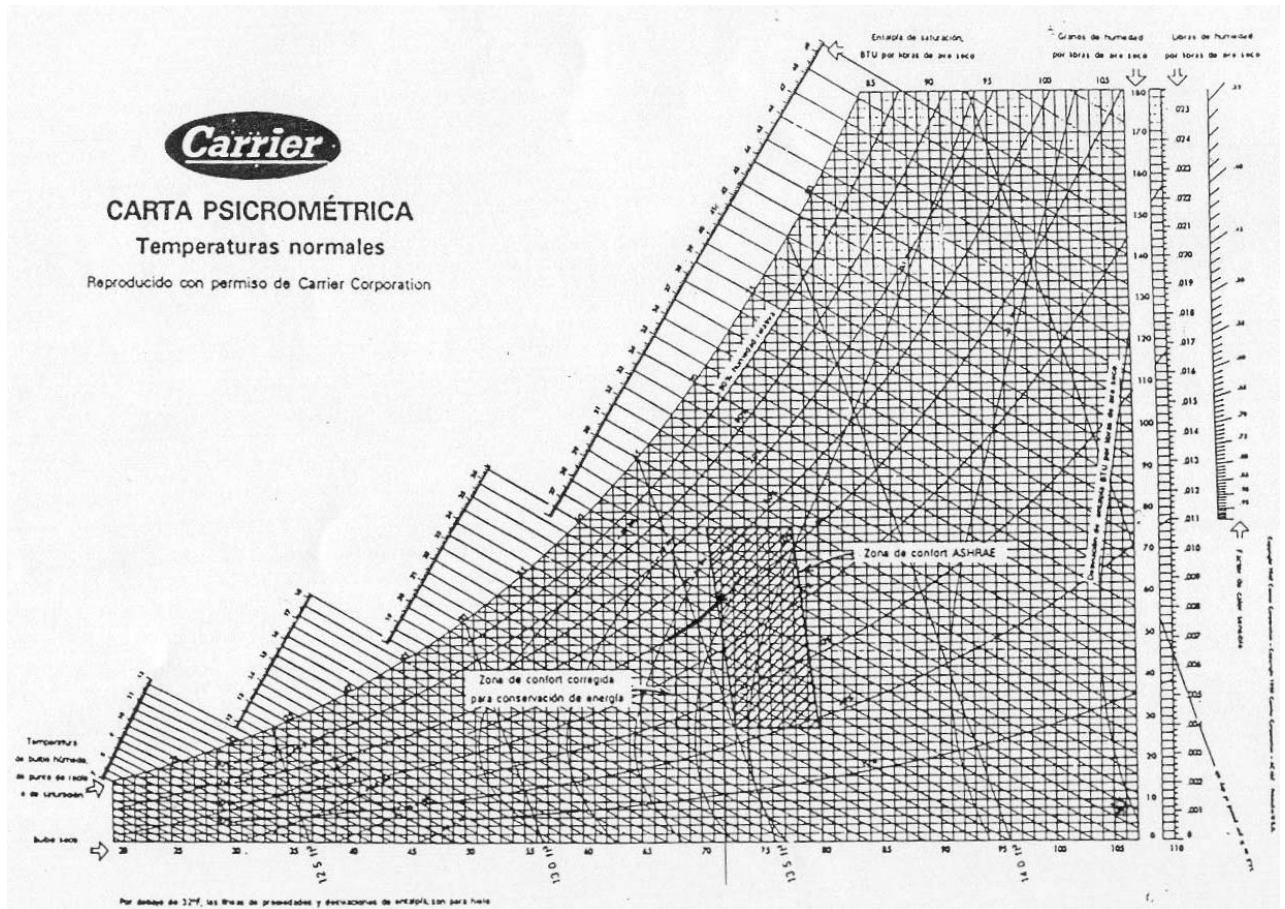
### BIBLIOGRAFIA

---

- Pita, Edward. Acondicionamiento de Aire Principios y Sistemas. 2 ed. México: Compañía Editorial Continental, 2005.
- Quirós, Carlos. Filminas Curso de Aire Acondicionado. Cartago, Costa Rica, 2006.
- Valverde, Jorge. Manual para el Curso Diseño de Bases de Datos para Mantenimiento. Cartago, Costa Rica, 2005.
- [www.commercial.carrier.com/commercial/hvac/product\\_description/0,,CLI1\\_DIV12\\_ETI434\\_PRD1171,00.html](http://www.commercial.carrier.com/commercial/hvac/product_description/0,,CLI1_DIV12_ETI434_PRD1171,00.html)

