D I P L O M A D O

Eficiencia energética y energías limpias

OPEN
OPORTUNIDADES DE MERCADO PARA ENERGÍAS LÍMPIAS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Programa OPEN - Cámara de Comercio de Bogotá

AIRE ACONDICIONADO

GRUPO DE INVESTIGACION EN MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO Y GESTION ENERGETICA

Dr.-Ing. Msc. Fabio E. Sierra V.
Universidad Nacional de Colombia
fesierrav@unal.edu.co

CONTENIDO

1. GENERALIDADES
2. PROCESOS PSICROMETRICOS
3. CARGAS TERMICAS
4. SELECCION DE EQUIPOS
5. FILTRACION DEL AIRE
6. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS

1. GENERALIDADES

La ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*) define el Acondicionamiento del aire como: "El proceso de tratar el aire, de tal manera, que se controle simultáneamente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, para que cumpla conlos requisitos del espacio acondicionado".

PSICROMETRÍA

Se define psicrometría como la ciencia que estudia las propiedades termodinámicas del aire húmedo y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano, así como los métodos para controlar las características térmicas del aire húmedo.

Las acciones importantes involucradas en la operación de un sistema de aire acondicionado son:

- Control de la **temperatura.**
- Control de la **humedad**.
- Filtración, limpieza y purificación del aire.
- Circulación y movimiento del aire

AIRE SECO - CARACTERÍSTICAS

	Símbolo químico	% en peso	% en volumen
Nitrógeno	N2	75,47	78,03
Oxígeno	O2	232,19	20,99
Dióxido de carbono	CO2	0,04	0,03
Hidrógeno	H2	0,00	0,01
Otros gases (argón, neón, ozono.....)	--	1,30	0,94

En áreas congestionadas o industriales, también puede contener azufre, carbono, plomo y ciertos ácidos, derivados de la contaminación.

HUMEDAD ATMOSFÉRICA

La humedad es un término utilizado para describir la presencia de vapor de agua en el aire, ya sea a la intemperie, o dentro de un espacio, aire y vapor de agua, existen juntos en un espacio dado al mismo tiempo.

- Si el agua está a una temperatura de **4ºC**, la presión de evaporación es de **0.81 kPa**. Si la temperatura del agua aumenta a **15ºC**, la presión del vapor de agua sobre la misma, aumenta a **1.70 kPa** .

PRESIÓN ATMOSFÉRICA O BAROMÉTRICA

•Incluye la presión del aire y la presión del vapor de agua que éste contiene.

• Si la presión del vapor de agua en el aire a 15 °C es 1.70 kPa, entonces, la presión del aire seco sería 99.625 kPa (101.325 -1.70); (ley de Dalton)

AIRE SATURADO

El término de aire saturado se emplea para indicar que el vapor de agua está saturado en la mezcla de aire seco y vapor de agua.

La presión parcial en la mezcla es igual a la presión de saturación correspondiente a la que se encuentra la mezcla; en este caso dispondremos de aire seco mezclado con vapor de agua saturado.

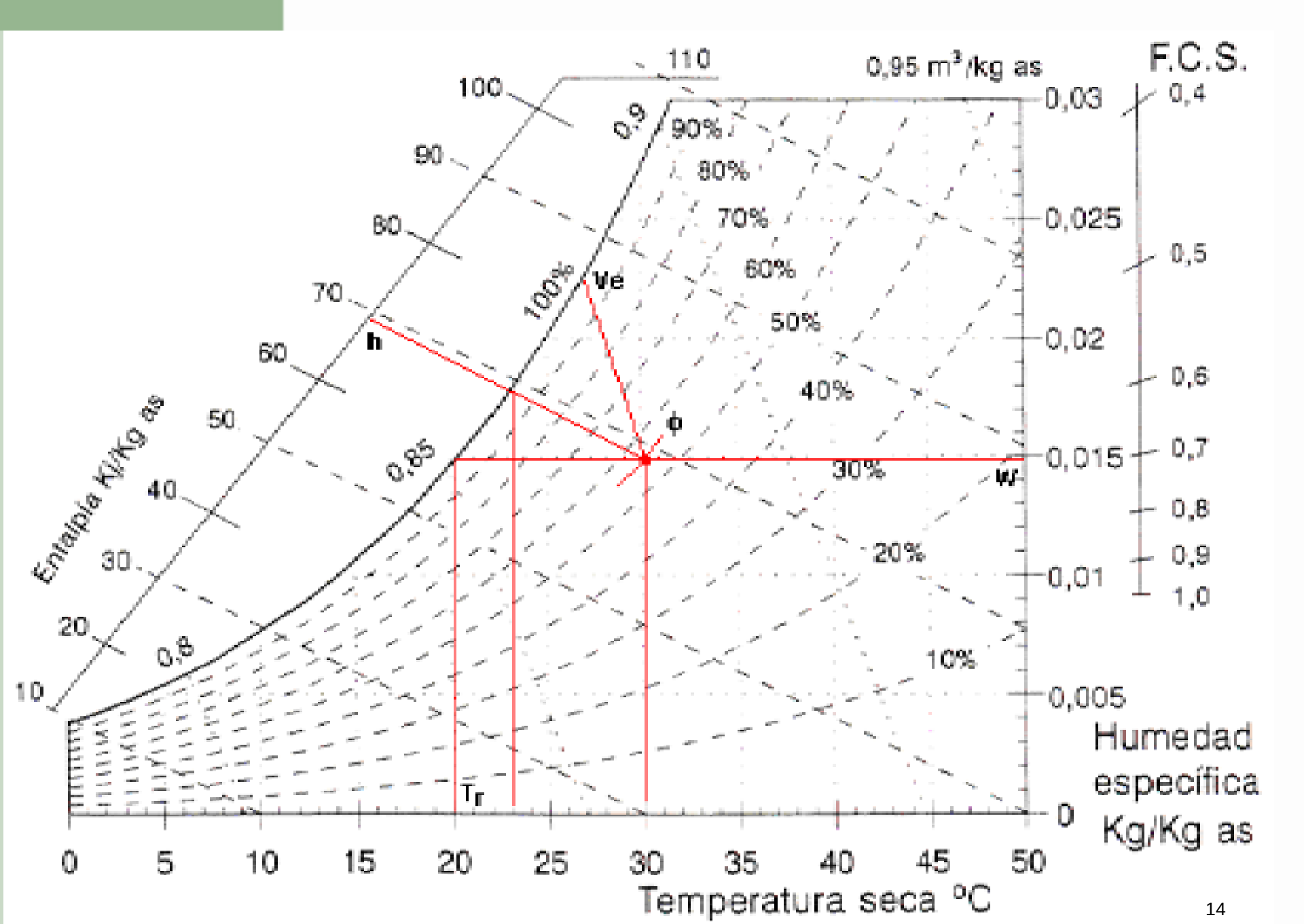
AIRE SATURADO

- A una temperatura determinada, si el aire está saturado y se aumenta la proporción de vapor se llegará a la condensación o formación de niebla.

- Si el vapor presente en el aire está sobrecalentado, se le podrá añadir más vapor hasta que se llegue a la saturación.

CARTA PSICROMÉTRICA

- Una carta psicrométrica es una gráfica de las propiedades del aire, tales como temperatura, hr, volumen, presión, etc. Las cartas psicrométricas se utilizan para determinar cómo varían estas propiedades al cambiar la humedad en el aire


0,95 m³/kg as
F.C.S.
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0,9
0,85
0,8
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
Ve
h
ϕ
W
Tr
Entalpía Kj/Kg as
0,03
0,025
0,02
0,015
0,01
0,005
0
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
Humedad
específica
Kg/Kg as
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Temperatura seca °C

HUMEDAD ABSOLUTA

El término "humedad absoluta" (ha), se refiere al peso del vapor de agua por unidad de volumen, generalmente un metro cúbico (kg/m^3).

HUMEDAD ESPECÍFICA

La humedad específica se refiere a la cantidad de humedad en peso que se requiere para saturar un kilogramo de aire seco, a una temperatura de saturación (punto de rocío) determinada (kg_{H2O}/kg as).

HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa (HR) **ASHRAE** es un término utilizado para expresar la cantidad de humedad en una muestra dada de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura de la muestra.

PUNTO DE ROCÍO

El punto de rocío se define como: la temperatura debajo de la cual el vapor de agua en el aire comienza a condensarse. También es el punto de 100% de humedad relativa.

TEMPERATURA DE ROCÍO

Si una mezcla de aire y vapor se enfría a presión constante, la temperatura a la que tendríamos vapor saturado se llama temperatura de rocío o punto de rocío.

Esta temperatura de rocío o de saturación es correspondiente a la presión parcial del vapor de agua de la mezcla.

TEMPERATURA DE BULBO SECO

En el acondicionamiento de aire, la temperatura del aire indicada es normalmente la temperatura de «bulbo seco» (bs), tomada con el elemento sensor del termómetro en una condición seca. Es la temperatura medida por termómetros ordinarios.

TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO (BH).

- Básicamente, un termómetro de bulbo húmedo no es diferente de un termómetro ordinario, excepto que tiene una pequeña mecha o pedazo de tela alrededor del bulbo y esta mecha se humedece con agua limpia; la evaporación de este agua disminuirá la lectura (temperatura) del termómetro.

FACTOR DE CALOR SENSIBLE

Relación de calor sensible con respecto al calor total, siendo este último la suma del calor sensible y el calor latente.

CALOR LATENTE

Cantidad de energía calorífica requerida para efectuar un cambio de estado (fusión, evaporación, solidificación) de una sustancia, sin cambio en la temperatura o presión.

PORCENTAJE DE SATURACIÓN

Es la relación del peso de vapor de agua del aire con el peso del vapor de agua necesario para saturar un kilogramo de aire seco a la temperatura del bulbo seco.

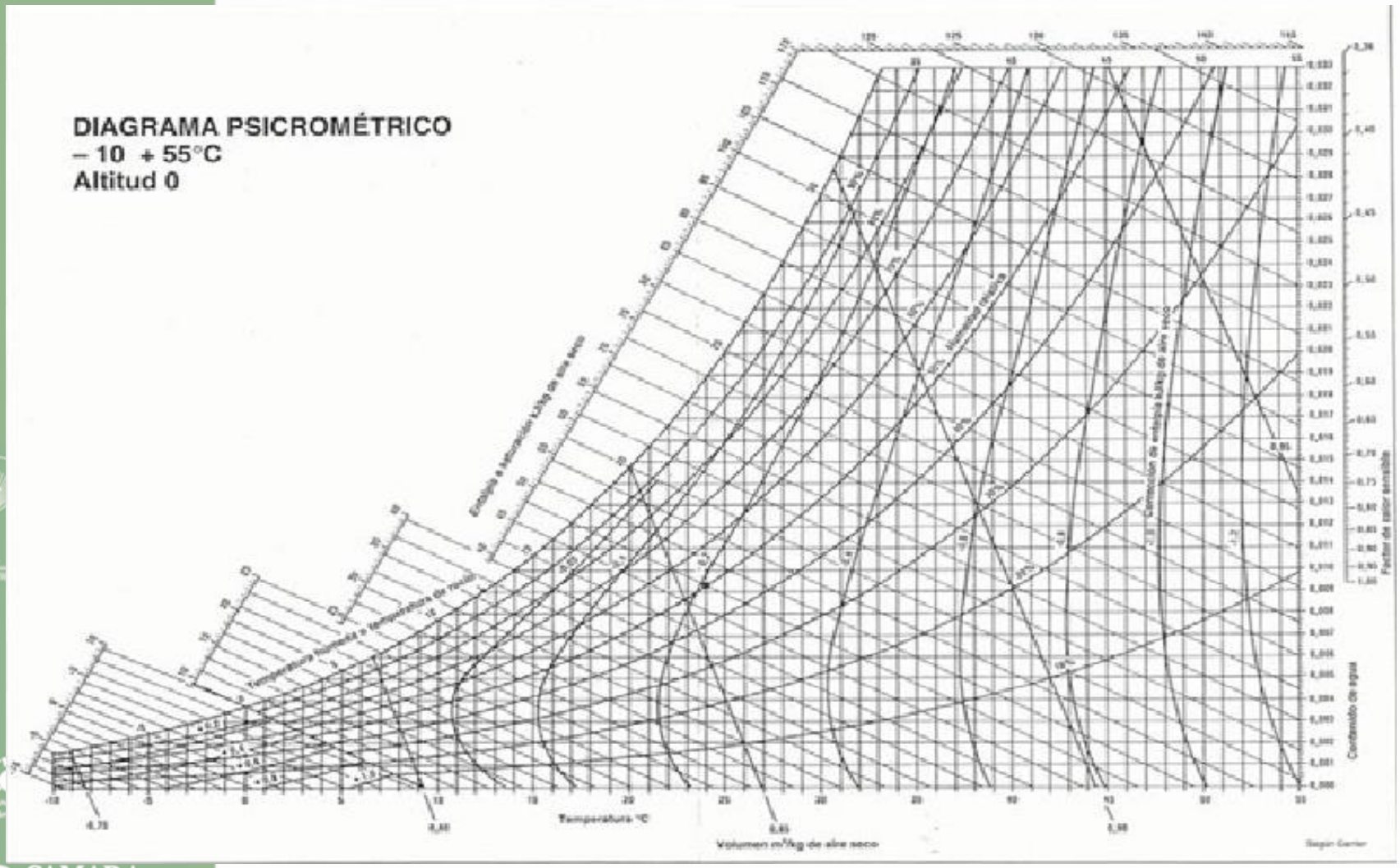
$$\% \text{ SAT: } w1/w2 * 100$$

w1= Humedad específica en el punto de rocío de la mezcla de aire seco y vapor de agua.

w2= Humedad específica en el punto de saturación.

- La humedad relativa está basada en las **presiones**, las cuales son afectadas por la temperatura y el volumen.
- El porcentaje de saturación está basado en el **peso**, el cual no es afectado por los cambios de temperatura, y éste es el más preciso de los dos

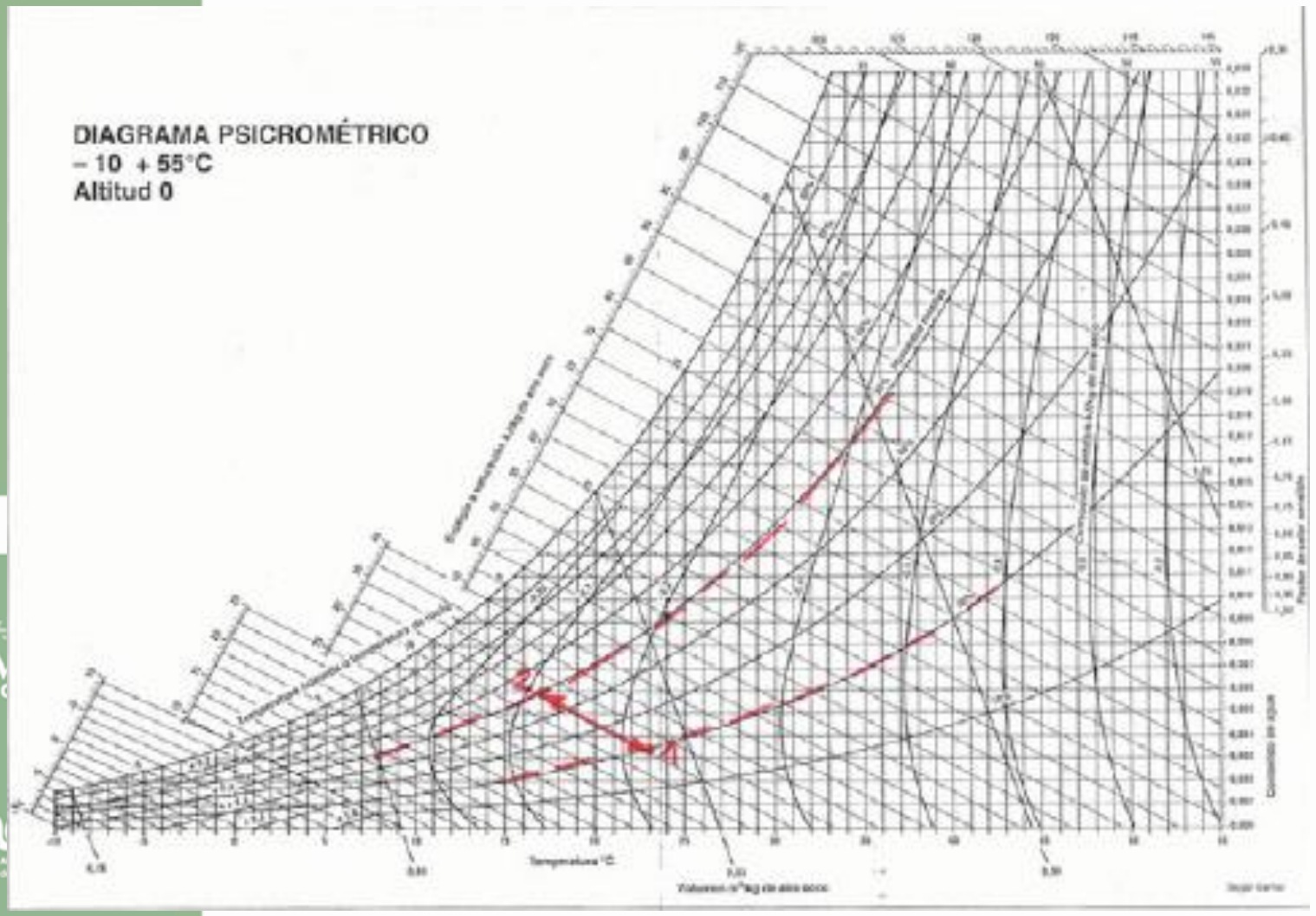
2. PROCESOS PSICROMETRICOS



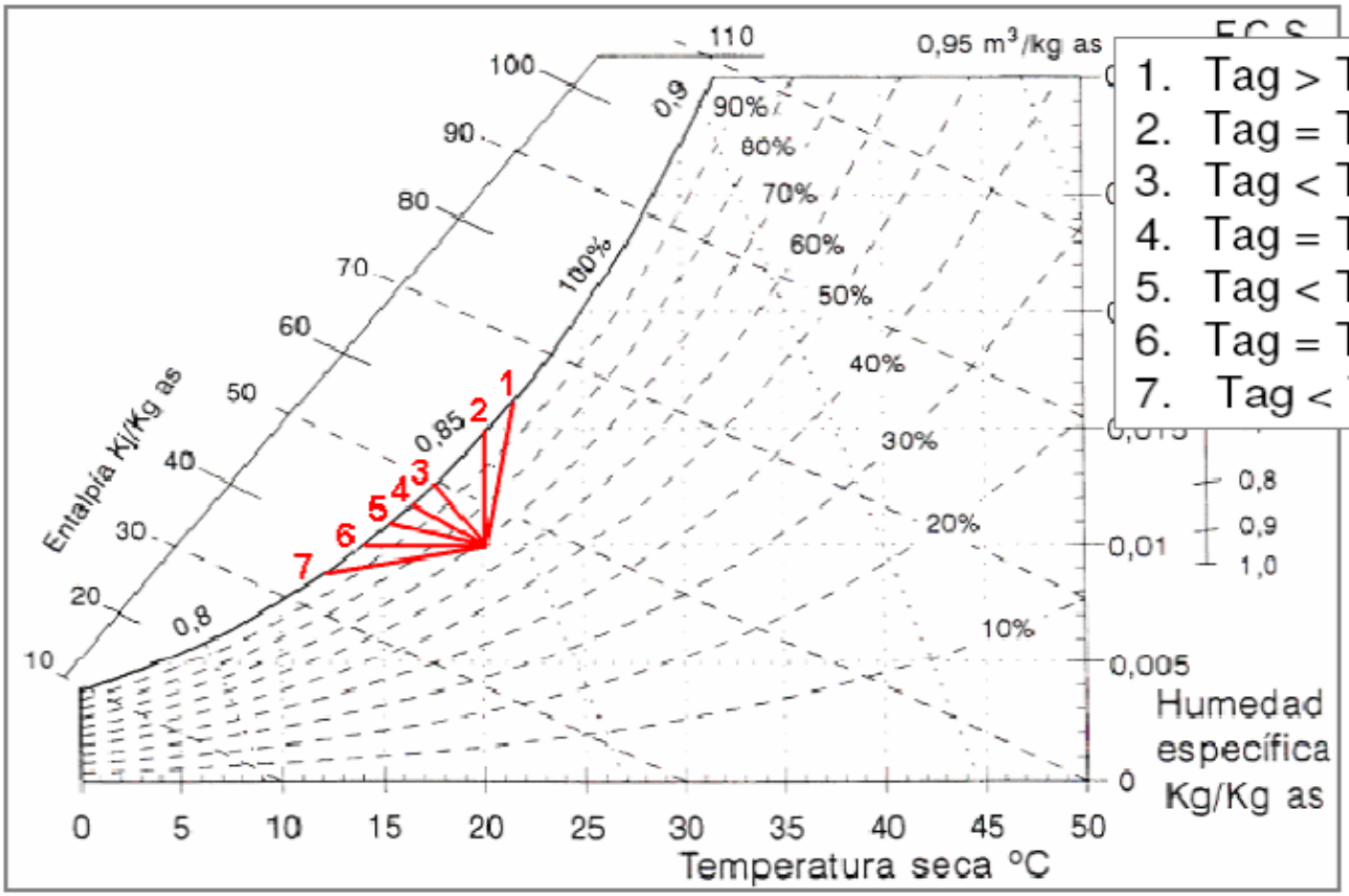
HUMIDIFICACIÓN

La humidificación o humectación del aire es un proceso cuya finalidad es incrementar el contenido de humedad absoluta de una masa de aire.

DIAGRAMA PSICROMÉTRICA HUMIDIFICACIÓN



CONPASO DEL AIRE POR UNA CORTINA DE AGUA

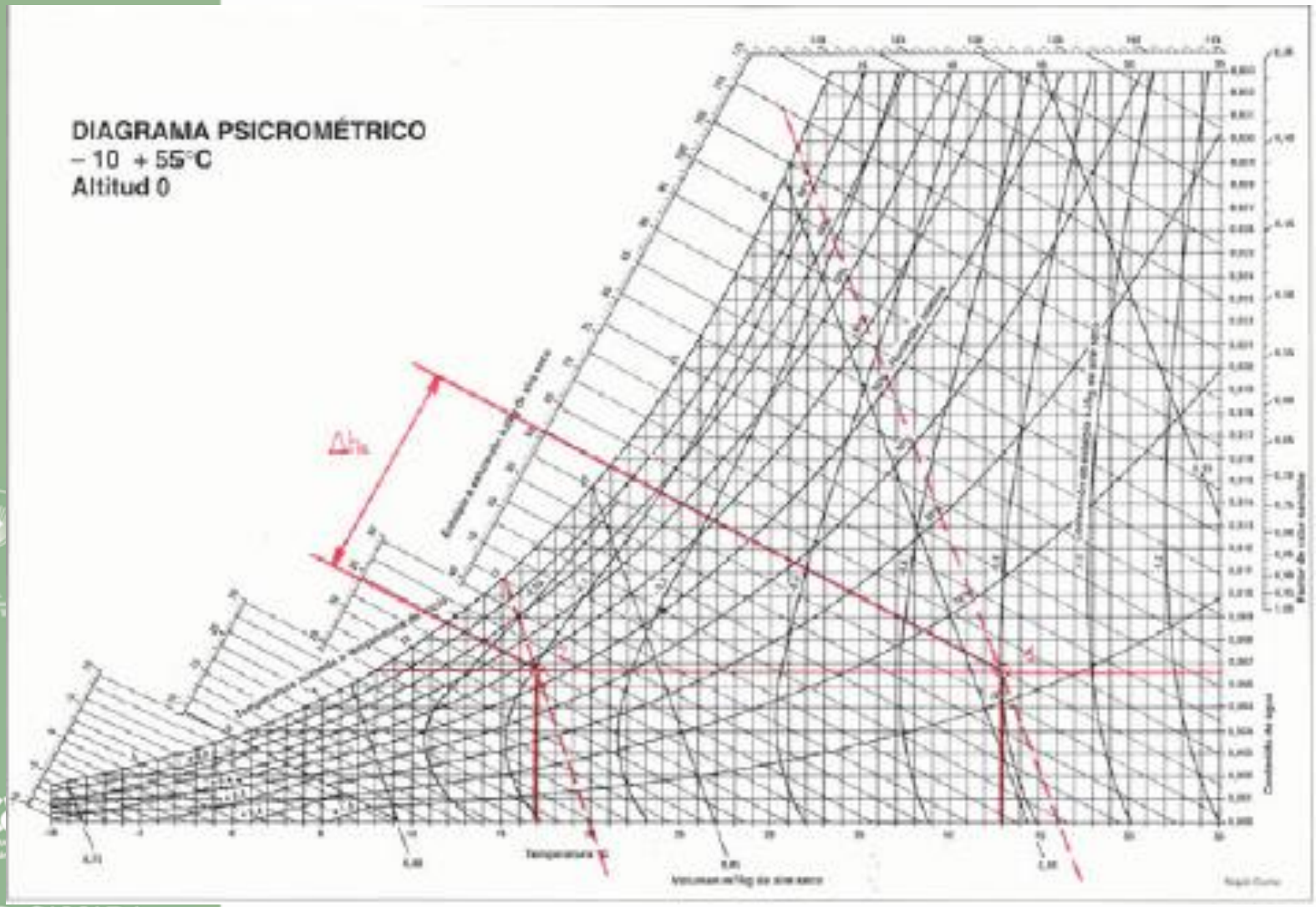


13

CALENTAMIENTO SENSIBLE

Cuando el aire se calienta con una batería, su humedad específica no varía. Al calentar aire helado se requiere solo un cambio en el calor sensible del aire y no afecta a la humedad de éste.