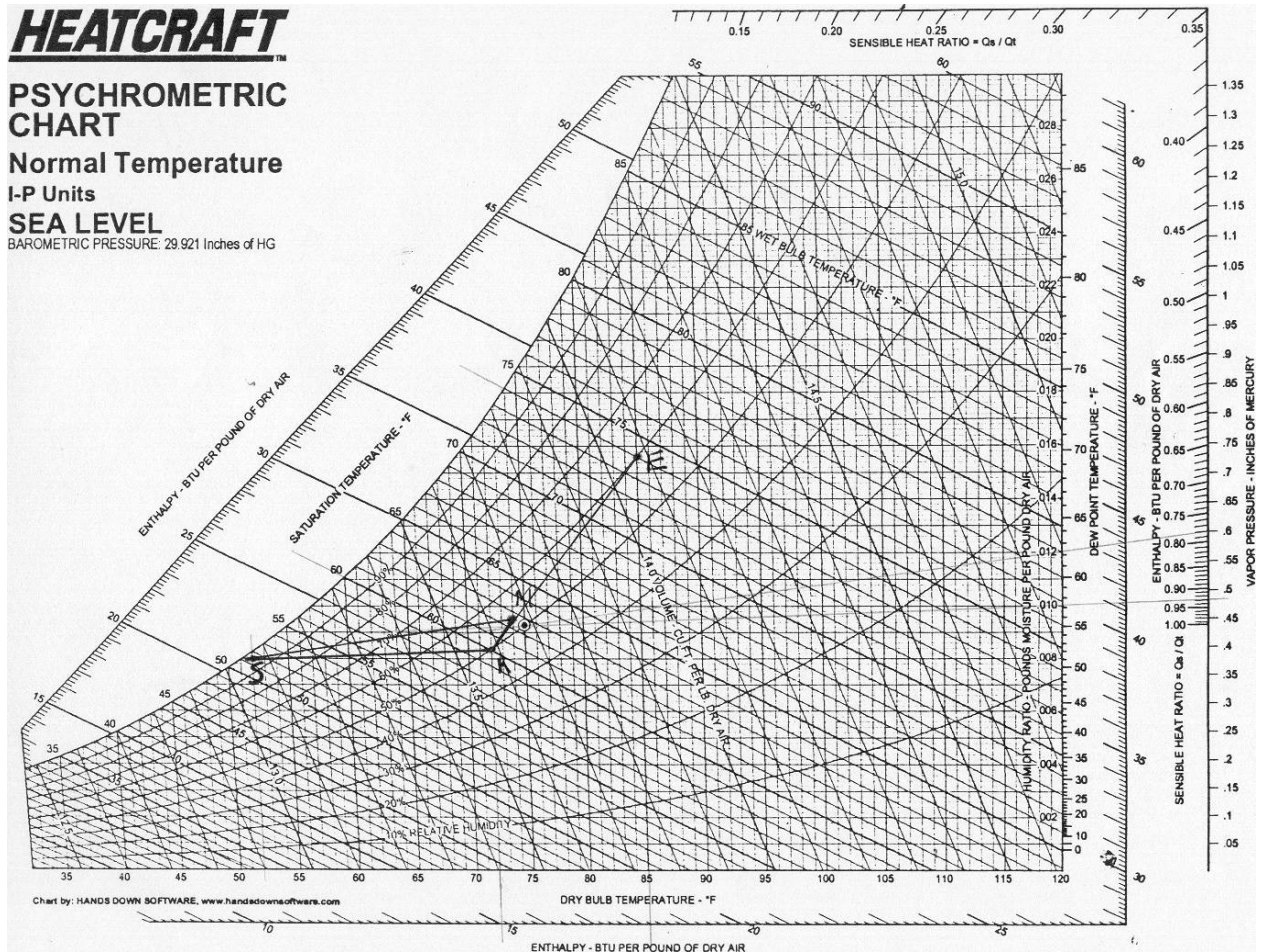
# CAPÍTULO 5

## APÉNDICES



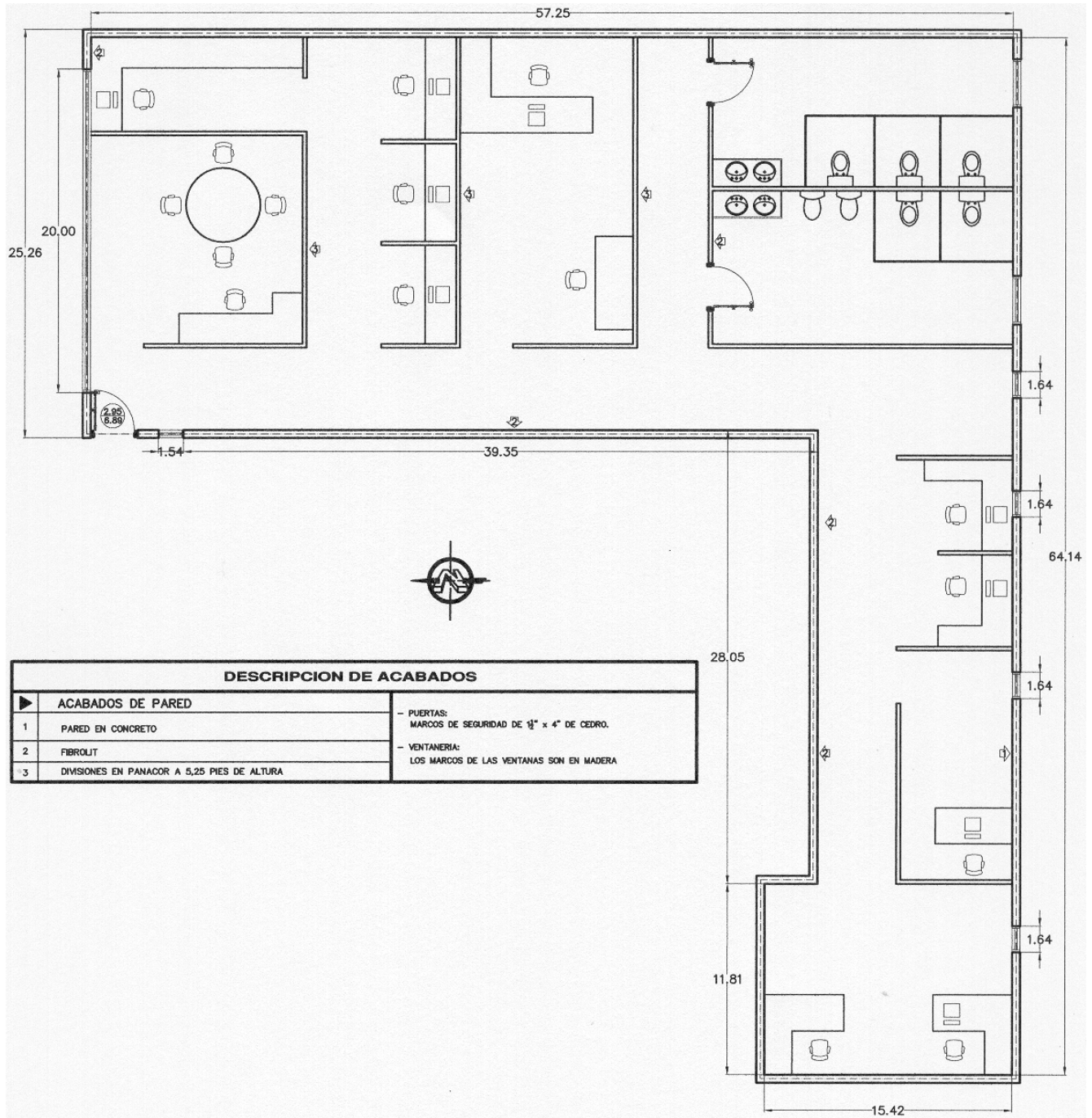
Acondicionamiento de Aire

Figura 5.1 Condiciones internas del recinto dentro de la zona de confort



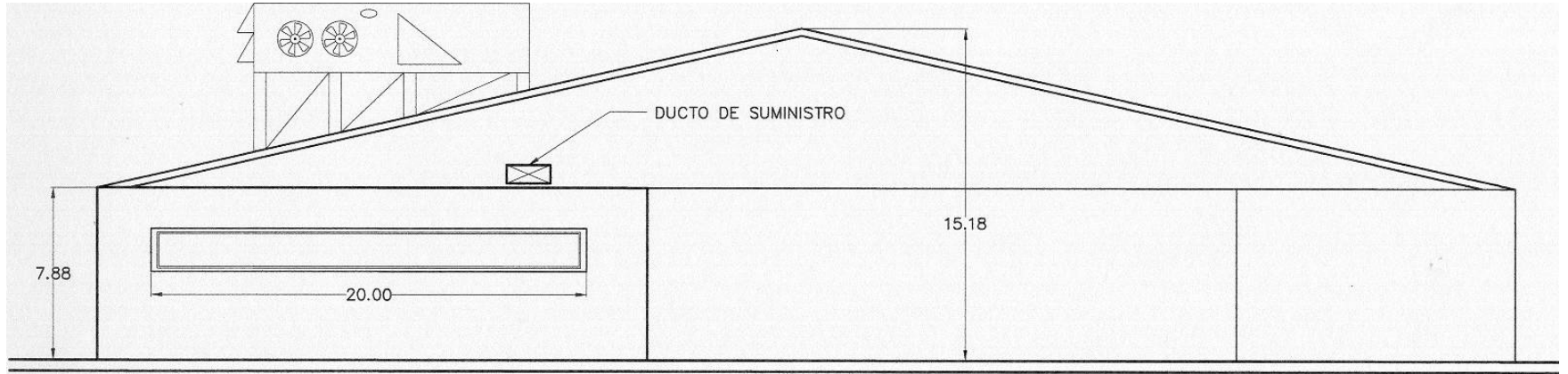
Acondicionamiento de Aire

Figura 5.2 Proceso psicrométrico de acondicionamiento de aire



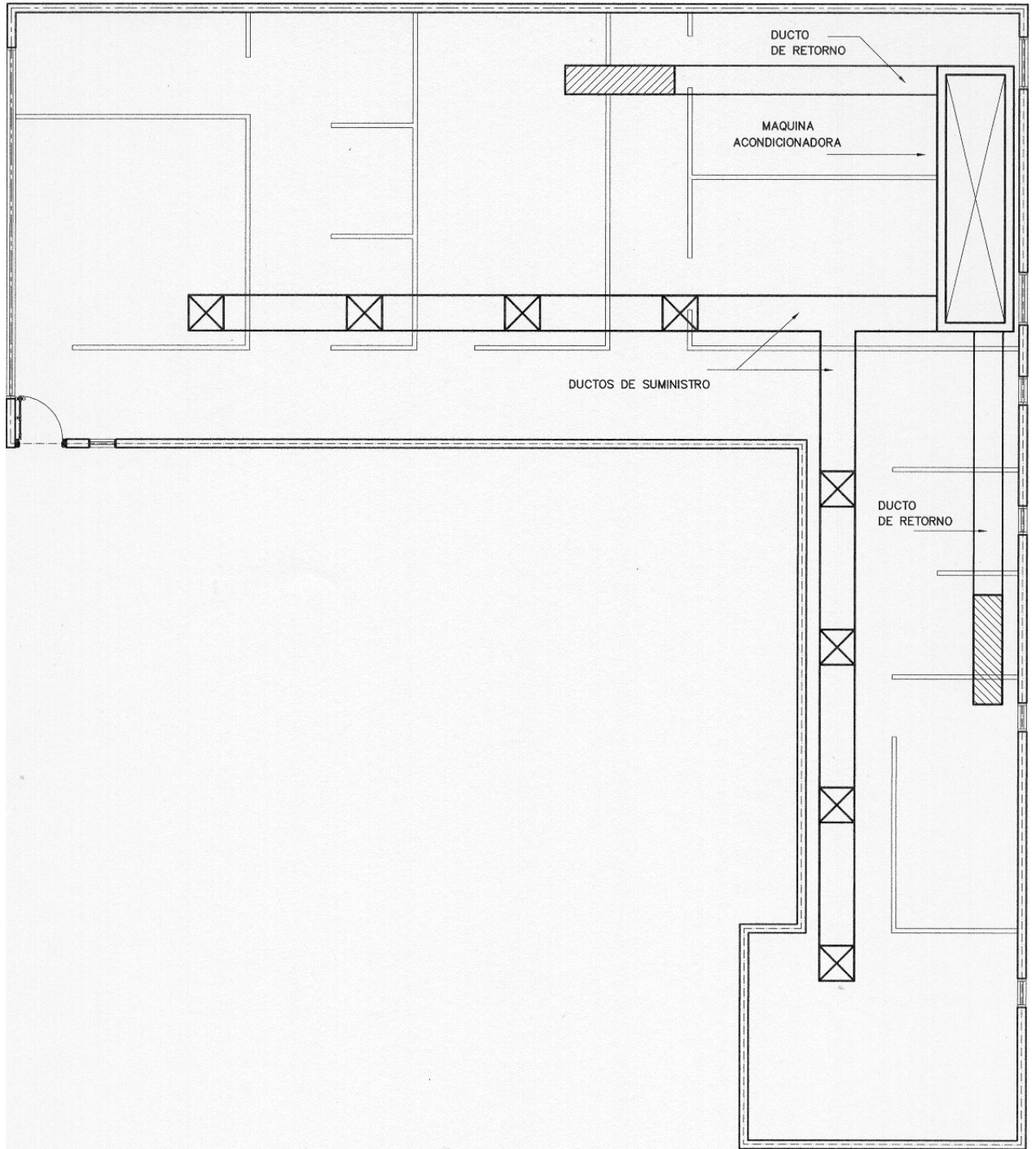
Autocad

Figura 5.3 Plano de distribución del recinto



Autocad

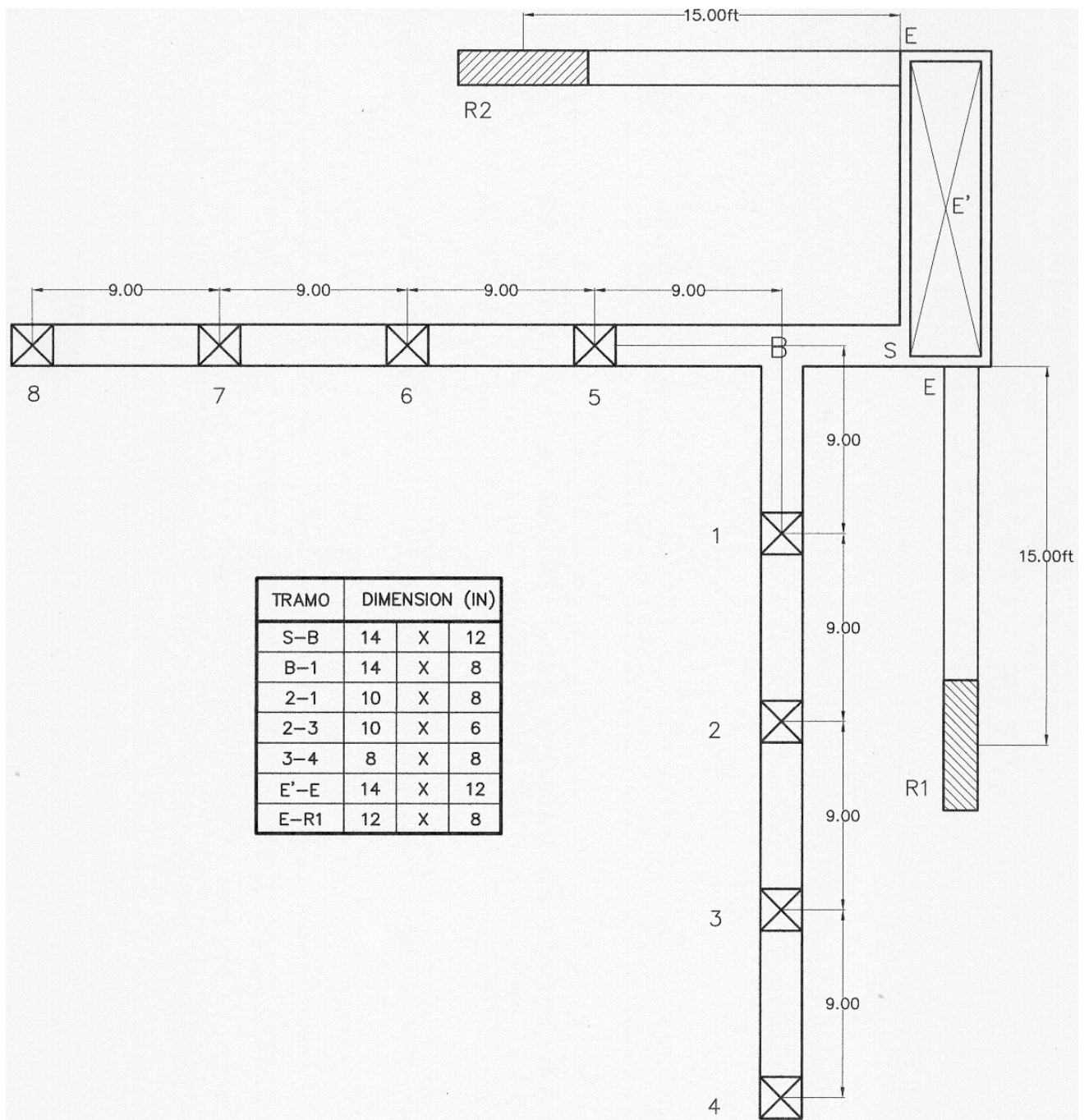
Figura 5.4 Vista frontal del recinto



Autocad

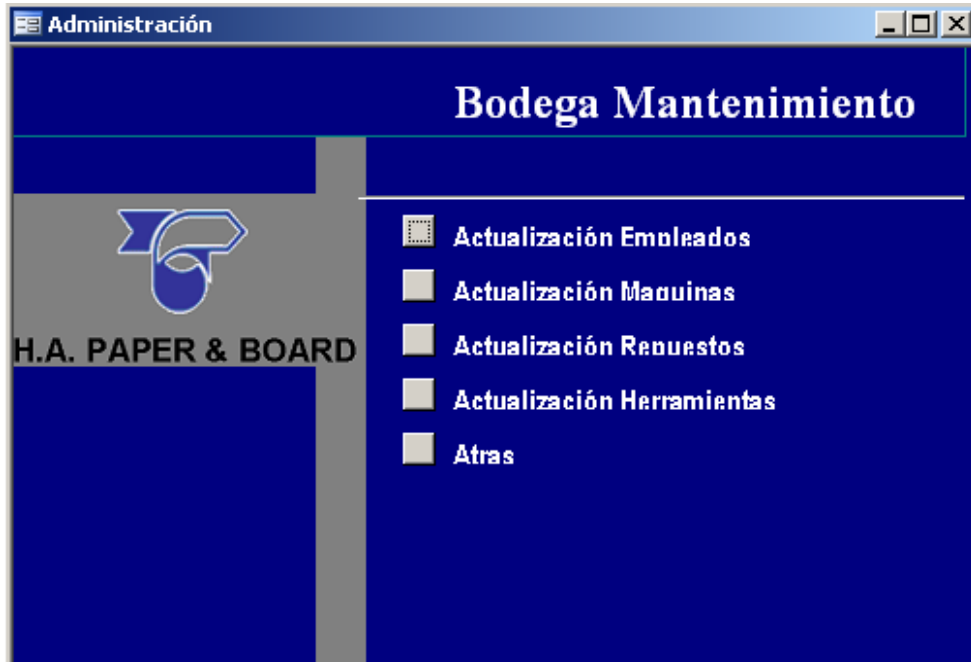
Figura 5.5 Plano de distribución de los ductos





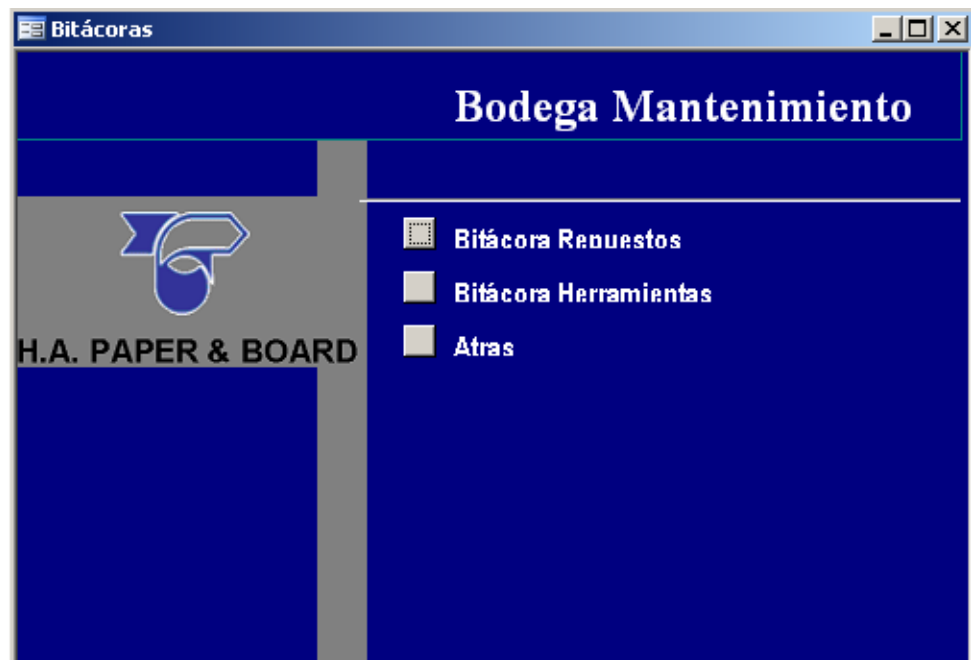
Autocad

Figura 5.6 Dimensiones de los ductos



Microsoft Access

Figura 5.7 Pantalla de administración



Microsoft Access

Figura 5.8 Pantalla de bitácoras



Microsoft Access

Figura 5.9 Pantalla de inventarios



Microsoft Access

Figura 5.10 Pantalla de solicitudes

# CAPITULO 6

## ANEXOS

Tabla 6.1 Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE) para techos

Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft <sup>2</sup>	Valor de U, BTU/h Ft <sup>2</sup> ·°F	Hora solar, h																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
			Sin cielo raso suspendido																							
1. Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in (8)	7	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2. Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3. Concreto ligero de 4 in con aislamiento de 2 in	18	0.213 (0.122)	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4. Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5. Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6. Concreto ligero de 6 in con aislamiento de 1 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7. Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8. Concreto ligero de 8 in con aislamiento de 1 o 2 in	31	0.126 (0.120)	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9. Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10. Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11. Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12. Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13. Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
			Con cielo raso suspendido																							
1. Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2. Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	37	25
3. Concreto ligero de 4 in con aislamiento de 1 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4. Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5. Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6. Concreto ligero de 6 in con aislamiento de 1 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7. Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8. Concreto ligero de 8 in con aislamiento de 1 o 2 in	33	0.093 (0.090)	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9. Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	53	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10. Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11. Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12. Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in	77	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13. Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.2** Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) para paredes

Latitud norte, orientación de pared	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
<b>Paredes grupo A</b>																													
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4	
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	22	15	20	5	
E	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	22	18	25	7	
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	22	18	24	6	
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6	
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	17	18	18	19	20	22	23	24	25	24	17	25	8	
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	23	25	26	26	1	18	27	9
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7	
<b>Paredes grupo B</b>																													
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	8	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7	
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20	20	21	21	21	20	20	20	21	12	21	9
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24	21	21	14	26	12
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	21	23	11	22	11	
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	13	28	15	
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	20	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16	
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	13	15	17	19	21	22	23	23	23	24	11	23	12	
<b>Paredes grupo C</b>																													
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10	
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	23	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13	
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	18	12	30	18	
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17	
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22	19	9	26	17	
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	22	11	33	22	
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	33	33	22	12	35	23	
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	26	26	22	10	27	17	
<b>Paredes grupo D</b>																													
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8	10	12	13	15	17	18	19	19	18	16	21	6	19	13	
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	7	25	18	
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	33	31	30	28	26	24	22	16	16	8	32	25	
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22	17	8	32	24	
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	27	26	24	22	19	6	29	30		
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31	21	8	38	33	
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32	
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25	
<b>Paredes grupo E</b>																													
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19	
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	16	4	26	22	
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	13	5	38	33	
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	5	37	32	
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	17	3	34	31	
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40	
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43	
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33	
<b>Paredes grupo F</b>																													
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23	
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	30	29	
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43	
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41	
S	10	8	6	4	3	2	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	18	16	1	39	38	
SW	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	51	
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57	
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18	19	2	46	44	
<b>Paredes grupo G</b>																													
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	-1	26	27	
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	-1	39	40	
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	-1	51	52	
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	-1	46	47	
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	0	46	63	
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	72	71	
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71	
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55	

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.3** Descripción de grupos de construcción de paredes

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft <sup>2</sup>	Valor de U, BTU/(h-ft <sup>2</sup> -°F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft <sup>2</sup> -°F)
<b>Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)</b>				
	C Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
	D Ladrillo común de 4 in	90	0.415	18.4
	C Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
	B Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
	B Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
	A Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
<b>Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)</b>				
	C Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
	B Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
	A Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
<b>Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)</b>				
	E Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
	D Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
	D Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
	C Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
	B Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
<b>Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)</b>				
	D Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
	D Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
	C Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
	C Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
	B Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
	A Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
<b>Pared de concreto pesado + (acabado)</b>				
	E Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
	D Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
	C Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
	C Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
	B concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
	A Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
	E Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
	A Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
<b>Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)</b>				
	F Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
	E Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
	E Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
	D Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
<b>Azulejo de barro + (acabado)</b>				
	F Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
	F Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
	E Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
	D Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
	D Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
	C Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
	B Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
<b>Pared de lámina (cortina metálica)</b>				
	G Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
<b>Pared de bastidor</b>				
	G Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.4** Corrección de la DTCE por latitud y mes

Latitud	Mes	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	HORA
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	-0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	-0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Abr/Ago	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	May/Jul	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dic	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Abr/Ago	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dic	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Abr/Ago	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.5** Diferencias de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio

Hora	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.6** Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor solar

0 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

8 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	285
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

16 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

24 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	237	199

Acondicionamiento de Aire



**Tabla 6.7** Coeficientes de sombreado para vidrio con sombreado interior o sin el

	Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro <sup>a</sup>	Transmisión solar <sup>b</sup>	Sin sombreado interior	Tipo de sombreado interior					
					Persianas venecianas		Persianas enrollables			
					Medio	Claro	Opacas		Translúcidas	
Oscuro	Claro	Claro								
VIDRIO SENCILLO	Sencillo			$h_o = 4.0$						
	Claro	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00						
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94						
	Claro	3/8	0.72	0.90	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39	
	Claro	1/2	0.67	0.87						
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83						
	Absorbente de calor, con figuras <sup>c</sup>	1/8		0.83						
	Absorbente de calor <sup>d</sup>	3/16 a 1/4	0.46	0.69						
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36	
	Coloreado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69						
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32	
	Absorbente de calor <sup>d</sup>	3/8	0.34	0.60						
	Absorbente de calor, o con figuras	1/2	0.44-0.30	0.53	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31	
	Vidrio recubierto reflector		0.24	0.30	0.25	0.23				
			0.40	0.33	0.29					
			0.50	0.42	0.38					
			0.60	0.50	0.44					
VIDRIO AISLANTE	Doble <sup>e</sup>									
	Claro afuera	3/32, 1/8	0.71 <sup>f</sup>	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37	
	Claro adentro									
	Claro afuera	1/4	0.61 <sup>f</sup>	0.81						
	Claro adentro									
	Absorbente de calor afuera	1/4	0.36 <sup>f</sup>	0.55						
	Claro adentro				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30	
Vidrio recubierto reflector				0.19	0.18					
				0.30	0.26					
				0.40	0.33					
Triple	Claro	1/4		0.71						
	Claro	1/8		0.80						

Acondicionamiento de Aire

Tabla 6.8 Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior

FCE

Latitud norte.			Hora solar, h																							
Ventana viendo hacia él	Construcción del recinto																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
N	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.80	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20	
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.52	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27	
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28	
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08	
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	
E	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.45	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.55	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10	
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14	
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	
W	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16	
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.43	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14	
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.53	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	
	H	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15	
HORA	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13	
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.55	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18	
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	

Acondicionamiento de Aire

Tabla 6.9 Continuación Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior

*FCR con sombreado interior*

Latitud norte.		Hora solar, h																							
Ventana hacia él	Construc- ción del recinto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		N	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.70	0.65	0.65	0.74	0.81	0.87	0.91	0.91	0.88	0.84	0.77	0.80	0.92	0.27	0.19	0.15	0.12
	M	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.09	0.75	0.67	0.66	0.74	0.80	0.86	0.89	0.88	0.85	0.80	0.73	0.76	0.88	0.23	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10
NE	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.55	0.76	0.75	0.60	0.39	0.31	0.28	0.27	0.25	0.23	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.57	0.77	0.74	0.58	0.36	0.28	0.26	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
E	L	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.45	0.71	0.80	0.77	0.64	0.43	0.29	0.25	0.23	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
	M	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	H	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.48	0.72	0.80	0.75	0.61	0.40	0.25	0.22	0.21	0.19	0.16	0.14	0.10	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
SE	L	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.29	0.56	0.74	0.82	0.81	0.70	0.52	0.35	0.30	0.26	0.22	0.18	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
	M	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.56	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
	H	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.31	0.57	0.74	0.81	0.79	0.67	0.48	0.31	0.27	0.23	0.20	0.17	0.13	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
S	L	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.15	0.22	0.37	0.58	0.75	0.84	0.82	0.71	0.53	0.37	0.29	0.20	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
	M	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.22	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.11	0.17	0.24	0.39	0.59	0.75	0.82	0.79	0.67	0.49	0.33	0.26	0.18	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
SW	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.18	0.22	0.38	0.59	0.76	0.84	0.83	0.72	0.48	0.18	0.13	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.39	0.59	0.75	0.82	0.80	0.68	0.43	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
W	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.08	0.11	0.13	0.14	0.15	0.17	0.30	0.53	0.72	0.83	0.83	0.63	0.19	0.14	0.11	0.08	0.07	0.06
	M	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.31	0.54	0.71	0.81	0.80	0.59	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06
NW	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.06	0.10	0.13	0.16	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.83	0.71	0.19	0.13	0.10	0.08	0.07	0.05
	M	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.09	0.08	0.07	0.06
	H	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	0.12	0.15	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23	0.30	0.52	0.73	0.81	0.67	0.15	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05
IIORA	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.10	0.26	0.43	0.59	0.72	0.81	0.87	0.87	0.83	0.74	0.60	0.44	0.27	0.15	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
	H	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.13	0.29	0.45	0.60	0.72	0.81	0.85	0.84	0.79	0.70	0.56	0.40	0.23	0.13	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.10** Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado

Actividad	Aplicaciones típicas	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo libro	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
trabajo con máquinas pesadas	Fábricas	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Boliche		400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Baile moderado	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.11** Requisitos de ventilación para ocupantes

	Personas estimadas por 100 ft <sup>2</sup> de área de piso	Aire de ventilación necesario por persona	
		FCM Mínimos	FCM Recomendados
<b>RESIDENCIAL</b>			
Viviendas de una unidad			
Salas y recámaras	5	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
Viviendas de unidades múltiples			
Salas y recámaras	7	5	7-10
Cocinas, baños	—	20	30-50
<b>COMERCIAL</b>			
Sanitarios públicos	100	15	20-25
Comercios			
Pisos de venta (sótanos y plantas bajas)	30	7	10-15
Pisos de venta (pisos superiores)	20	7	10-15
Comedores	70	10	15-20
Cocinas	20	30	35
Cafeterías	100	30	35
Hoteles, moteles			
Recámaras	5	7	10-15
Salas	20	10	15-20
Baños	—	20	30-50
Salas de belleza	50	25	30-35
Peluquerías	25	7	10-15
Estacionamientos	—	1.5	2-3
Teatros			
Vestíbulos	150	20	25-30
Auditorios (no se fuma)	150	5	5-10
Auditorios (permitido fumar)	150	10	10-20
Boliches, zona de asientos	70	15	20-25
Gimnasios y arenas			
Pisos de ejercicios	70	20	25-30
Vestidores	20	30	40-50
Áreas de público	150	20	25-30
Piscinas	25	15	20-25
Oficinas			
Espacio de oficinas en general	10	15	15-25
Salas de juntas	60	25	30-40
<b>INSTITUCIONAL</b>			
Escuelas			
Salones de clase	50	10	10-15
Auditorios	150	5	5-7.5
Gimnasios	70	20	25-30
Bibliotecas	20	7	10-12
Vestidores	20	30	40-50
Hospitales			
Recámaras sencillas y dobles	15	10	15-20
Guarderías	20	10	15-20
Salas de cirugía, salas de parto	—	20	—