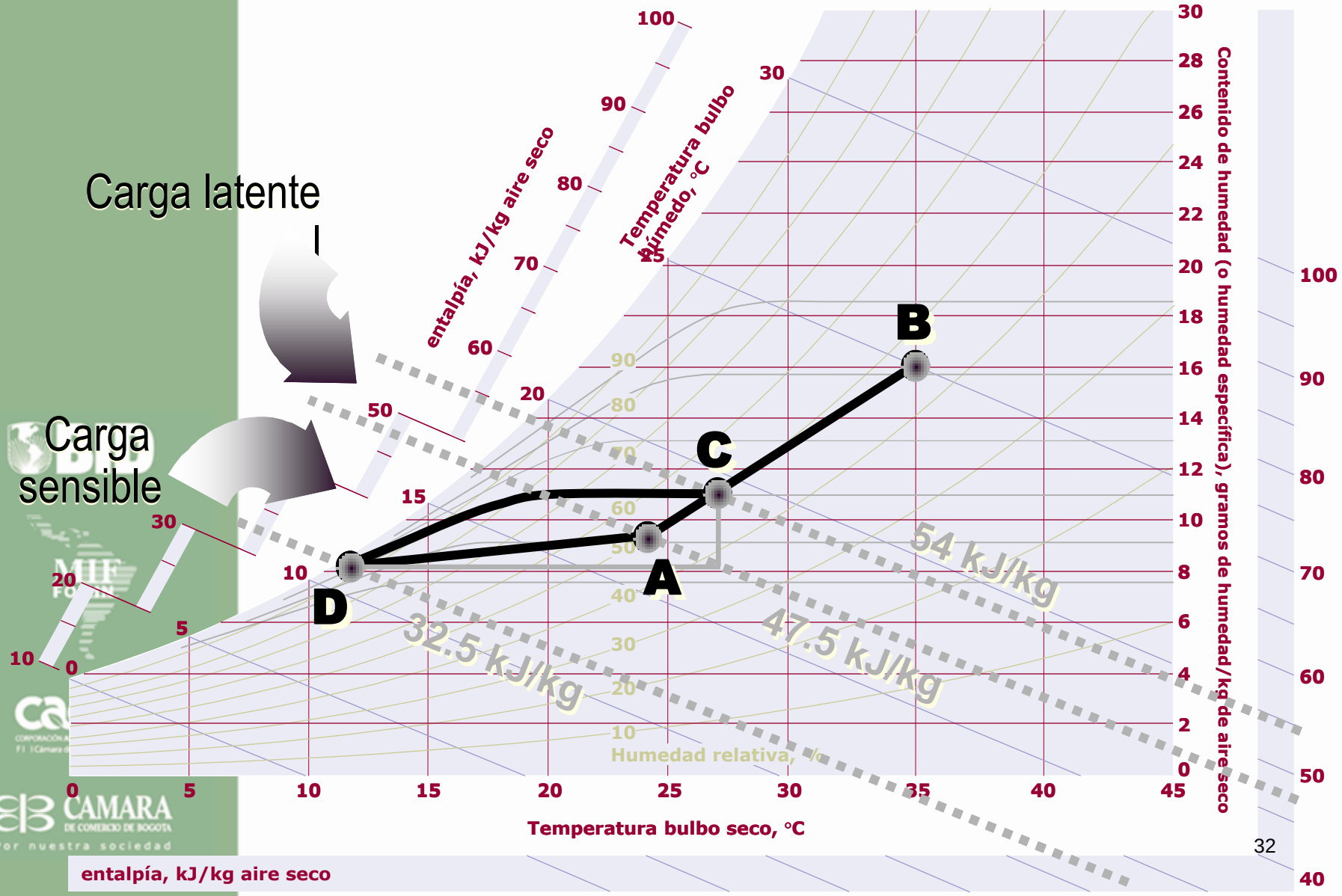
Enfriamiento Sensible



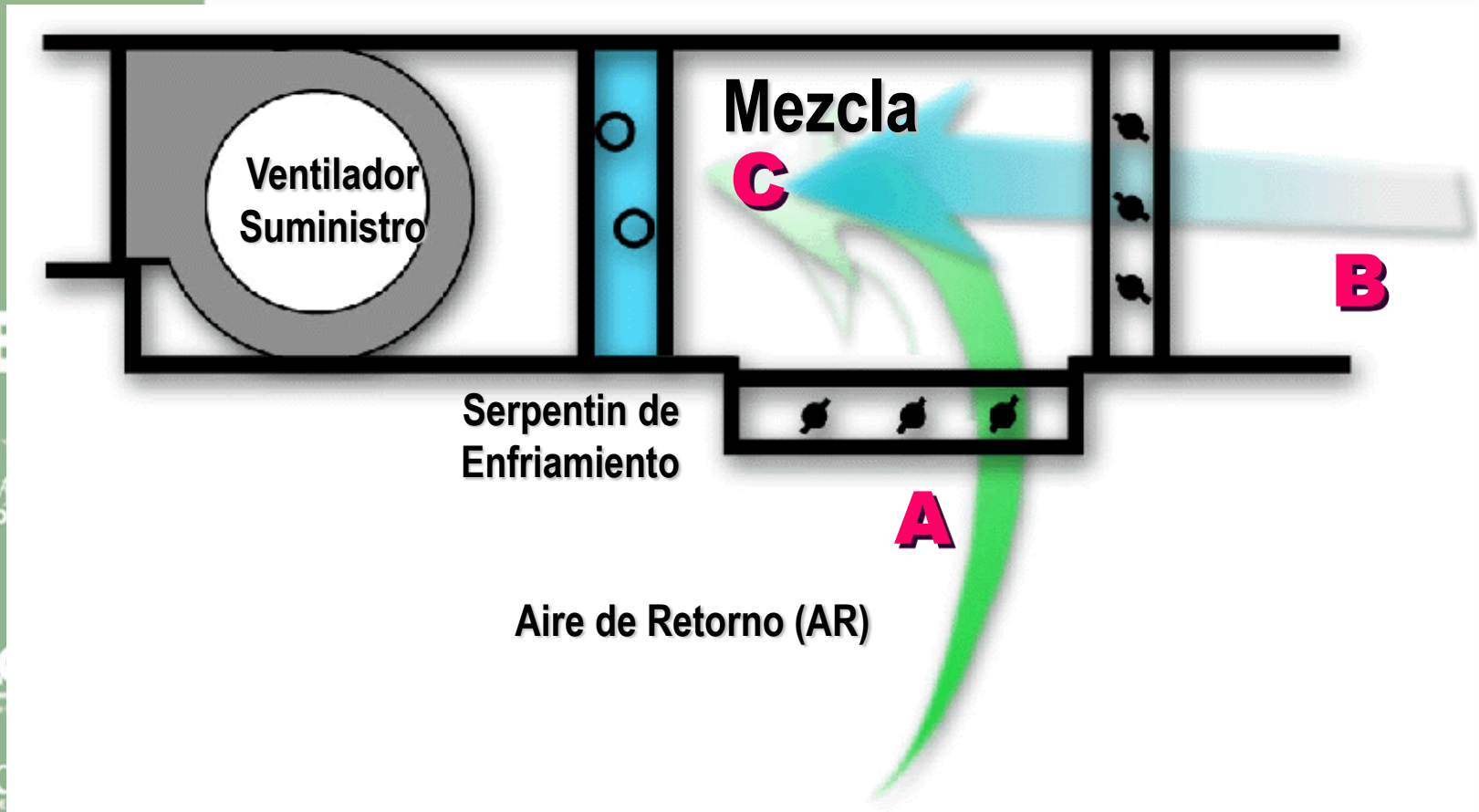
MEZCLA DE DOS CANTIDADES DE AIRE HÚMEDO

En el acondicionamiento de aire, con mucha frecuencia se requiere mezclar aire a diferentes temperaturas, para lograr una determinada condición final de aire.

La mayoría de las aplicaciones de aire acondicionado comercial requieren de un cierto volumen de aire exterior que sea introducido al espacio ocupado.



© American Standard Inc. 2003



© American Standard Inc. 2003

APORTE DE AIRE EXTERIOR DE DOS CANTIDADES DE AIRE



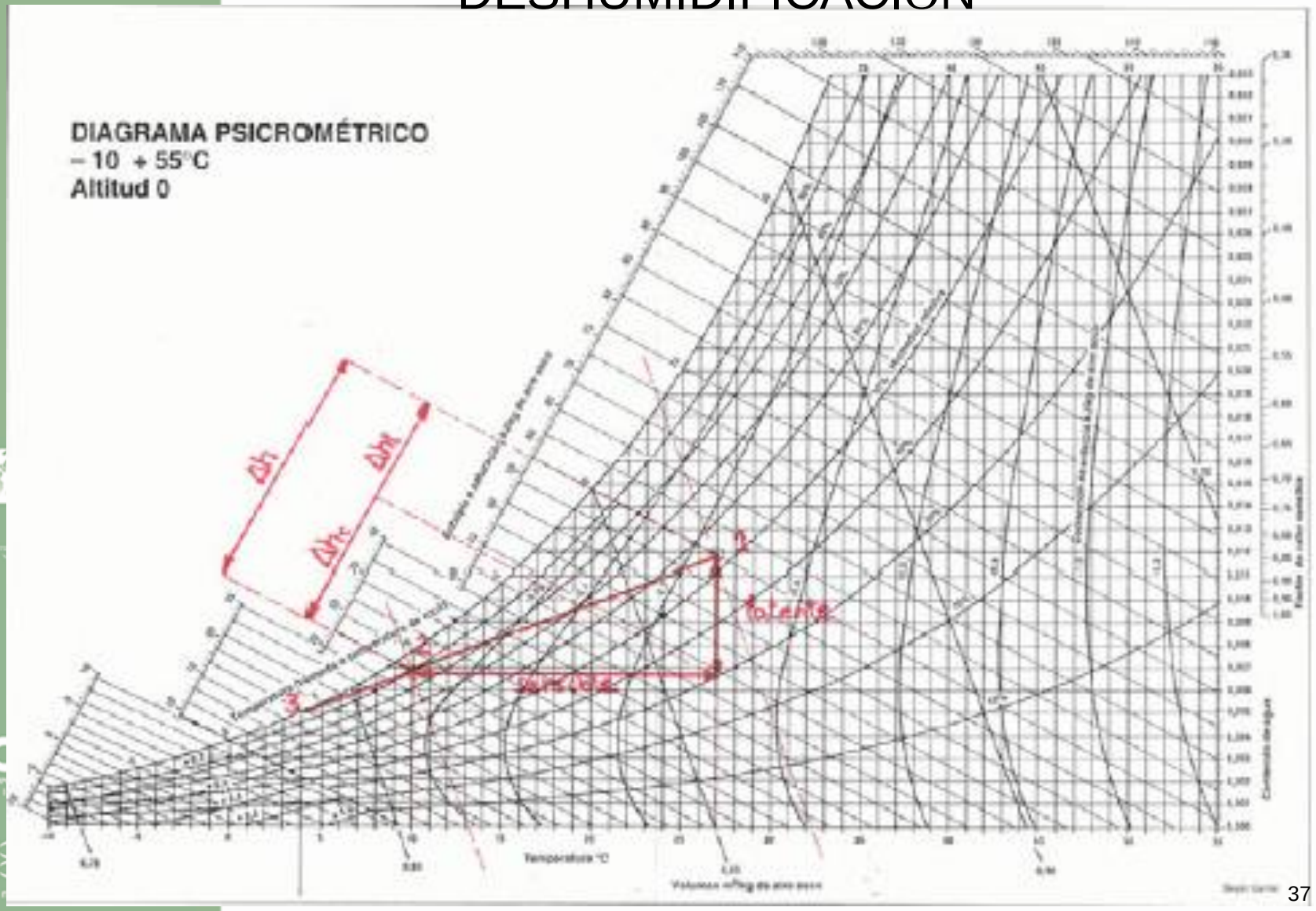
CALENTAMIENTO CON DESHUMIDIFICACIÓN

Es el calentamiento del aire y la eliminación de la humedad de éste. El proceso de calentamiento con deshumidificación se caracteriza por un aumento de la entalpía y una disminución de la humedad relativa.

ENFRIAMIENTO CON DESHUMIDIFICACIÓN

- Es la eliminación simultánea del calor y la humedad del aire.
- La cantidad del vapor de agua, presente dentro de una zona ocupada, variará dependiendo del número de personas presentes y de su actividad, la condición del aire exterior, la estructura del edificio y la cantidad de infiltración.

DIAGRAMA PSICROMÉTRICO ENFRIAMIENTO CON DESHUMIDIFICACIÓN



3. CARGAS TERMICAS

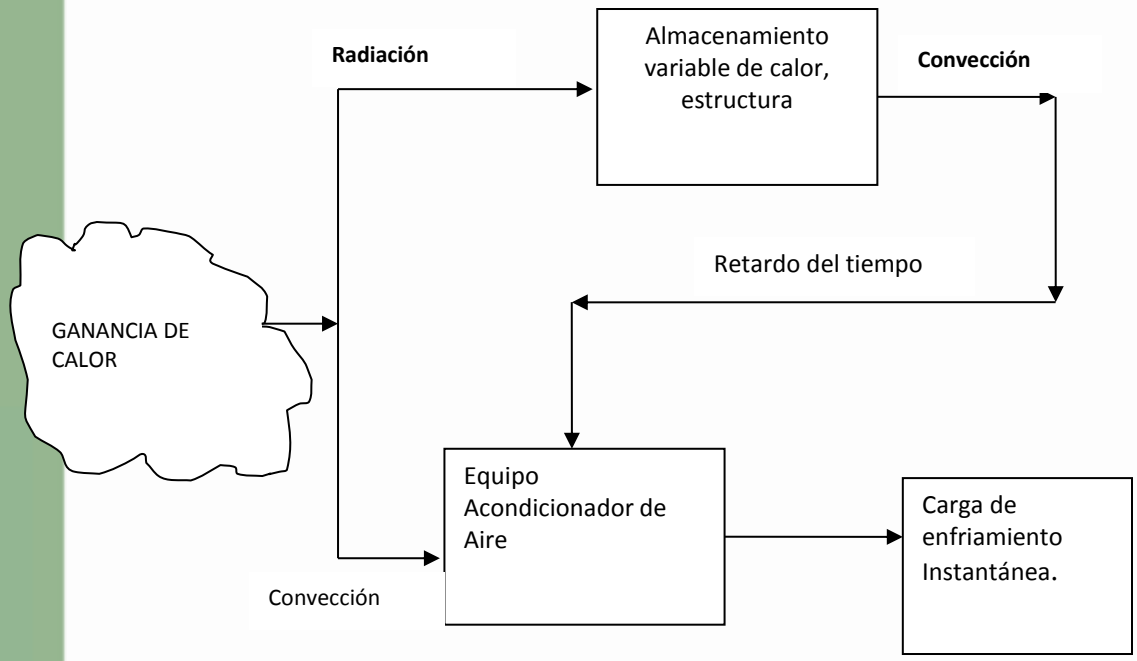
La ganancia de calor o la pérdida es la cantidad de calor que entra o sale instantáneamente del espacio (haciendo un esquema de transferencia de calor).