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.12** Coeficiente global U de transferencia de calor

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft <sup>2</sup> -°F	
	Verano	Invierno
<b>PAREDES</b>		
Marco con laterales de madera, recubrimiento y acabado interior		
Sin aislamiento	.22	.23
Aislamiento R-7 (2 a 2 1/2 in)	.09	.09
Aislamiento R-11 (3 a 3 1/2 in)	.07	.07
Marco con ladrillo de 4 in o acabado de piedra, recubrimiento y acabado interior		
Si aislamiento	.24	.24
Aislamiento R-7	.09	.09
Aislamiento R-11	.07	.07
Marco con estuco de 1 in, recubrimiento y acabado interior		
Sin aislamiento	.29	.29
Aislamiento R-7	.10	.10
Aislamiento R-11	.07	.07
Mampostería:		
Block de concreto de 8 in, sin acabados	.49	.51
Block de concreto de 12 in, sin acabados	.45	.47
Mampostería (block de concreto de 8 in):		
Acabados interiores:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.29	.30
tablero aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.29	.30
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5); y tablero de yeso de 1/2 in	.13	.13
Mampostería (block de 8 in de ceniza o tabique cerámico hueco):		
Acabado interior:		
tablero de pared de yeso aplanado (1/2 in); sin aislamiento	.25	.25
tablero de pared de yeso aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.17	.17
tablero aislante (R-5) de poliestireno de 1 in, y tablero de yeso aplanado de 1/2 in.	.12	.12
Mampostería (ladrillo de vista de 4 in y bloque de cenizas de 8 in o tabique cerámica de 8 in hueco):		
Acabado interior:		
tablero de pared de yeso aplanado (1/2 in); sin aislamiento	.22	.22
tablero de pared de yeso aplanado con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.15	.16
tablero aislante (R-5) de poliestireno de 1 in, y tablero de yeso aplanado de 1/2 in	.12	.12
Mampostería (tabique hueco de cerámica de 12 in o bloque de cenizas de 12 in):		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.24	.24
tablero aplanado de yeso con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.16	.17
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5), y tablero aplanado de yeso de 1/2 in	.12	.12
Mampostería (ladrillo de vista de 4 in, ladrillo común de 4 in):		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.28	.28
tablero aplanado de yeso con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.18	.18
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in	.13	.13
Mampostería (Concreto de 8 in, o Piedra de 8 in.)		
Acabado interior:		
tablero aplanado de yeso (1/2 in); sin aislamiento	.33	.34
tablero aplanado de yeso con respaldo de hoja (1/2 in); sin aislamiento	.21	.21
tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in.	.14	.14
Metal con recubrimiento interior vinílico, R-7 (bloque de fibra de vidrio de 3 in)	.14	.14
<b>PARTICIONES</b>		
Marco (tablero aplanado de yeso de 1/2 in sólo de un lado):		
Sin aislamiento	.55	.55
Marco (tablero aplanado de yeso de 1/2 in a ambos lados):		
Sin aislamiento	.31	.31
Aislamiento R-11	.08	.08
Mampostería (bloque de cenizas de 4 in):		
Si aislamiento, sin acabados	.40	.40
Sin aislamiento, tablero aplanado de yeso de 1/2 in de un lado	.26	.26
Sin aislamiento, tablero aplanado de yeso de 1/2 in a ambos lados	.19	.19
Tablero aislante de poliestireno de 1 in (R-5) y tablero aplanado de yeso de 1/2 in, ambos sólo de un lado	.13	.13

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.13** Continuación Coeficiente global U de transferencia de calor

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft <sup>2</sup> -°F	
	Verano	Invierno
<b>CIELOS Y PISOS:</b>		
Marco (piso de loseta asfáltica, triplay de 5/8 in, contrapiso de madera de 25/32 in, cielo raso terminado):		
Flujo de calor hacia arriba	.23	23
Flujo de calor hacia abajo	.20	19
Concreto (piso de loseta asfáltica, cubierta de concreto de 4 in, espacio de aire, cielo raso terminado):		
Flujo de calor hacia arriba	.34	33
Flujo de calor hacia abajo	.26	25
<b>TECHO (techo plano, sin cielo raso)</b>		
Cubierta de acero:		
Sin aislamiento	64	86
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	23	25
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	15	16
Cubierta de madera de 1 in:		
Sin aislamiento	40	49
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	19	21
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	12	13
Cubierta de madera de 2.5 in:		
Sin aislamiento	25	26
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	15	16
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	10	11
Cubierta de madera de 4 in:		
Sin aislamiento	17	18
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	12	12
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	09	09
<b>TECHO Y CIELO RASO (techo plano, cielo raso terminado)</b>		
Cubierta de acero:		
Sin aislamiento	33	40
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	17	19
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	12	13
Cubierta de madera de 1 in:		
Sin aislamiento	26	29
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	15	16
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	11	11
Cubierta de madera de 2.5 in:		
Sin aislamiento	18	20
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	12	13
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	09	10
Cubierta de madera de 4 in:		
Sin aislamiento	14	15
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	10	10
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	08	08
Cubierta de concreto ligero de 4 in:		
Sin aislamiento	14	15
Cubierta de concreto ligero de 6 in:		
Sin aislamiento	10	11
Cubierta de concreto ligero de 8 in:		
Sin aislamiento	08	09
Cubierta de concreto normal de 2 in:		
Sin aislamiento	32	38
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	17	19
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	11	12
Cubierta de concreto normal de 4 in:		
Sin aislamiento	30	36
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	16	18
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	11	12
Cubierta de concreto normal de 6 in:		
Sin aislamiento	28	33
Aislamiento de 1 in (R-2.78)	16	17
Aislamiento de 2 in (R-5.56)	11	12

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.14** Continuación Coeficiente global U de transferencia de calor

Construcción	Valor de U en BTU/h-ft <sup>2</sup> -°F	
	Verano	Invierno
TECHO - CIELO RASO (techo inclinado, marco de madera, cielo terminado en largueros) Sin aislamiento Aislamiento R-19 (5 1/2 a 6 1/2 in)	.28 .05	.29 .05
TECHO-TAPANCO-CIELO RASO (tapanco con ventilación natural) Sin aislamiento Aislamiento R-19 (5 1/2 a 6 1/2 in)	.15 .04	.29 .05
<b>PISOS</b>		
Piso sobre espacio no acondicionado, sin cielo raso Marco de madera: Sin aislamiento Aislamiento R-7 (2 a 2 1/2 in)	.33 .09	.27 .08
Cubierta de concreto: Sin aislamiento Aislamiento R-7	.59 .10	.43 .09
<b>PUERTAS</b>		
Madera maciza: de 1 in de espesor de 1 1/2 in de espesor de 2 in de espesor	.61 .47 .42	.64 .49 .43
Acero: de 1 1/2 in de espesor con relleno de lana mineral de 1 1/2 in de espesor con relleno de poliestireno de 1 1/2 in de espesor con relleno de espuma de uretano	.58 .46 .39	.59 .47 .40

Acondicionamiento de Aire



**Tabla 6.15** Coeficiente global U de transferencia de calor para el vidrio

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico				Paneles horizontales — vidrio plano, tragaluz y domos de plástico			
Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior	Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior
Vidrio plano vidrio sencillo	1.10	1.04	0.73	Vidrio plano vidrio sencillo	1.23	0.83	0.96
vidrio aislante - doble espacio de aire de 1/4"*	0.58	0.61	0.49	vidrio aislante — doble espacio de aire de 1/4"*	0.65	0.54	0.59
espacio de aire de 1/2" <sup>b</sup>	0.49	0.56	0.46	espacio de aire de 1/2" <sup>b</sup>	0.59	0.49	0.56
espacio de aire de 1/2" <sup>c</sup> , recubrimiento de baja emisión <sup>c</sup>				recubrimiento de baja emisión <sup>c</sup>			
e = 0.20	0.32	0.38	0.32	e = 0.20	0.48	0.36	0.39
e = 0.40	0.38	0.45	0.38	e = 0.40	0.42	0.42	0.45
e = 0.60	0.43	0.51	0.42	e = 0.60	0.56	0.46	0.50
Vidrio aislante - triple <sup>d</sup>				Tragaluz <sup>e</sup>			
Espacio de aire de 1/4"*	0.39	0.44	0.38	11 x 11 x 3 in espesor con divisor de cavidad	0.53	0.35	0.44
espacio de aire de 1/2" <sup>b</sup>	0.31	0.39	0.30	12 x 12 x 4 in espesor con divisor de cavidad	0.51	0.34	0.42
ventanas dobles				Domos de plástico <sup>f</sup>			
espacio de aire de 1" a 4"*	0.50	0.50	0.44	de pared sencilla	1.15	0.80	--
Lámina de plástico				de pared doble	0.70	0.46	--
sencilla				Factores de ajuste para paneles verticales y horizontales			
1/8" espesor	1.06	0.98	--		Vidrio sencillo	Vidrio doble o triple	Ventanas dobles
1/4" espesor	0.96	0.89	--	Descripción			
1/2" espesor	0.81	0.76	--	Ventanas			
unidad aislante - doble				Todas de vidrio	1.00	1.00	1.00
espacio de aire de 1/4"*	0.55	0.56	--	Marco de madera - 80% vidrio	0.90	0.95	0.90
espacio de aire de 1/2" <sup>b</sup>	0.43	0.45	--	Marco de madera - 60% vidrio	0.80	0.85	0.80
Tragaluz <sup>e</sup>				Marco de metal - 80% vidrio	1.00	1.20 <sup>g</sup>	1.20 <sup>g</sup>
6 x 6 x 4 in espesor	0.60	0.57	0.46	Ventanas y puertas corredizas de vidrio	0.95	1.00	--
8 x 8 x 4 in espesor	0.56	0.54	0.44	Marco de madera	1.00	1.10 <sup>g</sup>	--
— con divisor del hueco	0.48	0.46	0.38	Marco de metal			
12 x 12 x 4 in espesor	0.52	0.50	0.41				
— con divisor del hueco	0.44	0.42	0.36				
12 x 12 x 2 in espesor	0.60	0.57	0.46				