COMPONENTES DE LA GANANCIA DE CALOR

- *CALOR SENSIBLE*
- *CALOR LATENTE*

Puede ocurrir por:

- Radiación Solar
- Conducción de calor a través de paredes exteriores.
- Conducción de calor a través de paredes interiores
- Calor generado por personas, equipos, luces
- Ventilación, Infiltración
- Otras



ESQUEMA TRANSFERENCIA DE CALOR DE UN ESPACIO A CLIMATIZAR

CARACTERÍSTICAS ESPACIALES Y FUENTES DE CARGA DE CALOR.

Los siguientes aspectos físicos deben ser considerados al momento de realizar el cálculo de carga:

•Orientación del Edificio; (norte, sur, este oeste), localización.

•Uso del espacio: Hotel, vivienda, Hospital, oficinas, departamento, centro comercial,industria, etc.

•Dimensiones físicas: Altura, largo, ancho.

•Alturas entre techo y piso.

•Material de construcción: espesor de paredes, losa, pisos, paredes compartidas (internas).

- Ventanas: tamaños, orientación, etc.
- Personas: número, tiempo de ocupación
- Luces.
- Motores o equipos que generen calor.
- Ventilación. CFM (Cubic feet per minute, pie cúbico por minuto) por persona.

Para realizar el cálculo de carga y seleccionar el equipo necesario se debe tener en cuenta el calor que entra en el espacio de estudio y así como el que se generó en el día escogido para el diseño .

El día que se escoja para realizar el cálculo (día de diseño) se define como el día en el cual la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo alcanza el máximo al mismo tiempo, no existe niebla que pueda reducir ganancia de calor solar, y las cargas internas de calor sean normales.

El tiempo de máxima carga se puede establecer por inspección, pero se recomienda realizar varios cálculos durante el día.

TEMPERATURA DE BULBO SECO Y BULBO HÚMEDO [F]

APROXIMADOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL ENERO A JUNIO

DRY BULB / WET BULB [F]												
Horas	**Meses**											
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB
5	73	72	73	72	71	70	69	68	66	65	64	63
6	74	73	74	73	72	71	70	69	67	66	65	64
7	76	75	76	75	74	73	72	71	69	68	67	66
8	78	76	78	76	76	75	74	73	71	70	69	68
9	80	77	80	77	78	76	76	75	73	72	71	70
10	82	78	82	78	80	76	78	75	75	74	73	72
11	84	79	84	79	82	77	80	76	77	75	75	73
12	87	80	87	80	85	78	85	77	80	76	78	74
13	89	80	89	80	87	79	88	78	82	77	82	76
14	91	80	91	80	89	79	90	78	86	78	86	78
15	92	80	92	80	92	80	92	80	92	80	90	80
16	91	80	91	80	89	79	90	78	91	78	88	78
17	90	80	90	79	88	79	88	78	88	77	85	77
18	89	79	89	79	87	78	86	77	85	76	80	75
19	87	79	87	79	85	78	84	77	83	76	78	74
20	85	78	85	78	83	77	82	76	78	75	76	73
21	83	78	83	78	81	77	79	76	76	75	74	73
22	81	77	81	77	79	76	77	75	74	73	72	71

Condiciones exteriores de diseño:

Temperatura de Bulbo Seco: 33º C [91.4 º F]
Temperatura de Bulbo Húmedo: 26.67º C [80 º F]
Localización: Guayaquil; 2.19 grados latitud sur

Condiciones interiores de diseño:

Temperatura de Bulbo Seco: 23.3º C [74 º F]
Humedad Relativa: 50 +/-3%
Temperatura de Bulbo Húmedo: 16.67º C [62 º F]

AREAS (EJEMPLO)	Altura (m)	Ancho (m)	Área Mt2	Área Ft2
Pared expuesta (norte)	1,10	6,00	6,60	71,04
Pared expuesta (norte)	3,50	0,70	2,45	26,37
Vidrio Expuesto (norte)	2,40	6,00	14,40	155,00
Particiones 1,2,3,4	3,50	9,10	31,85	342,83
Partición 5	3,50	3,90	13,65	146,93
Puertas (2)	2,00	0,65	2,60	27,99
Techo			19,40	208,82
Suelo			19,40	208,82
Personas Adultas en espacio		3		
Luces		6 fluorescentes (100 W cada una)		
Equipos		1 nevera		

DATOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Radiación solar a través de vidrio.-

La ecuación fundamental es:

$$Q_V = A\left[\left(SC\right) \times \left(SHFG\right) + U\left(T_o - T_i\right)\right]$$

Donde:

Q_V: Ganancia de calor total a través de los vidrios [BTU/h]
A: Área del vidrio [Ft^2]
SC: Coeficiente de sombra del vidrio
SHFG: Factor de ganancia solar [BTU/ h Ft^2]
U: Coeficiente Global de transferencia de calor [BTU/ h Ft^2 º F]
To: Temperatura Exterior [º F]
Ti: Temperatura interior [º F]

POSICION SOLAR, INTENSIDAD Y FACTOR DE GANANCIA SOLAR LATITUD DE GUAYAQUIL=2.19 GRADOS SUR

FECHA	TIEMPO SOLAR	Posición Solar		IDN	SHFG	TIEMPO SOLAR
		Altitud	Azimuth		FACTOR DE GANANCIA SOLAR (Btu/h*Ft2)	
	A.M	Grados	Grados	Btu/h*Ft2	Norte	PM
ene-21	7	8	70,2	89	4,5	5
	8	22	69,3	229	11	4
	9	35,9	66,8	279,5	14	3
	10	49,4	61,3	302,9	15	2
	11	61,9	49,3	314,5	16	1
	12	70,8	0	319,5	16	12
feb-21	7	7,3	79,4	81,5	4,1	5
	8	22,1	79,3	230	11	4
	9	36,8	78,2	280,7	14	3
	10	51,4	75,4	303,6	15	2
	11	65,7	68,3	314,9	16	1
	12	78,3	0	319,8	16	12
mar-21	7	8,7	89,6	118,3	6	5
	8	23,6	89	246,6	12	4
	9	38,6	88,2	288,8	14	3
	10	53,6	86,9	307,8	15	2
	11	68,6	84,2	317,1	16	1
	12	83,3	180	320,9	24	12
abr-21	7	10,1	167,9	147,9	104	5
	8	24,7	166,2	250,5	195	4
	9	39,2	163,1	285,1	186	3
	10	53,3	157,2	300,8	133	2
	11	66,5	143,8	308,4	67	1
	12	75,6	180	311,3	48	12

COEFICIENTE DE SOMBRA PARA VIDRIOS SENCILLOS CON SOMBRA INTERNA POR PERSIANA VENECIANAS

COEFICIENTES DE SOMBRA PARA VIDRIOS SENCILLOS CON SOMBRA INTERNA POR PERSIANAS VENECIANAS

				Tipo de Sombra				
						Sombra		
	Espesor Nominal		Solar	Venecianas Cerradas		Opacas		Translucidas
Tipo de Vidrio	**in**	**mm**	Transmisión	Medio	Baja	Ocura	Blanca	Ligera
Hoja Regular	3/32 to 1/4	2 to 6	0,87 0,80					
Placa Flotadora Regular	1/4 to 1/2	6 13	0,80 0,71					
Modelo Regular	1/8 to 1/4	3 6	0,87 0,79	**0.64**	0.55	0.59	0.25	0.39
Modelo que Absorve Calor	. 1/8	3						
Hoja Gris	3/16 to 1/4	5 6	0,74 0,71					
Placa flotante Absorvente de	3/16 to 1/4	5 6	0.46					
Modelo que Absorve Calor	3/16 to 1/4	5 6		0.57	0.53	0.45	0.3	0.36
Hoja Gris	1/8 to 1/4	3 6	0,59 0,45					
Placa flotante Absorvente de	3/16 to 1/4		0,44 0,30					
Placa Absorvente de Calor	3/16 to 1/4	10	0.34	0.54	0.52	0.4	0.28	0.32
Hoja Gris	1/8 to 1/4		0,29 0,15	0.42	0.4	0.36	0.28	0.31
			0.24					
Cubierta Reflectiva								
Vidrio (sin sombra interna)								
Coeficiente de Sombra =0.30	3/8,		0.25	0.23				
Coeficiente de Sombra =0.40			0.33	0.29				
Coeficiente de Sombra =0.50			0.42	0.38				
Coeficiente de Sombra =0.60			0.5	0.44				

COEFICIENTE DE TRANSMISION *U* DE PANELES VERTICALES

COEFICIENTES U DE TRANSMISIÓN PARA PANELES CLAROS

Descripción	Exterior				Interior	
	Invierno		Verano			
	BTU hr-ft2-F	W m2-C	BTU hr-ft2-F	W m2-C	BTU hr-ft2-F	W m2-C
Vidrio Llano						
Hoja Sencilla	1.13	6.42	**1.06**	6.02	0.73	4.15
Vidrio Aislado - doble						
1/4 plg o 6 mm espacio de aire	0.65	3.69	0.61	3.46	0.49	2.78
1/2 in or 13 mm espacio de aire	0.58	3.29	0.56	3.18	0.46	2.61
1/2 in or 13 mm espacio de aire						
Emisión Cubierta						
emisión= 0,20	0.38	2.16	0.36	2.04	0.32	1.82
emision = 0,60	0.52	2.95	0.5	2.84	0.42	2.38
Vidrio Aislado - triple						
1/4 in or 6 mm espacio de aire	0.47	2.67	0.45	2.56	0.38	2.16
1/2 in or 13 mm espacio de aire	0.36	2.04	0.36	1.99	0.3	1.7
Ventanas para Tomentas						
1 - 4 in or 25 a 100 mm espacio de aire	0.56	3.18	0.54	3.07	0.44	2.5
Bloque de Vidrio						
6 x 6 x 4in or 150 x 150 x 100 mm espesor	0.6	3.41	0.57	3.24	0.46	2.61
12 x 12 x 4 in or 300 x 300 x 100 mm espesor	0.52	2.95	0.5	2.84	0.41	2.33
Con Cavidad Divisora	0.44	2.5	0.42	2.38	0.36	2.04
Hoja Simple de Plástico	1.09	6.19	1	5.68	0.7	3.97

tiempo (horas)	Temperatura Promedio Guayaquil (°F)	Q (Btu/h) ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21
7:00	75	610,70	571,02	759,50	10481,12	11770,72	10381,92	9290,72	9985,12	1067,02	1116,62	1047,18	848,78
8:00	76	1419,80	1419,80	1519,00	19672,64	18680,64	17986,24	18283,84	19573,44	1618,20	1618,20	1618,20	1519,00
9:00	72	1060,20	1060,20	1060,20	18122,64	16535,43	16138,63	16833,03	18221,84	1159,40	1159,40	1159,40	1060,20
10:00	80,5	2555,96	2555,96	2555,96	14261,58	12971,98	12872,78	13666,38	14459,98	2555,96	2655,16	2555,96	2555,96
11:00	74	1587,20	1587,20	1587,20	6646,41	5753,61	5952,01	6646,41	6844,81	1587,20	1587,20	1587,20	1587,20
12:00	87	3723,11	3723,11	4516,71	6897,51	10171,12	11659,12	10567,92	7095,91	3425,51	3723,11	3723,11	3723,11
13:00	90	4216,01	4216,01	4216,01	9275,22	8382,42	8580,82	9275,22	9473,62	4216,01	4216,01	4216,01	4216,01
14:00	91,5	4363,26	4363,26	4363,26	16068,88	14779,28	14680,08	15473,68	16267,28	4363,26	4462,46	4363,26	4363,26
15:00	92	4346,21	4346,21	4346,21	21408,64	19821,44	19424,64	20119,04	21507,84	4445,41	4445,41	4445,41	4346,21
16:00	91,5	3966,46	3966,46	4065,66	22219,29	21227,29	20532,89	20830,49	22120,09	4164,86	4164,86	4164,86	4065,66
17:00	90	3075,21	3035,53	3224,01	12945,63	14235,23	12846,43	11755,22	12449,62	3531,53	3581,13	3511,69	3313,29
Global por mes		30924,11	30844,75	32213,71	157999,57	154329,16	151055,55	152741,96	157999,57	32134,35	32729,56	32392,27	31598,67
Global año													996963,23
Promedio año por hora y por día													7552,752
Promedio diseño													11083,56

En donde se puede apreciar que se calculo para todas las horas desde las 7 AM hasta las 5PM de los días 21 de cada mes sin embargo para nuestro cálculo se eligió las tres de la tarde como hora pico en donde se satisfacen las condiciones de diseño exteriores, con o cual se obtiene la carga por transmisión de calor a través de ventanas promedio en el año de:

Qv=11,084 BTU/hr [3.25 Kw]

GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS.-

La ecuación fundamental es:

$$Q_p = U \times A(\Delta T_{eq})$$

Donde:

U = Coeficiente global de transferencia de calor a través de paredes y techos.
A = Área de Paredes y techos

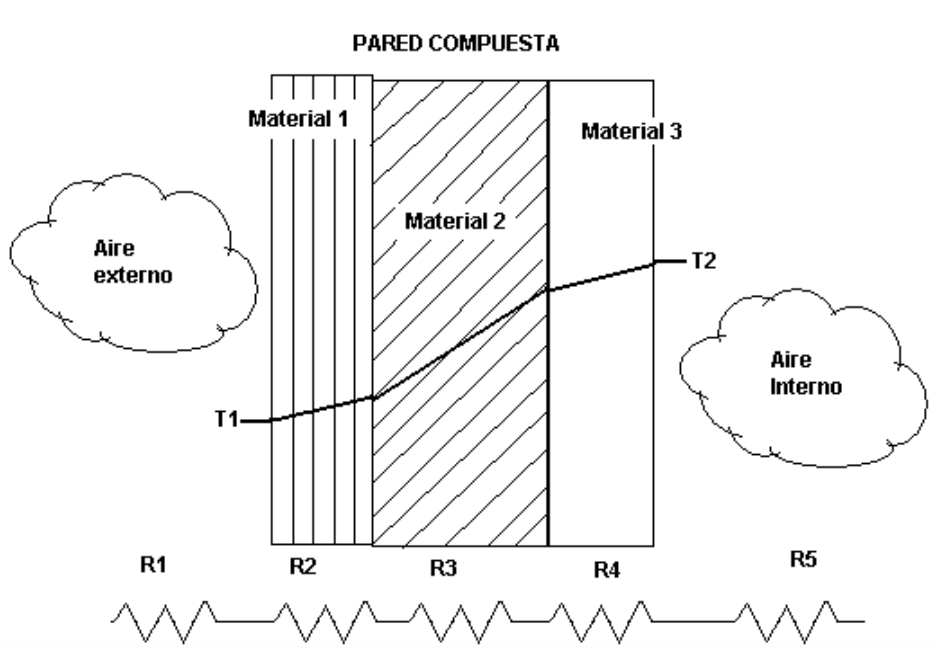
ΔT_{eq} = Diferencia de Temperatura equivalente.

U está definida como en inverso de la suma de todas las resistencias:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Donde:

$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots$



Cemento . (1/2")

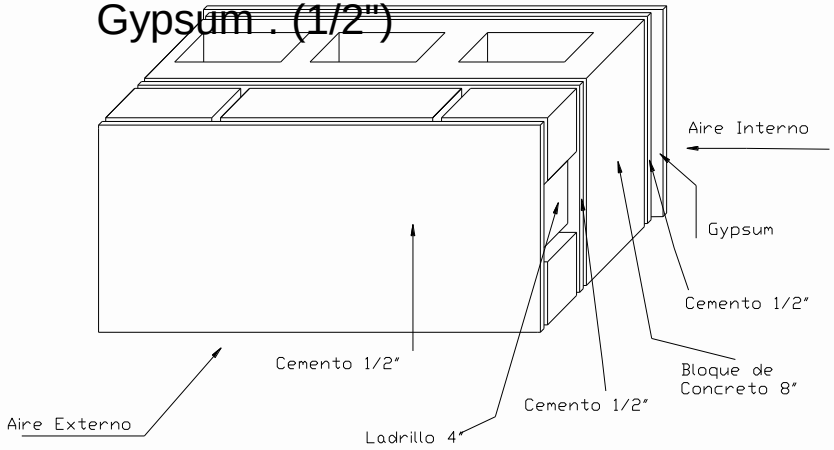
Ladrillo . (4")

Cemento . (1/2")

Bloque de Concreto . (8")

Cemento . (1/2")

Gypsum . (1/2")



R1: Aire externo	0,17
R2: Cemento (1/2")	0,1
R3: Ladrillo de Frente (4")	0,44
R2: Cemento (1/2")	0,1
R4: Bloque d Concreto (8")	1,72
R2: Cemento (1/2")	0,1
R5: Gypsum (1/2")	0,45
R6: Aire interno	0,68
Rt : Total resistencias	3.76

Dando como resultado:
U = 0.27 BTU/ hr *ft2*F [1.533 W/m^2 K]

Para obtener la diferencia de temperatura Equivalente se toma para la orientación adecuada con un peso de pared de 60 Lb/ft2 [293.56 Kg/m2].

DIFERENCIAS DE TEMPERATURA EQUIVALENTS (GRADOS F)

ORIENTACIÓN	PESO DE LA PARED lb/ft2	TIEMPO A.M. 7	8	9	10	11	12	PM 1	2	3	4	5
NE	20	2	11	22	32	5	6	7	7	7	7	6
	60	2	9	17	25	4	4	5	5	6	5	5
	100	1	6	12	18	2	3	4	4	4	4	3
	140	0	4	7	11	1	2	2	2	2	2	2
E	20	2	11	22	32	38	6	7	7	7	7	6
	60	2	9	17	25	30	4	5	5	6	5	5
	100	1	6	12	18	21	3	4	4	4	4	3
	140	0	4	7	11	13	2	2	2	2	2	2
SE	20	2	11	22	32	38	39	7	7	7	7	6
	60	2	9	17	25	30	31	5	5	6	5	5
	100	1	6	12	18	21	22	4	4	4	4	3
	140	0	4	7	11	13	13	2	2	2	2	2
S	20	2	11	22	32	38	39	7	7	7	7	6
	60	2	9	17	25	30	31	5	5	6	5	5
	100	1	6	12	18	21	22	4	4	4	4	3
	140	0	4	7	11	13	13	2	2	2	2	2
SO	20	0	2	2	3	5	6	40	39	31	22	11
	60	0	1	2	3	4	4	32	31	25	17	9
	100	0	1	1	2	2	3	23	22	18	12	6
	140	0	0	1	1	1	2	14	13	11	7	4
O	20	0	2	2	3	5	6	40	39	31	22	11
	60	0	1	2	3	4	4	32	31	25	17	9
	100	0	1	1	2	2	3	23	22	18	12	6
	140	0	0	1	1	1	2	14	13	11	7	4
NO	20	0	2	2	3	5	6	7	39	31	22	11
	60	0	1	2	3	4	4	5	31	25	17	9
	100	0	1	1	2	2	3	4	22	18	12	6
	140	0	0	1	1	1	2	2	13	11	7	4
N	20	0	2	2	3	5	6	7	7	7	7	6
	60	0	1	2	3	4	4	5	5	6	5	5
	100	0	1	1	2	2	3	4	4	4	4	3
	140	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2
TECHO	20	0	10	21	32	39	40	41	40	32	21	10
	40	0	7	16	25	30	31	32	30	25	16	7
	60	0	6	13	20	24	25	26	25	20	13	6

Escogiendo las características mencionadas tenemos a las 3 PM una diferencia de temperatura equivalente:

Δ_{Eq} = 6 º F [14.47º C]

Con lo cual y sumando las dos partes que conforman la pared norte tenemos:

Q_{pared} = 155.45 BTU/hr [45.56 W/hr]

COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR DEL PISO:

Aire interno	0,61	
Cemento (1/2")	0,1	
Concreto (2")	2,22	
Espacio de Aire	0.85	
Cemento (1/2")	0,1	
Total de Resistencia	3.78	BTU/ hr *ft2*F [1.512 W/m^2 K]
U Piso =	0,26	

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN U [Btu/hr Ft² F] PARA PUERTAS DE MADERA SÓLIDA

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN (U) PARA PUERTAS DE MADERA SOLIDA

Espesor Nominal (plg)	Espesor Real (plg)	U*+ Puerta Expuesta	U*+ Puerta con vidrio guardapuerta·
1	25/32	0,64	0,37
1 1/4	1 1/16	0,55	0,34
1 1/2	1 5/16	0,49	0,32
1 3/4	1 3/8	0,48	0,31
2	1 5/8	0,43	0,28
2 1/2	2 1/8	0,36	0,26
3	2 5/8	0,31	0,23

* Calculado usando k = 1,10 (para madera); fi 0=1,46, fo = 6,0; 1,03 para espacio de aire.

,+ Se puede usar un valor de 0,85 para U para puertas simples y expuestas con entrepaños de madera o entrepaños simples de vidrio guardapuertas

· 50 % de vidrio y entrepaños delgados de madera.

CARGA TÉRMICA DEBIDO A PERSONAS

Para el cálculo de carga debido a ocupantes del lugar existen valores tabulados, ya que esta pérdida no es constante, varía según la actividad, condiciones atmosféricas sexo y edad.

A continuación se presenta una tabla en donde se provee valores muy aproximados para realizar cálculos de carga.

GANANCIA DE CALOR DE PERSONAS

GANACIA DE CALOR DEBIDO A PERSONAS

Grados de Actividad	Aplicación Típica	Promedio Metabólico (Hombre Adulto) Btu/h	Promedio Metabólico Ajustado* Btu/h	TEMPERATURA BULBO SECO DE HABITACIÓN									
				82 F		80 F		76 F		75 F		70 F	
				Btu/h		Btu/h		Btu/h		Btu/h		Btu/h	
				Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en Descanso	Teatro y escuela primaria	390	350	175	175	195	155	210	140	230	120	260	90
Sentado, muy ligero trabajo	Escuela Secundaria	450	400	180	220	195	205	215	185	240	160	275	125
Trabajo de Oficina	Oficinas, Hoteles, Apartamentos de Universidad	475	450	180	170	200	250	215	235	245	205	285	165
De Pie, Caminado lento	Mini markets, Tiendas de Variedad	550											
Camianado, y sentado	Farmacias	550	500	180	320	200	300	220	280	255	245	290	210
De Pie, Caminado lento	Bancos	550											
Trabajo Sedentario	Restaurantes†	500	550	190	360	220	330	245	310	280	270	320	230
Trabjo de Mesa suave	Fábricas, trabajo liviano	800	750	190	560	220	530	245	505	295	455	365	385
Baile Moderado	Pista de Baile	900	850	220	630	245	605	275	575	325	525	400	450
Caminando, 3 millas por hora	Fábricas, solo trabajo pesado	1000	1000	270	730	300	700	330	670	380	620	460	540
Trabajo Pesado	Pista de Bolos±, Fábricas	1500	1450	450	1000	465	985	485	965	525	925	605	845

* Promedio Metabólico Ajustado para ser aplicado a grupos mixtos de personas con un compuesto típico de porcentaje basado en los siguientes factores:

Promedio Metabólico de Mujeres=Promedio Metabólico de Hombres x 0.85
Promedio Metabólico de Niños=Promedio Metabólico de Hombres x 0.75

†Restaurantes - El valor de esta aplicación incluye 60 Btu/h por porción de comida individual (30 Btu/h sensible y 30 Btu/h por latente

± Bowling - Asume una persona por pista jungando bolos y todos los demás sentados, promedio metabólico400 Btu/j o depie 550 Btu/h

GANANCIA DE CALOR DEBIDO A MOTORES ELÉCTRICOS

OPERACIÓN CONTINUA

Potencia de Freno†	Porcentaje de Eficiencia con Motor a toda Carga	UBICACIÓN DEL EQUIPO CON RESPECTO AL ESPACIO ACONDICIONADO O AL VAPOR DE AIRE		
		Motor Dentro Máquina Dentro	Motor Fuera - Máquina Dentro	Motor Fuera - Máquina Afuera
		HPx 2545 / % Eff	HPx2545	HPx2545(1-%eff) / %eff
		BTU/HR		
1/20	40	320	130	190
1/12	49	430	240	220
1/8	55	580	320	260
1/6	60	710	430	280
1/4	64	1000	640	360
1/3	66	1290	850	440
1/2	70	1820	1280	540
3/4	72	2680	1930	750
1	79	3220	2540	680
1 1/2	80	4770	3820	950
2	80	6380	5100	1280
3	81	9450	7650	1800
5	82	15600	128000	2800
7 1/2	85	22500	19100	3400
10	85	30000	25500	4500
15	86	44500	38200	6300
20	87	58500	51000	7500
25	88	72400	63600	8800
30	89	85800	76400	9400
40	89	115000	102000	13000
50	89	143000	127000	16000
60	89	172000	153000	19000
75	90	212000	191000	21000
100	90	284000	255000	29000
125	90	354000	318000	36000
150	91	420000	382000	38000
200	91	560000	51000	50000
250	91	700000	636000	64000

†Si el motor esta sobre dimensionado y es desconcido, multiplicar el factor de ganancia de calor del siguiente cuadro de maximo factor de servicio

Factor de Servicio Máximo

Potencia (HP)	1/20 - 1/2	1/4 - 1/3	1	1 1/2 - 2	3 - 250
AC Tipo Abierto	1.4	1.35	1.25	1.2	1.15
DC Tipo Abierto	-	-	1.25	1.15	1.15

Sobre carga no esta permitido en motores cerrados

GANANCIA DE CALOR DEBIDO A LUMINARIAS

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

† Vatiaje de Luces Fluorescentes es multiplicado por 1.25 incluye ganacia de calor por balastro