Acondicionamiento de Aire

**Tabla 6.16** Velocidades máximas recomendadas en ductos y porcentajes de áreas en ramales para mantener una fricción constante

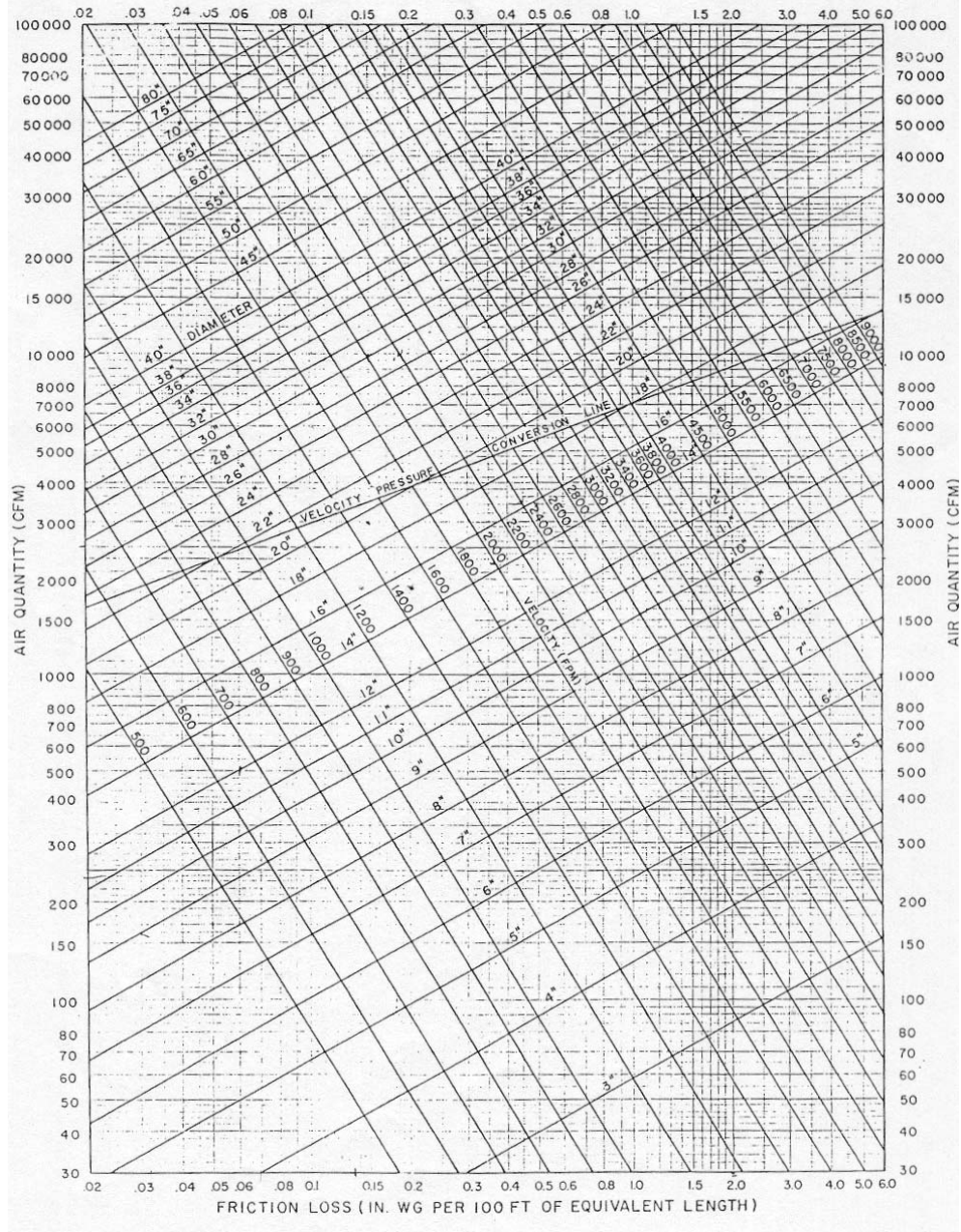
APPLICATION	CONTROLLING FACTOR NOISE GENERATION Main Ducts	CONTROLLING FACTOR—DUCT FRICTION			
		Main Ducts		Branch Ducts	
		Supply	Return	Supply	Return
Residences	600	1000	800	600	600
Apartments Hotel Bedrooms Hospital Bedrooms	1000	1500	1300	1200	1000
Private Offices Directors Rooms Libraries	1200	2000	1500	1600	1200
Theatres Auditoriums	800	1300	1100	1000	800
General Offices High Class Restaurants High Class Stores Banks	1500	2000	1500	1600	1200
Average Stores Cafeterias	1800	2000	1500	1600	1200
Industrial	2500	3000	1800	2200	1500

**TABLE 13—PERCENT SECTION AREA IN BRANCHES FOR MAINTAINING EQUAL FRICTION**

CFM CAPACITY %	DUCT AREA %	CFM CAPACITY %	DUCT AREA %	CFM CAPACITY %	DUCT AREA %	CFM CAPACITY %	DUCT AREA %
1	2.0	26	33.5	51	59.0	76	81.0
2	3.5	27	34.5	52	60.0	77	82.0
3	5.5	28	35.5	53	61.0	78	83.0
4	7.0	29	36.5	54	62.0	79	84.0
5	9.0	30	37.5	55	63.0	80	84.5
6	10.5	31	39.0	56	64.0	81	85.5
7	11.5	32	40.0	57	65.0	82	86.0
8	13.0	33	41.0	58	65.5	83	87.0
9	14.5	34	42.0	59	66.5	84	87.5
10	16.5	35	43.0	60	67.5	85	88.5
11	17.5	36	44.0	61	68.0	86	89.5
12	18.5	37	45.0	62	69.0	87	90.0
13	19.5	38	46.0	63	70.0	88	90.5
14	20.5	39	47.0	64	71.0	89	91.5
15	21.5	40	48.0	65	71.5	90	92.0
16	23.0	41	49.0	66	72.5	91	93.0
17	24.0	42	50.0	67	73.5	92	94.0
18	25.0	43	51.0	68	74.5	93	94.5
19	26.0	44	52.0	69	75.5	94	95.0
20	27.0	45	53.0	70	76.5	95	96.0
21	28.0	46	54.0	71	77.0	96	96.5
22	29.5	47	55.0	72	78.0	97	97.5
23	30.5	48	56.0	73	79.0	98	98.0
24	31.5	49	57.0	74	80.0	99	99.0
25	32.5	50	58.0	75	80.5	100	100.0

Carrier

**Tabla 6.17** Perdida por sección en ductos redondos




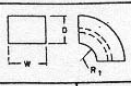
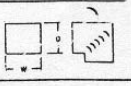
Carrier

Tabla 6.18 Diámetro equivalente y área equivalente para ductos rectangulares en fricción constante

SIDE	6		8		10		12		14		16		18		20		22	
	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.	Area sq ft	Diam in.
10	.39	8.4	.52	9.8	.65	10.9												
12	.45	9.1	.62	10.7	.77	11.9	.94	13.1										
14	.52	9.8	.72	11.5	.91	12.9	1.09	14.2	1.28	15.3								
16	.59	10.4	.81	12.2	1.02	13.7	1.24	15.1	1.45	16.3	1.67	17.5						
18	.66	11.0	.91	12.9	1.15	14.5	1.40	16.0	1.63	17.3	1.87	18.5	2.12	19.7				
20	.72	11.5	.99	13.5	1.26	15.2	1.54	16.8	1.81	18.2	2.07	19.5	2.34	20.7	2.61	21.9		
22	.78	12.0	1.08	14.1	1.38	15.9	1.69	17.6	1.99	19.1	2.27	20.4	2.57	21.7	2.86	22.9	3.17	24.1
24	.84	12.4	1.16	14.6	1.50	16.6	1.83	18.3	2.14	19.8	2.47	21.3	2.78	22.6	3.11	23.9	3.43	25.1
26	.89	12.8	1.26	15.2	1.61	17.2	1.97	19.0	2.31	20.6	2.66	22.1	3.01	23.5	3.35	24.8	3.71	26.1
28	.95	13.2	1.33	15.6	1.71	17.7	2.09	19.6	2.47	21.3	2.86	22.9	3.25	24.4	3.60	25.7	4.00	27.1
30	1.01	13.6	1.41	16.1	1.82	18.3	2.22	20.2	2.64	22.0	3.06	23.7	3.46	25.2	3.89	26.7	4.27	28.0
32	1.07	14.0	1.48	16.5	1.93	18.8	2.36	20.8	2.81	22.7	3.25	24.4	3.68	26.0	4.12	27.5	4.55	28.9
34	1.13	14.4	1.58	17.0	2.03	19.3	2.49	21.4	2.96	23.3	3.43	25.1	3.89	26.7	4.37	28.3	4.81	29.7
36	1.19	14.7	1.65	17.4	2.14	19.8	2.61	21.9	3.11	23.9	3.63	25.8	4.09	27.4	4.58	29.0	5.07	30.5
38	1.23	15.0	1.73	17.8	2.25	20.3	2.76	22.5	3.27	24.5	3.80	26.4	4.30	28.1	4.84	29.8	5.37	31.4
40	1.28	15.3	1.81	18.2	2.33	20.7	2.88	23.0	3.43	25.1	3.97	27.0	4.52	28.8	5.07	30.5	5.62	32.1
42	1.33	15.6	1.86	18.5	2.43	21.1	2.98	23.4	3.57	25.6	4.15	27.6	4.71	29.4	5.31	31.2	5.86	32.8
44	1.38	15.9	1.95	18.9	2.52	21.5	3.11	23.9	3.71	26.1	4.33	28.2	4.90	30.0	5.55	31.9	6.12	33.5
46	1.43	16.2	2.01	19.2	2.61	21.9	3.22	24.3	3.88	26.7	4.49	28.7	5.10	30.6	5.76	32.5	6.37	34.2
48	1.48	16.5	2.09	19.6	2.71	22.3	3.35	24.8	4.03	27.2	4.65	29.2	5.30	31.2	5.97	33.1	6.64	34.9
50			2.16	19.9	2.81	22.7	3.46	25.2	4.15	27.6	4.84	29.8	5.51	31.8	6.19	33.7	6.87	35.5
52			2.22	20.2	2.91	23.1	3.57	25.6	4.30	28.1	5.00	30.3	5.72	32.4	6.41	34.3	7.14	36.0
54			2.29	20.5	2.98	23.4	3.71	26.1	4.43	28.5	5.17	30.8	5.90	32.9	6.64	34.9	7.38	36.8
56			2.38	20.9	3.09	23.8	3.83	26.5	4.55	28.9	5.31	31.2	6.08	33.4	6.87	35.5	7.62	37.4
58			2.43	21.1	3.19	24.2	3.94	26.9	4.68	29.3	5.48	31.7	6.26	33.9	7.06	36.0	7.87	38.0
60			2.50	21.4	3.27	24.5	4.06	27.3	4.84	29.8	5.65	32.2	6.50	34.5	7.26	36.5	8.12	38.6
64			2.64	22.0	3.46	25.2	4.24	27.9	5.10	30.6	5.91	33.1	6.87	35.5	7.71	37.6	8.59	39.7
68					3.63	25.8	4.49	28.7	5.37	31.4	6.26	33.9	7.18	36.3	8.12	38.6	9.03	40.7
72					3.83	26.5	4.71	29.4	5.69	32.3	6.60	34.8	7.54	37.2	8.50	39.5	9.52	41.8
76					4.09	27.4	4.91	30.0	5.86	32.8	6.83	35.4	7.95	38.2	8.90	40.4	9.98	42.8
80					4.15	27.6	5.17	30.8	6.15	33.6	7.22	36.4	8.29	39.0	9.21	41.1	10.4	43.8
84							5.41	31.5	6.41	34.5	7.54	37.2	8.55	39.6	9.75	42.3	10.8	44.6
88							5.58	32.0	6.64	34.9	7.87	38.0	8.94	40.5	10.1	43.1	11.2	45.4
92							5.79	32.6	6.91	35.6	8.12	38.6	9.39	41.5	10.4	43.8	11.7	46.3
96							5.90	33.0	7.14	36.2	8.40	39.2	9.70	42.1	10.8	44.5	12.1	47.2
100									7.40	36.9	8.50	39.5	9.80	42.5	11.3	45.5	12.3	47.6
104									7.60	37.4	8.90	40.5	10.3	43.5	11.6	46.2	13.0	48.8
108									7.90	38.0	9.20	41.2	10.6	44.0	12.0	47.0	13.4	49.6
112									8.10	38.6	9.50	41.8	10.9	44.7	12.3	47.5	13.8	50.3
116											9.80	42.4	11.3	45.5	12.6	48.1	14.3	51.3
120											10.0	42.8	11.5	46.0	13.1	49.1	14.4	51.5
124											10.3	43.5	11.9	46.7	13.4	49.6	15.0	52.4
128											10.6	44.1	12.1	47.1	13.8	50.4	15.5	53.3
132													12.5	47.9	14.1	50.9	15.8	53.9
136													12.8	48.5	14.5	51.6	16.2	54.5
140													13.0	48.8	14.7	52.0	16.5	55.0
144													13.3	49.4	15.2	52.9	16.8	55.6

Carrier

**Tabla 6.19** Fricción en codos rectangulares

DUCT DIMENSIONS (in.)		RADIUS ELBOW NO VANES 	RADIUS ELBOW—WITH VANES†		SQUARE ELBOWS‡			
								
W	D	Radius Ratio† R/D = 1.25	R <sub>1</sub> = 6" (Recommended)		R <sub>1</sub> = 3" (Acceptable)			
ADDITIONAL EQUIVALENT LENGTH OF STRAIGHT DUCT (FT)								
			Vaness		Vaness			
28	28	15	14	2	17	2	14	34
	24	13	17	1	15	2	13	30
	20	12	15	1	13	2	12	25
	16	10	11	1	11	2	10	20
	12	8			11	1	8	15
	10	7			9	1	7	12
	8	6			8	1	6	10
	6	5			7	1	4	8
24	96*	38	19	3			23	80
	72*	32	17	3			21	72
	48*	22	20	2	20	3	18	62
	24	13	16	1	14	2	12	30
	20	11	13	1	12	2	10	25
	16	10	11	1	10	2	9	20
	12	8			10	1	8	15
	10	7			8	1	7	12
8	6			7	1	6	10	
6	5					4	8	
20	80*	32	16	3			19	66
	60*	26	19	2			17	58
	40*	22	15	2	14	3	14	49
	20	11	12	1	10	2	10	25
	16	9	9	1	9	2	8	20
	12	7			9	1	7	15
	10	6			8	1	6	12
	8	5			7	1	5	10
6	4					4	8	
16	64*	26	9	3			14	48
	48*	21	12	2	12	3	12	43
	32*	15	11	2	9	3	11	38
	16	9	8	1	8	2	7	20
	12	7			8	1	6	15
	10	6			6	1	5	12
	8	5			6	1	5	10
	6	4					4	8
12	48*	19	8	2	8	3	10	33
	36*	16	7	2	7	3	9	30
	24*	11	8	1	8	2	8	26
	12	7			7	1	5	15
	10	6			5	1	5	12
	8	5			5	1	4	10
6	4					3	8	
10	40*	19	6	2	6	3	8	27
	30*	13	6	2	8	2	7	24
	20*	9	7	1	6	2	6	21
	10	5			5	1	4	12
	8	4			5	1	4	10
	6	4					3	8
8	32*	13	5	2	4	3	6	21
	24*	11	6	1	5	2	6	19
	16*	8	4	1	5	2	5	16
	8	4			4	1	3	10
	6	3					3	8
6	24*	10	4	1	4	2	4	15
	18*	8	3	1	4	2	4	13
	12*	6			4	1	3	11
	6	3					3	8

Carrier

Tabla 6,20 Cotización de la empresa Clima Ideal

San José, 25 de Mayo de 2007



Señor:  
**MARCELO HERRERO**  
Presente.

Fax:  
Tel: 389-9523  
Ref. R466-07

Estimado señor:

Tenemos el agrado de presentar nuestra oferta **formal** por el Suministro e Instalación del Sistema de Aire Acondicionado tipo paquete para Oficinas, ubicada en San José, **Todo según información y capacidad solicitada por el cliente.**

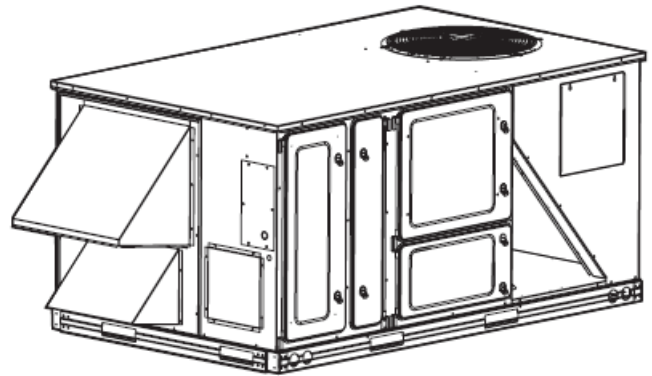
---

#### ALCANCE DE LA OFERTA:

**A.** Suministro de un (1) sistema para aire acondicionado marca **CARRIER**, tipo paquete modelo 50PG-C06-3, con capacidad nominal de 60,000 btu/hr (5.0 toneladas de refrigeración), para operar a 208-230 Voltios, 1 fase, 60 Hz.