GANACIA DE CALOR PARA APLICACIONES VARIADAS

*** sin campanas**

Aplicaciones	Tipo de Control	Datos Varios	Clasificación Máxima Btu/h	Ganacia de Calor Recomendada		
				Calor Sensible BTU/HR	Calor Latente BTU/HR	Calor Total BTU/HR
ELECTRIC						
Secadora de Cabello, Ventilador, 115 voltios AC	Manual	Ventilador 165 W (Bajo 915 W, Alto 1580 W)	5370	2300	400	2700
Secadora de Cabello, 6.5 amps, 115 voltios AC	Manual	Ventilador 80 W (Bajo 300 W, Alto 710 W)	2400	1870	330	2200
Máquina para Permanente	Manual	60 Calentadores con 25 Watts cado uno, 36 en uso normal	5100	850	150	1000
Instrumento de Presurización Lavadoras y esterilizador		11"x11"x22"		12000	23460	35460
Señal Neon, por tubos lineales		1/2" afuera en el día 3/8" afuea en el día		30 60		30 60
Frazada de Calefacción		18" x 30" x 72" 18" x 24" x 72"		1200 1050	300 2400	4200 3450
Esterilizador de Vestimenta	Automático	16" x 24" 20" x 36"		9400 23300	8700 2400	18300 47300
Esterilizador, Rectangula, bulto	Automático	24" x 24" x 36" 24" x 24" x 48" 24" x 36" x 48" 24" x 36" x 60" 36" x 42" x 84" 42" x 48" x 96" 48" x 54" x 96"		34800 41700 56200 68500 161700 184000 210000	21000 27000 36000 45000 97500 140000 180000	55800 68700 92200 113500 259200 324000 39000
Esterilizador de Agua	Automático	10 galones 15 galones		4100 6100	16500 24600	20600 30700
Esterilizador de Instrumentos	Automático	6" x 8" x 17" 92 x 10" x 20" 10" x 12" x 22" 10" x 12" x 36" 12" x 16" x 24"		2700 3100 8100 10200 9200	2400 3900 5900 9400 8600	5100 9000 1400 19600 17800
Esterilizador de Utensilios	Automático	16" x 16" x 24" 20" x 30" x 24"		10600 12300	20400 25600	31000 37900
Esterilizador de Aire Caliente	Automático	Modelo 120 Amer Sterilzer Co Modelo 10 Amer Sterilzer Co		200 1200	4200 25600	6200 3300
Suministrador de Agua		5 Galones/hora		1700	2700	4400
Máquina Rayos X para pintura		Oficinas de Dentistas y Físicas		no	no	no
Máquina Rayos X para Terapia		Carga de Calor puede ser apreciables escribir mfg para datos				
QUEMADORES A GAS						
Quemadores, pequeños laboratorios		Diametro de barril de gas 7/14	1800	960	240	1200
Pequeños quemador cola de pescado	Manual	Diámetro de barril 7/17 sin gas Diámetro 7/16 sin gas	3000 3500	1680 1960	420 490	2100 2450
Quemador cola de pescado grande	Manual	Diámetro 7/14 sin gas Diámetro 1/2	5500 6000	3080 3350	770 850	3850 4200
Cigarrillo	Manual	Tipo llama contínua	2500	900	100	1000
Sistema Secador de Cabello		Consiste en quemadores y				
5 cascos	Automático	ventiladores que soplan aire	3300	1500	4000	19000
10 Cascos	Automático	caliente a través de un sistema		2100	6000	27000

** Si se diseñó apropiadamente con campana de desacarga positiva, multiplicar por el valor recomendado de 50*

RESULTADOS DE CALOR LATENTE Y CALOR SENSIBLE NEONATOS SANOS

	Q Sensible (BTU/Hr)	Q Latente (BTU/Hr)
Vidrio	11083.56	0
Pared (norte)	155.45	0
Particiones	3735.44	0
Puertas	241.80	0
Tumbado	1015.88	0
Piso	994.38	0
3 Personas	735	615
Luces	2559.75	0
Aparatos eléctrico (esterilizador)	2700	2400
TOTAL	**23221.26**	**3015**

Para poder determinar la carga real necesaria se debe tener en cuenta la ventilación necesaria para el área ya que el acondicionador debe incluir esta carga.

ESTÁNDARES DE VENTILACIÓN

APLICACIÓN		FUMADORES	CFM POR PERSONA		CFM POR PIE CUADRADO DE ÁREA *minimo
			Recomendado	Minimo *	
Apartamento	Promedio	Some	20	15	-
	De lujo	Some	30	25	0.33
Espacios en Banco		Ocasional	10	7 1/2	-
Barberías		Considerable	15	10	-
Salones de Belleza		Ocasional	10	7 1/2	-
Cuarto de caminadores		Muy Alto	50	30	-
Bares		Alto	30	25	-
Corredores		---	-	-	0.25
Tiendas por Departamentos		No	7 1/2	5	0.05
Direcciones		Extremo	50	30	-
Farmacias†		Considerable	10	7 1/2	-
Fábricas‡§		no	10	7 1/2	0.10
Tiendas pequeñas		no	7 1/2	5	-
Salones de Velación		no	10	7 /12	-
Garajes‡		---	-	-	1.0
Hospitales	Cuartos de Operación‡***	No	-	25	2.0
	Cuartos Privados	No	30	15	0.33
	Pabellones	No	30	25	-
Habitaciones de Hotel		Alto	30	25	0.33
Cocinas	Restaurantes†	-	-	-	4.0
	Casas	-	-	-	2.0
Laboratorios†		Algunos	20	15	-
Sala de Reuniones		Muy Alto	50	30	1.25
Oficinas	Generales	Poco	15	10	-
	Privadas	No	25	15	0.25
	Privadas	Considerable	30	25	0.25
Restaurantes	Cafeterías†	Considerable	12	10	-
	Sala de Cena†	Considerable	15	12	-
Aulas de Escuela±		No	-	-	-
Tiendas al por menor		No	10	7 1/2	-
Teatros‡		No	7/12	5	-
Teatros		Poco	15	10	-
Baños‡ (extracción)		-	-	-	2.0

* Cuando el mínmo es uado, use el máxima entre CFM por persona o por pie cuadrado de área

‡ Ver codigos locales

† Puede gorbernar la extracción

§ Use este valor a menos que existan elementos contaminantes o códigos locales

** Todo las tomas de aire son recomendadas prevenir explociones de anestecia

Ejemplo: 30 CFM [0.012 m3/seg] por persona (son tres personas adultas), y 0.33 CFM [1.56 x10^{-4} m3/seg] por cada pie cuadrado de área de piso, con lo cual tenemos una ventilación de: 160 CFM [0.076 m3/seg].

l/s por unidad según la norma UNE 100-011-91

Tipo de local	Por persona	Por m²	Por local	Otros
Almacenes	-	0,75 a 3	-	-
Aparcamientos	-	5	-	-
Archivos	-	0,25	-	-
Aseos públicos	-	-	-	25
Aseos individuales	-	-	15	-
Auditorios	8	-	-	-
Aulas	8	-	-	-
Autopista	-	2,5	-	-
Bares	12	12	-	-
Cafeterías	15	15	-	-
Canchas para el deporte	-	2,5	-	-
Comedores	10	6	-	-
Cocinas	8	2	-	-

Tipo de local	Por persona	Por m²	Por local	Otros
Descanso (Salas de)	20	15	-	-
Dormitorios colectivos	8	1,5	-	-
Escenarios	8	6	-	-
Espera y recepción (Salas)	8	4	-	-
Estudios holográficos	-	2,5	-	-
Exposiciones (Salas de)	8	4	-	-
Fiestas (Salas de)	15	15	-	-
Fisioterapia (Salas de)	10	1,5	-	-
Gimnasios	12	4	-	-
Gradas de recintos deportivos	8	12	-	-
Grandes almacenes	8	2	-	-
Habitaciones de hotel	-	-	15	-
Habitaciones de hospital	15	-	-	-

Tipo de local	Por persona	Por m²	Por local	Otros
Pasillos	-	-	-	-
Piscinas	-	2,5	-	-
Quirófanos y anexos	15	3	-	-
Reuniones (Salas de)	10	5	-	-
Salas de curas	12	2	-	-
Salas de recuperación	10	1,5	-	-
Supermercados	8	1,5	-	-
Talleres en general	30	3	-	-
en centros docentes	10	3	-	-
de reparación automática	-	7,5	-	-
Templos para culto	8	-	-	-
Tiendas en general	10	0,75	-	-
de animales	-	5	-	-
especiales	-	2	-	-
UVI	10	1,5	-	-
Vestuarios	-	2,5	-	10

Tipo de local	Por persona	Por m²	Por local	Otros
Imprentas, reproducción y planos	-	2,5	-	-
Juegos (Salas de)	12	10	-	-
Laboratorios	10	3	-	-
Lavanderías industriales	15	5	-	-
Vestíbulos	10	15	-	-
Oficinas	10	1	-	-
Paseos de centros comerciales	-	1	-	-

,

Una vez obtenido el aire de ventilación utilizaremos el método de desviación en el cual primero se debe considerar que el aire de ventilación no pasa por los serpentines del equipo sino que forma parte de la carga del espacio acondicionado.

Las ecuaciones a utilizar en este caso son:

Para carga sensible:

$$Q_S = WC_p\left(T_i - T_S\right)$$

Donde:

Q_S = Carga de enfriamiento del espacio (interna) (BTU/Hr)
W= aire suministrado al espacio, en Lb/Hr
C_p = Calor específica del aire húmedo (aprox. 0.244 (BTU/Lb F))

T_S = Temperatura de aire de suministro que está entrando al área,

T_i = Temperatura interna del área (F Bulbo seco).

Para carga latente:

$$Q_L = W\left(W_{S2} - W_{S1}\right)\frac{3}{20}$$

De donde el factor 3/20 se refiere al peso de aire libras (7000 granos es una libra) divido para el calor latente de vaporización de agua 1060.

W_{s2}, W_{s1} = Granos por libra humedad específica del aire interno y del aire de suministro.

La siguiente ecuación de la relación de calor sensible:

$$SHR = \frac{Q_S}{Q_T}$$

Donde:
Q_S = Calor Sensible total
Q_T = Calor Sensible total más Calor latente total.

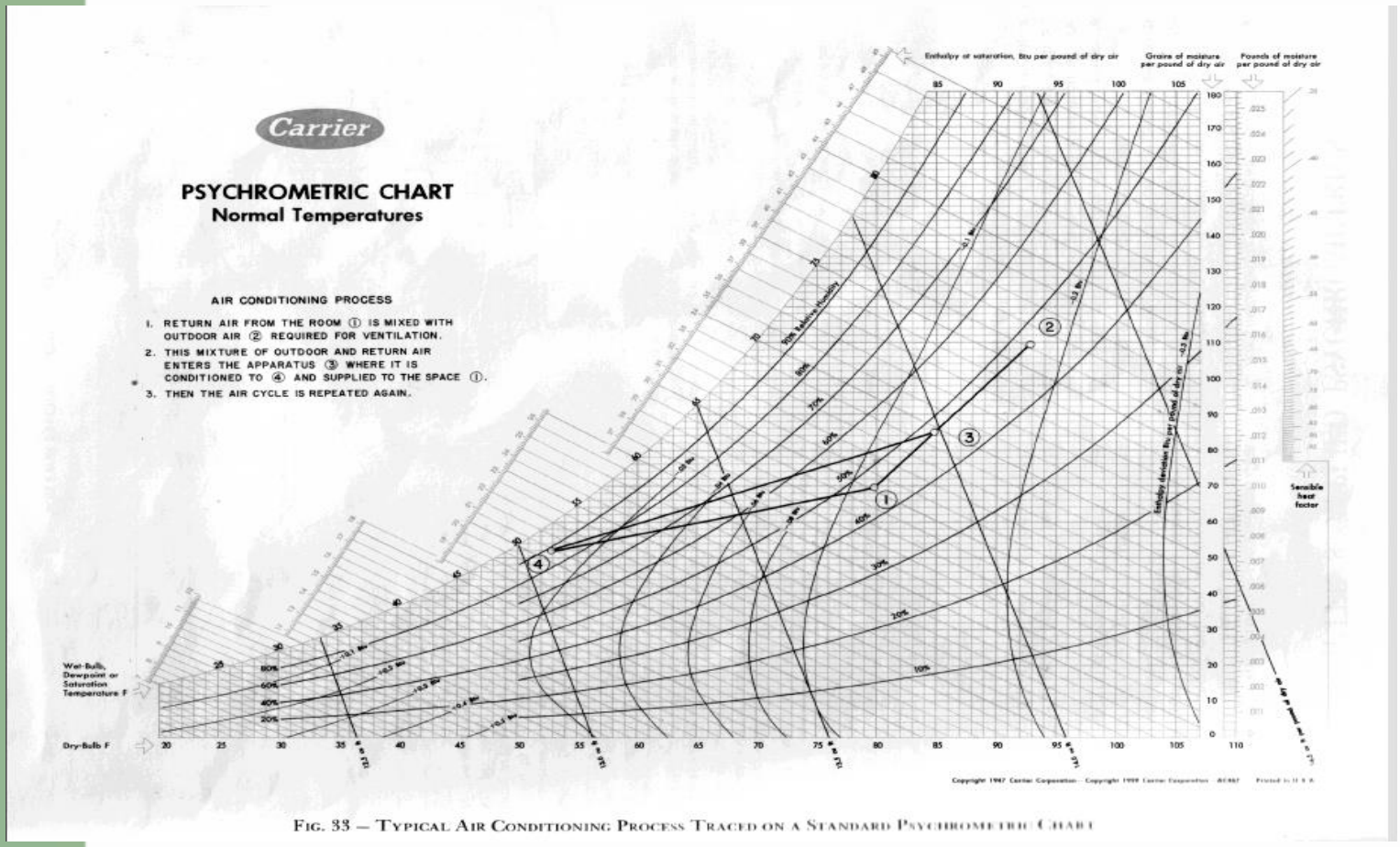
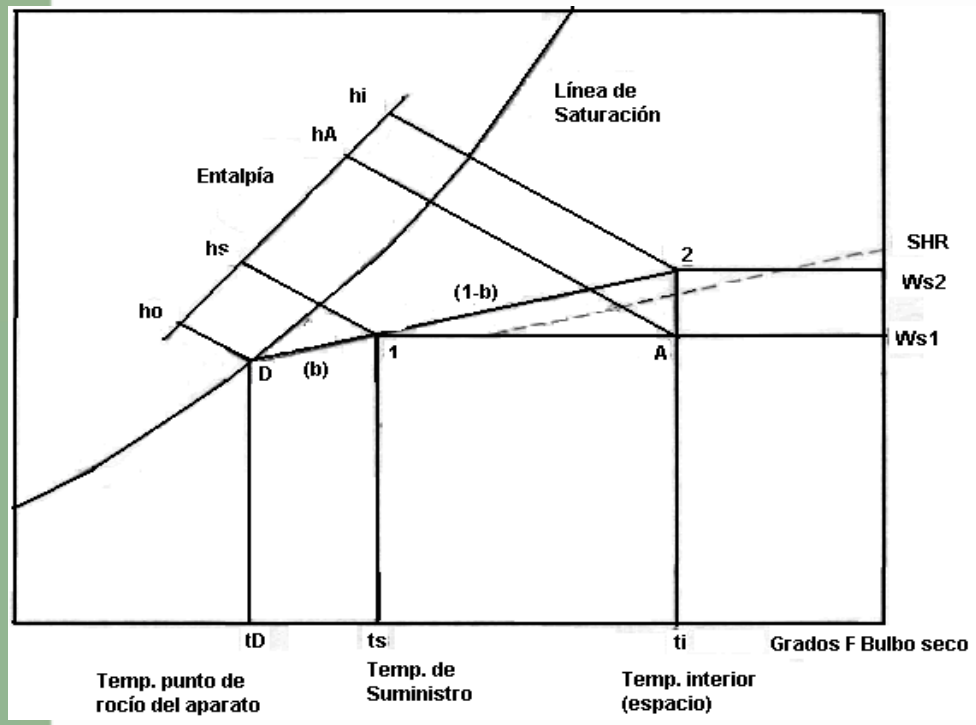


FIG. 33 — TYPICAL AIR CONDITIONING PROCESS TRACED ON A STANDARD PSYCHROMETRIC CHART

ESQUEMA DE LA CARTA PSICROMÉTRICA MOSTRANDO EL USO DEL PUNTO DE ROCÍO DE EQUIPOS Y EL FACTOR DE DESVIACIÓ



4. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Las principales categorías de los sistemas comúnmente usados y subsistemas son:

- Sistema “todo aire”
- Sistemas “Aire- agua”
- Sistemas “Todo agua”
- Sistemas de Expansión Directa

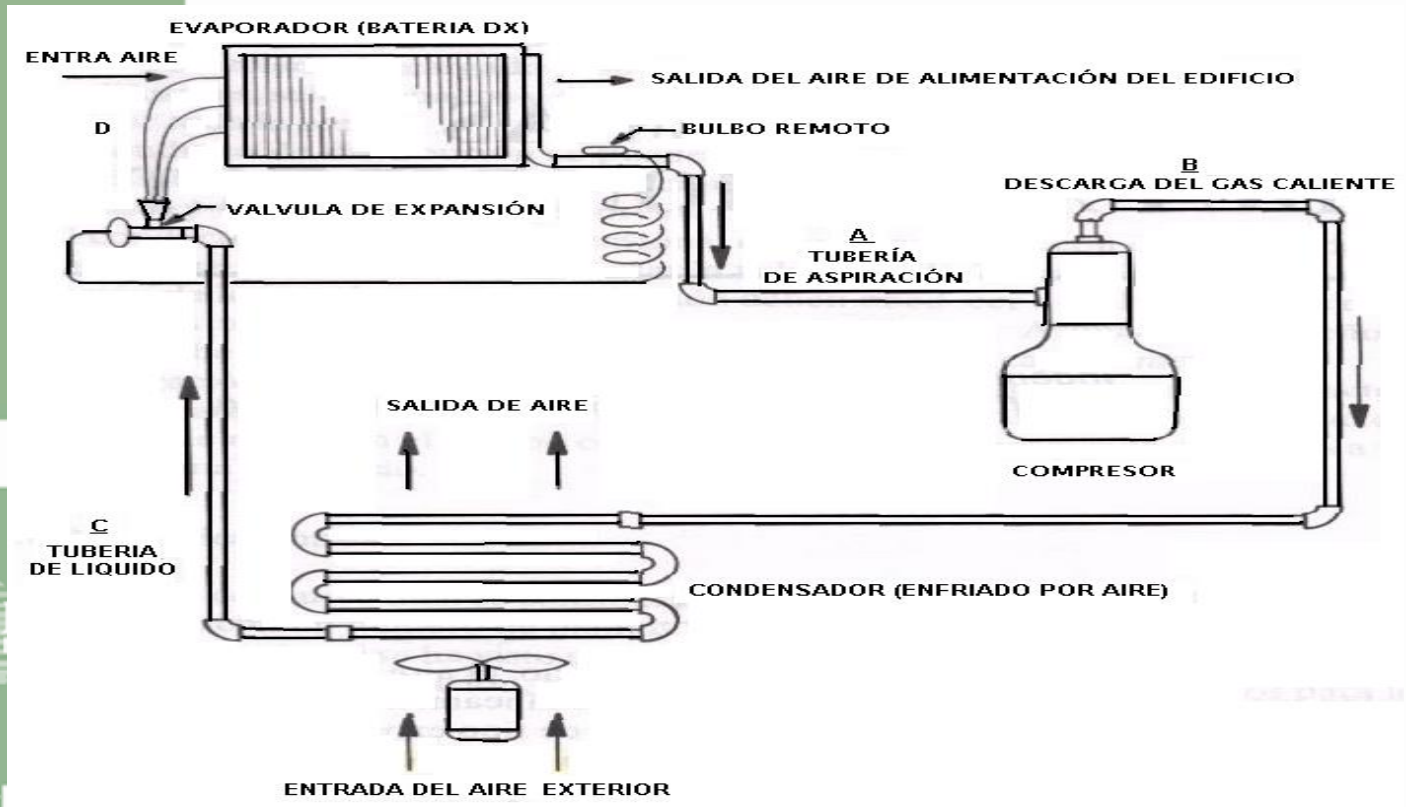
Los sistemas “todo aire” son en los cuales el aire es tratado en una planta central de refrigeración. El aire frío es suministrado al espacio por medio de ductos y distribuido por difusores terminales. Este sistema responde únicamente un grupo de condiciones así que su uso se limita a situaciones donde las variaciones ocurren uniformemente a lo largo de la zona de estudio y la carga es estable.

Es necesario grandes espacios para paso de ductos

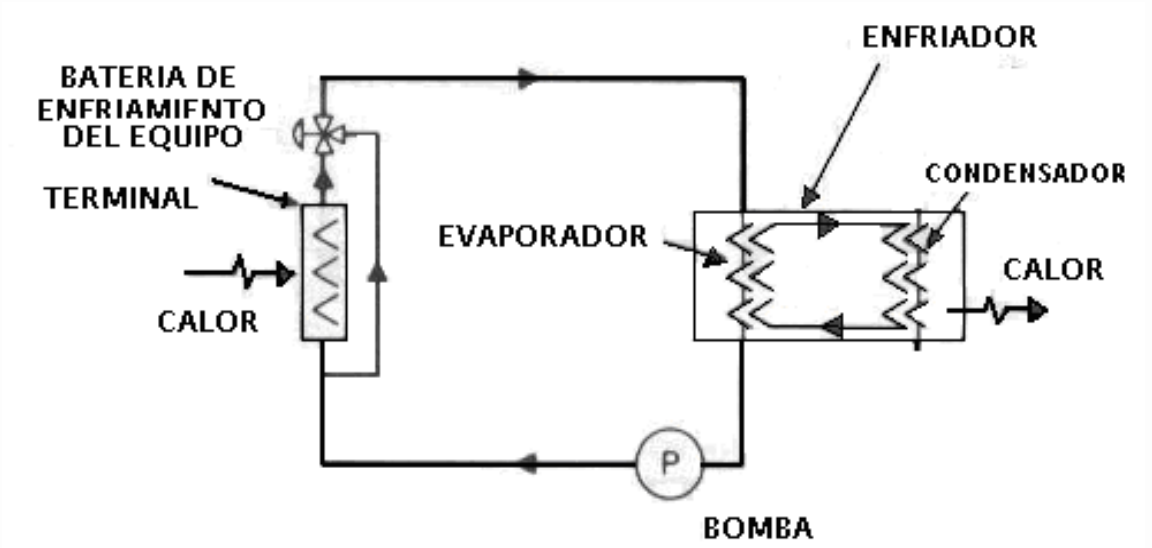
Los sistemas “todo - agua”, el sistema y la planta central se encuentran separados del espacio acondicionado. Estos sistemas son usados principalmente donde existe un gran espacio para equipos y además un sistema de torres de enfriamiento y suministro de agua totalmente limpia, con la imposición de que estos sistemas contienen mayor número de componentes lo que produce que el proyecto encarezca

El acondicionamiento de aire por expansión directa utiliza la temperatura, la presión y el calor latente de vaporización del fluido refrigerante que evoluciona en el ciclo para enfriar el aire.

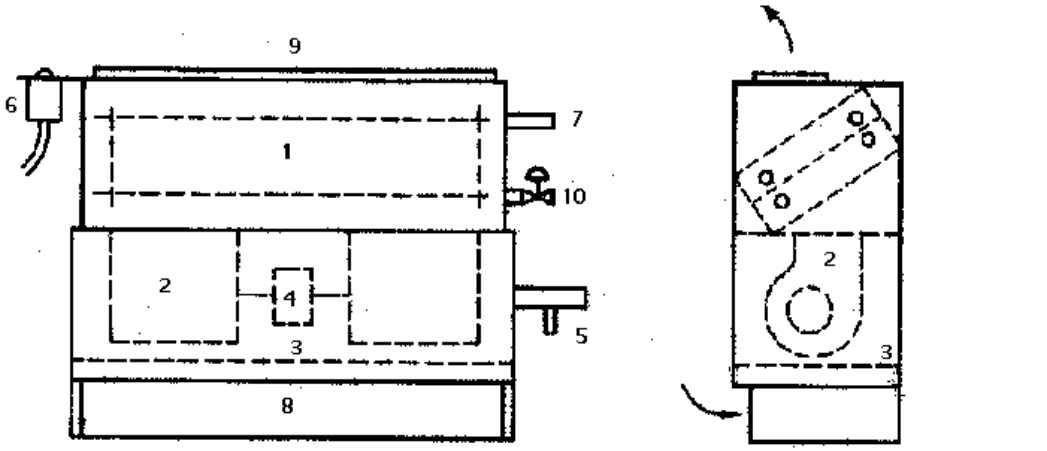
Los componentes básicos del sistema de Expansión Directason: Válvula de Expansión, Evaporador, Compresor, Condensador, y Tuberías de conexión. El compresor y la válvula de expansión son los puntos del sistema en los que la presión del refrigerante cambia. El compresor mantiene una diferencia de presión entre los lados de aspiración y de descarga del sistema, y la válvula de expansión separa los lados de alta y baja presión del sistema.



SISTEMA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DE EXPANSIÓN DIRECTA.



EQUIPOS ACONDICIONADORES DE AIRE CON SISTEMA DE AGUA HELADA



1. SERPENTÍN
2. VENTILADOR
3. FILTRO
4. MOTOR VENTILADOR
5 BANDEJA DE CONDENSADO
6. CONTROLADOR DE VELOCIDAD DE VENTILADOR
7. CONEXIONES
8. BOQUETE DE RETORNO DE AIRE
9. BOQUETE DE DESCARGA DE AIRE
10. VÁLVULAS DE CONTROL DE AGUA

ESQUEMA DE UN FAN COIL DE AGUA HELADA

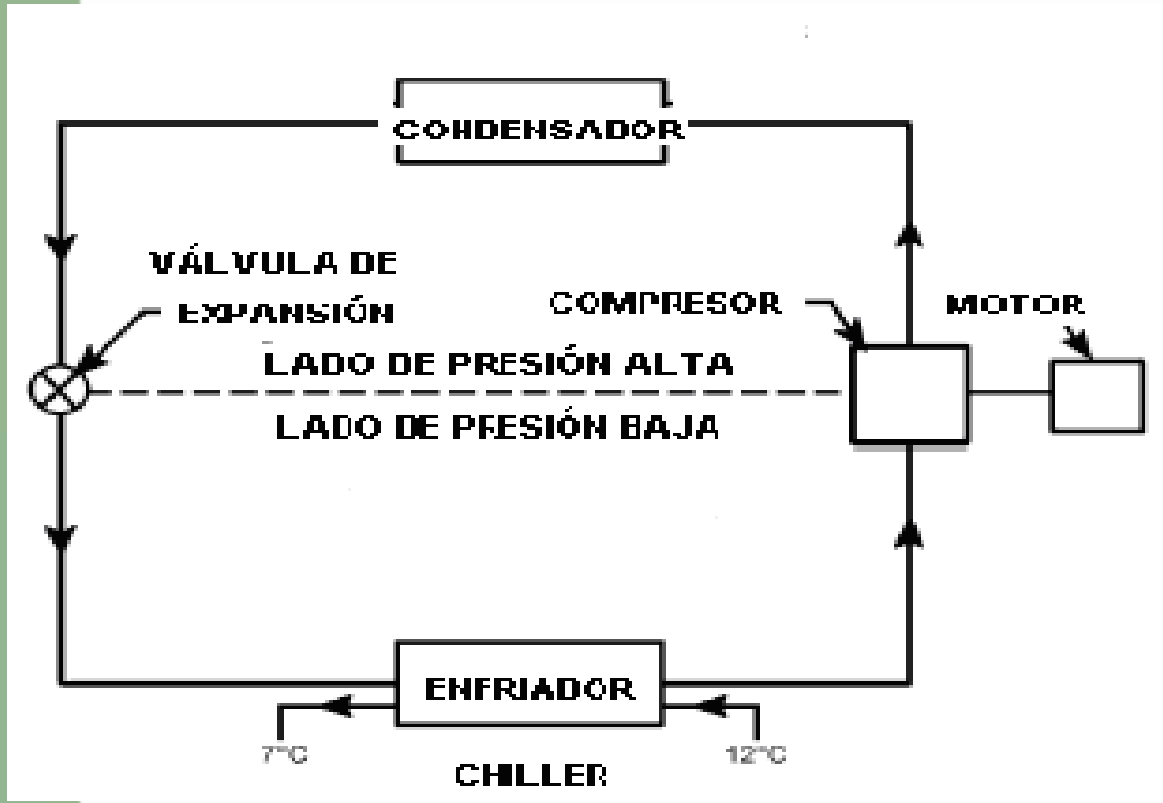


DIAGRAMA BÁSICO DE UN ENFRIADOR DE AGUA O CHILLER

5. FILTRACION DEL AIRE

El aire contiene varias cantidades de agentes, los cuales pueden ser productos de erosión del viento, evaporación de rocío de mar, erupción volcánica etc.
También hay agentes contaminantes productos de combustión, minería, agricultura.