#### Descripción del Equipo:

- Gabinete construido en hierro galvanizado, pre-pintado al horno con fosfatizado, resistente a la intemperie, Con aislamiento interno y bandeja para condensado inclinada para impedir el estancamiento de agua y la corrosión.
- Circuito de refrigeración con un compresor scroll, protegido internamente y montado en aisladores de vibración, para operar con refrigerante tipo R-410<sup>a</sup> (Puron). Con protección para alta temperatura y sobre corriente.
- Serpentín del condensador construido con filas de tubos de cobre y aletas de aluminio, con dos filas y 17 aletas por pulgada, con un área de cara total de 1.17 metros cuadrados. Ventilado con un abanico de propela (tipo axial), para intemperie, de 60 cm de diámetro, con motor de 1/4 Hp, y una velocidad nominal de 1100 RPM.



CLIMA IDEAL, S.A.

Tels.: (506) 299-5353 / 220-2621 • Fax: (506) 232-4516. 100 mts. al Sur y 250 mts. al Oeste de la Embajada de Estados Unidos, Pavas. Apdo. Postal 8-4500-100, San José, Costa Rica. e-mail: climaideal@climaideal.com



8€

- Evaporador con serpentín construido con filas de tubos de cobre y aletas de aluminio, con tres filas y 15 aletas por pulgada, con un área de cara total de 0.86 metros cuadrados. Ventilado con un abanico de tipo centrífugo, de doble entrada (DI) con álabes curvos hacia adelante, con un acabado resistente a la corrosión, balanceado dinámicamente. De 30 cm x 22 cm de diámetro, para 2000 CFM nominales, con transmisión por fajas, de tres velocidades, con una velocidad nominal de 1725 RPM, con un motor de 0.84 HP.
- Prevista para conexión de conductos rectangulares tanto en el suministro como en el retorno.
- La unidad incluye una base metálica que le brinda un soporte adicional y facilita su instalación.
- Peso total de 850 libras.

Las unidades cotizadas están certificadas por los organismos que se detallan a continuación, con lo que aseguramos su excelente calidad tanto durante el proceso productivo como durante su funcionamiento:

**Certificado ARI** (American Refrigeration Institute), asegura que la información del catálogo referente a la capacidad de enfriamiento y la eficiencia de la unidad es correcta y precisa.

**Certificado U.L.** (Underwriters Laboratories), prueba que las instalaciones eléctricas del equipo sean apropiadas, además verifica que los datos de consumo energético de los equipos coincidan con lo especificado en el catálogo.

**Certificado ISO 9001.** prueba que las unidades están construidas en instalaciones están certificadas.

**Certificado ANSI / AHSRAE / NEC.** prueba que las unidades cumplen con las normas de estas instituciones, con respecto a las ultimas ediciones de las normas.



***Exija equipos certificados, es la protección del consumidor!***

***Exija equipos certificados, es la protección del consumidor!***

**B.** Suministro de un lote de conductos para distribución de aire, construidos en lámina de fibra de vidrio rígida de 25 mm de espesor con barrera de vapor de aluminio, en dimensiones y longitudes adecuadas. La construcción del sistema será de acuerdo con la norma SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning Contractors National Association, Inc.), boletín 15D, para baja velocidad del aire.

**C.** Suministro de un lote de tuberías para drenaje de condensado, en diámetro de 19 mm. Serán de PVC SDR-26, con aislamiento de cañuela de hule de 9 mm de espesor los dos (2) primeros metros, con juntas cementadas con pegamento gris. Para efectos de presupuesto se ha considerado que la longitud de la tubería de drenaje de cada equipo es de 4 m. En caso de variarse el recorrido de la tubería se cobrarán \$6.00 por metro extra.

**D.** Suministro de un lote de rejillas y difusores de cielo, para distribución de aire en cantidades y modelos adecuados, todo marca **Laminaire o Metal Aire**.

**E.** Suministro de un (1) termostato no programable de una etapa marca **CARRIER**, con pantalla digital de cuarzo que permite la fácil lectura de los datos. Incluyen luz de fondo que se activa al accionar los botones de funciones, para poder realizar lecturas nocturnas. Este tipo de termostato permite un control preciso de la temperatura para satisfacer las necesidades de confort internas. Tiene una línea estética con una cubierta que se abre y cierra, y protege la pantalla digital contra posibles daños o golpes. Además no requiere baterías, es muy fácil de operar, tiene indicador de filtros sucios, así como una amplia garantía.

**F.** Instalación mecánica completa del sistema, incluyendo el montaje de los equipos, conductos para distribución de aire, difusores, rejillas, tuberías y arranque del sistema.

**VALOR DE LA OFERTA**

**A.** Por suministro de Sistema de Aire Acondicionado **\$ 14,210.00 i.i.**  
tipo paquete, con equipo marca **Carrier**.  
**(Catorce mil doscientos diez dólares exactos, impuestos incluidos)**

**Notas:**



1. *Si los pagos estipulados en la oferta se hacen en colones, la equivalencia se hará con el tipo de cambio de venta del Banco de referencia del día en que se realiza el pago respectivo.*
2. *"Clima Ideal S.A. no se hará responsable por variaciones en los montos aquí cotizados cuando estas sean producto de la aplicación de reformas tributarias planteadas por el Gobierno."*
3. *"En caso de que los precios internacionales de materias primas tales como el cobre, aluminio y acero, cambien en más de un 10% los precios expuestos en esta oferta deberán ser ajustados."*

## **FORMA DE PAGO**

50% por adelantado.  
45% contra avance de obra.  
5% contra entrega.

## **VIGENCIA DE LA OFERTA**

15 días naturales a partir de esta fecha.

## **ENTREGA**

*Tiempo para inicio de instalación: 4 semanas. **Sujeto al programa del Dpto. Instalaciones.***

*Importación de Paquete: de 10 a 12 semanas después de recibida la orden e compra*

*Tiempo para ejecución del proyecto: De 3 a 4 semanas. Todo lo anterior después de recibidas la orden de compra y el adelanto solicitado. La instalación se hará en horario normal de trabajo. El paquete se instala 1 semana después importado y puesto en sitio.*

## **GARANTÍA**

Un año a partir del funcionamiento del sistema. La garantía es contra defectos de fabricación e instalación, siempre que estos provengan como consecuencia del uso normal y adecuado del mismo, y no es aplicable a daños o defectos de operación ocasionados por su mal uso. Esta garantía **no incluye** ningún tipo de mantenimiento preventivo para el equipo. Fuera del área metropolitana, el cliente asume los gastos por viáticos y kilometrajes.

**Nota:** Para el buen funcionamiento del equipo, una vez instalado, es indispensable realizar revisiones periódicas del estado del mismo (mantenimiento preventivo). Se aconseja que dicha actividad sea efectuada por un técnico calificado. Clima Ideal S.A. cuenta con un Departamento de Servicio, el cual se especializa en este tipo de actividades. Para información sobre contratos de mantenimiento (limpieza de filtros y drenajes, verificación de lecturas eléctricas, lubricación de motores, entre otros), comuníquese con el Dpto. de Servicio, al 299-5300.

**Para cualquier información sobre los servicios que brinda nuestra empresa clima ideal, con mucho gusto le atenderemos en el área de Servicio al Cliente, llamando al 299-5335.**

## **GENERALES**

- A.** En los montos anteriores **no se incluyen** costos correspondientes a suministro e instalación de equipos, materiales y mano de obra para instalación eléctrica de alimentación y control. Dicha instalación deberá estar provista de los interruptores de seguridad, conductores, etc., en el número y calibre requeridos y cualquier tipo de protección contra cambios de voltaje, corto circuito y otros que se consideren necesarios, serán suplidos por el cliente hasta una distancia de (0.0) metros de cada unidad.
- B.** No se incluyen costos de materiales y mano de obra para modificaciones de la obra civil, tales como: perforaciones en las paredes de mampostería, puertas, ventanas, losas de concreto, pisos, o sus componentes, ni la construcción de bases de concreto o **plataformas metálicas para los equipos.**
- C.** El paquete se instalará en estructura metálica suplida por el cliente.
- D.** Se debe entender por avance de obra todo material y/o equipo de importación puesto en el sitio de trabajo (aunque no se pueda instalar) o por disposición del cliente, para algún trámite de exoneración, validación, bodegaje, etc. Por lo tanto se deberá considerar para efecto de las tablas de pagos de esta manera.
- E.** El cliente deberá suministrar una bodega para las herramientas, materiales y equipos necesarios para la instalación en la obra, y la debida seguridad y responsabilidad por daños o robos que puedan sufrir los mismos. De no ser así Clima Ideal S.A. lo asumirá con el correspondiente cobro adicional, pues dicho rubro no está considerado en nuestra oferta.

Esperando que nuestra oferta sea de su agrado, nos suscribimos atentamente,  
**CLIMA IDEAL, S. A.**

**Ing. Mario Ulate A.**  
**Gerente de Ingeniería**  
*jlot*

**Ing. José Luis Orias T.**  
**Dpto. de Proyectos.**



*John Ruskin (1819-1900)*

*Crítico y teórico social de origen inglés*

***“Es insensato pagar mucho, pero es peor pagar muy poco. Cuando pagas poco, a veces lo pierdes todo, porque lo que compraste fue incapaz de desempeñar la función para la que había sido comprado. La ley común del balance de negocios dice que no es posible obtener mucho de lo que pagaste muy poco. Si negocias con el postor más bajo, sería bueno agregar algo por el riesgo que estás corriendo. Y si lo haces así, tendrás suficiente para pagar por algo mejor”.***