Los contaminantes pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Partículas o Gas
- Orgánico – Inorgánico
- Visibles – no visibles
- Sub-microscópico, microscópico y macroscópico.
- Tóxico – No dañino
- Estables – inestables.

Según su formación y el estado del contaminante pueden dividirse en:

•Polvo,

• humo (incluye el proveniente de cigarrillo) provienen de materia sólida.

•Llovizna y nieblas.

•Gases.

FUENTES DE INFECCIÓN

Infección bacterial; Bacterias que pueden potencialmente ser transportadas en el aire y el agua, están la de tuberculosis y la “Lengioella pneumophilia”; se ha demostrado que estas bacterias pueden ser removidas en un 99.9% con filtros de 90 a 95% de eficiencia (ASHRAE estándar 52.1) ya que éstas normalmente forman colonias de tamaños mayores a 1 μm.

Infección Viral; como varicela, rubéola, no existe método que elimine el 100% de estos virus, sin embargo la utilización de filtros HEPA y/o ULPA (ultra penetración de aire lento) ofrece grandes eficiencias.

Moho; como “aspergillis” pueden ser fatales para la leucemia, transplante de médula, y paciente inmunodeprimidos

Los tipos de filtros más comunes caen dentro de las siguientes categorías:

•***Filtros de Fibra***, en los cuales el polvo se acumula incrementando la resistencia a que el aire fluya a través de ellos. Durante este período la eficiencia también incrementa, sin embargo a altas cargas de polvo éste puede adherirse pobremente en el filtro y la eficiencia cae. Estos filtros en estas condiciones deben ser cambiados o deben reacondicionarse. Esta categoría incluye además de filtros de intrusión viscosa y los de tipo seco.

•***Filtros Renovables***, son colocados en la corriente de aire para mantener constante la resistencia, éstos filtros tiene una eficiencia aproximadamente constante.

•***Filtros electrónicos***, mantienen una caída de presión y eficiencia constante a menos que la precipitación de los elementos sea muy grande. Estos filtros no son muy utilizados ya que en momento que no haya suministro eléctrico dejan de atrapar impurezas y permiten el paso de las mismas hacia el área tratada.

SELECCIÓN DE FILTROS

Para la selección correcta de los filtros se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Grado de limpieza requerido
- Tamaño de partícula que requiere filtración
- Concentración de impurezas
- Resistencia al flujo de aire a través del filtro, o flujo de aire que admite el filtro.

- El espacio que se necesita para su instalación,
- El costo inicial.
- El costo del mantenimiento
- Qué clase de área es la que se va a climatizar, para esto hay tablas estandarizadas que explican los filtros a utilizar y su instalación más eficiente.

PRUEBAS PARA FILTROS

Norma ASHARE 52.1 . Existen cuatro pruebas:

•**Detención**, consiste en pruebas con polvos sintéticos estándares en varios tamaños de partículas que pasan a través de los filtros. No distingue filtros de alta eficiencia. Para sistemas de recirculación.

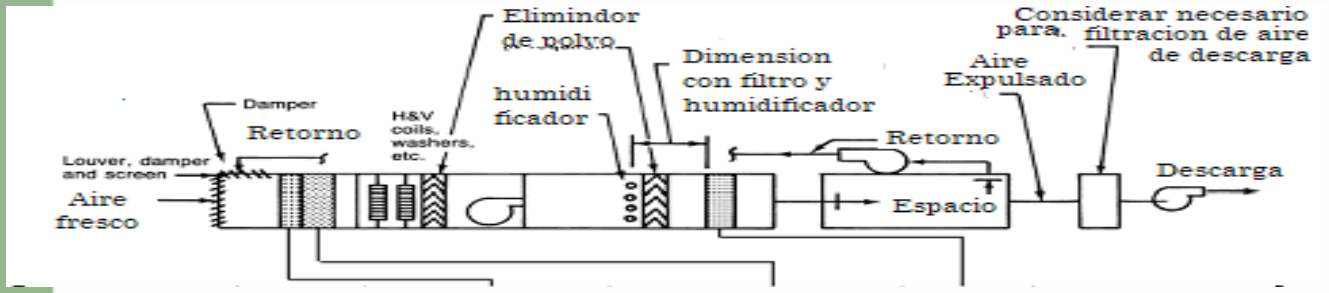
•**Eficiencia Polvo-Mancha**, Se pasa polvo atmosférico al aire acondicionado a través del filtro y se mide la decoloración comparando con el aire que ingresa nuevamente. Esta prueba es muy útil para los filtros de alta eficiencia.

•**Penetración,** Partículas uniformes son ingresados por el filtro y el porcentaje removido por el mismo es determinado, por un fotómetro, contador de partículas o por un contador de núcleos de condensación. Esta es prueba para los filtros HEPA (High Efficiency particulate air).

•**Eficiencia por tamaño de partícula,** Eficiencia obtenida por remover partículas contra un tamaño de partícula específico dentro de la corriente de aire.

GUÍA DE CRUCE DE REFERENCIA Y APLICACIÓN (ASHRAE 52.1 y ASHRAE 52.2)

Estandar 52.2 Valor Reportado de Eficiencia Mínima (MERV)	Resultados Aprox. Std. 52.2		Guía de Aplicaciones		
	Eficiencia Polvo Mancha	Arrastre	Tipicos Contaminantes Controlados	Aplicaciones y Limitaciones Típicas	Tipo de Filtro/Limpiador de aire
20	n/a	n/a	Particluas de virus de tamaños ?0.30□m. Polvo de Carbon Sal Todo humo de cigarrillo Radon	Habitacines Limpias Materiales Radioactivos Fábricas Farmaceúticas Materiales Cancerígenos Cirugía Ortopédica	Filtros HEPA/ULPA ?99.999% de eficiencia en 0.1 - 0.2 ξm IEST tipo F ?99.999% eficiencia en partículas 0.3 mm. IEST tipo D ?99.99% de eficiencia en partículas 0.3 mm IEST tipo C ? 99.97% de eficiencia en partículas 0.3 mm IEST tipo A
19	n/a	n/a			
18	n/a	n/a			
17	n/a	n/a			
16	n/a	n/a	Tamaño de partícluas entre 0.3-1 □m Toda bacteria Gotas nucleares Cigarrillo Polvo de Insecticida Polvo de toner de Copiadora Mayoria de Pinturas Mayoria de Polvo para rostro	Hospitales pacientes de cuidados Cirugía General Comerciales clase alta Salas de Fumadores	Filtro de Bolsillo. Flexible, de fibra de vidrio microfina o medio sintético 300 a 900 mm de profundidad de 6 a 12 bolsillos Filtros de Caja. Estilo cartucho rígido filtra 150 a 300m de profundidad se puede usar aireado o de papel
15	>95%	n/a			
14	90-95%	>98%			
13	80-90%	>98%			
12	70-75%	>95%	Tamaño de partícluas entre 1.0-3.0 mm Legionella Polvo de Carbón Polvos Humedos Virutas Emisiones Humos de Soldaduras Polvos principales	Residencias clase alta Edificios Comerciales clase media Laboratorios de Hospital	Filtro de Bolsillo. Flexible, de fibra de vidrio microfina o medio sintético 300 a 900 mm de profundidad de 6 a 12 bolsillos Filtros de Caja. Estilo cartucho rígido filtra 150 a 300m de profundidad se puede usar aireado o de papel
11	60-65%	>95%			
10	50-55%	>95%			
9	40-45%	>90%			
8	30-35%	>90%	Tamaños de Partícluas 3.0 - 10.0 □m Esporas Spray para Cabello Moho Protector de fábrica Polvo de Cemento Polvo de leche	Edificios Comerciales Residencias clase media Áreas de trabajo industrial Pintura con tomas de aire	Placa de Filtros, disponible, superficie extendida, de 25 a 125 mm de espesor conalgodon.poliéster en el medio, marco de cartón Filtros tipo caja, densidad viscosa cubierta de cubo o filtros de bolsillo de media sintético Desechables, disponible en
7	25-30%	>90%			
6	<20%	85-90%			
5	<20%	80-85%			
4	<20%	75-80%	Partículas de Tamaño >10 ξm Polen Musgo Polvo de arena Pintura en Spray Fibra de Textiles	Minima filtración residencial	Desechables, Disponibles en ficbra de vidrio o paneles sintéticos. Lavables. Filtro de aluminio, latex, de cerda, o paneles plásticos Electróstáticos. Autocambiales;
3	<20%	70-75%			
2	<20%	65-70%			
1	<20%	<65%			



Aplicación	Sistema Designado [b]	Pre filtro		Filtro		Filtro Final	Notas de Aplicaciones
Depósito, tiendas y áreas de procesos, cuartos de equipos mecánicos, cuartos de controles eléctricos, protección de serpentines	A1	Ninguno	Ninguno	50 a 85% detención	Tipo panel, o automatico	Ninguno	Reduce partículas grandes, proteje el serpentin de polvos
	A2	Ninguno	Ninguno	25 a 30% polvo mancha	Placa de panes o superficien extendida	Ninguno	
Áreas de procesos Especiales, Tiendas equipos eléctricos, oficinas y laboratorios promedios	B1	Ninguno	Ninguno	75 a 90 % detecnión 35 a 60% detecnión	Superficien Extendida, Cartucho tipo bosiloo, o electronico (manual o reemplazable)	Ninguno	Limpieza promedio de casas Reduce pelusa en el aire Reduce polen >85% a 35%. Remueve todo e polen en 60% en particulas causantes de machas
Laboratorios de análisis, electrónicos, xuartos de conferencias. Promedio de oficinas generales	C1	75 a 85% Detención, 25 a 40% polvo mancha	Superficie Extendida Cubierta o tipo bolsillo	>98% detecnión, 80 a 85% olvo mancha	Superficien Extendida, Cartucho tipo bosiloo, o electronico (semiatomatico)	Ninguno	Por encima de limpieza de casas. Nopermite pariculas de polvo. Cartuchos y tipo bolsilo muy efectivo en particulas causante de manchas, parcialmente efectiva en humo de tabaco, Tipo electrónico ligeramente efecitivo en humos
	C2	Ninguno	Ninguno	>98% detecnión, 80 a 85% olvo mancha		Ninguno	
Hospitales, Farmaceuticas, y fábricas farmacéuticas (no unicamente áreas asecépticas), algunos cuartos limpios	D1	75 a 85% detención 24 a40% polvo mancha	Superficie Extendida Cubierta o tipo bolsillo	>98% detecnión, 80 a 85% olvo mancha	Tipo bolsillo, electronicos (limpiadore	95% DOP	Excelente en lipiea. Muy efectivo en particulas causantes de manchas, humos, cigarrilos. Altamente efecitvos en bacterias
	D2	Ninguno	Ninguno	>98% detecnión, 80 a 95% olvo mancha	Electronico (aglomerador con bolsillo o seccion de	Ninguno	
Áreas asépticas en hospitales y fábricas farmaceúticas, cuartos limpios y áreas radiaoctivas, etc [c]	E1	75% a 85% detención, 25 a 40% polvo mancha	Superficie Extendida Cubierta o tipo bolsillo	>98% detecnión, 80 a 95% olvo mancha	Tipo Bolsillo, Electronico (semiconductor)	?99.97% DOP	Proteje contra bactyerias, polvos radiactivos, tóxicos, polvos, humos en general.

Número Mínimo de Filtros	Áreas Designadas	Eficiencias de Filtros, %		
		no. 1[a]	no. 2[a]	no. 3[b]
3	Cuartos de Operaciones Ortopédicas Salas de Transplante de médula Salas de Transplante de órganos	25	90	99.97 [c]
2	Salas de Operaciones generales Salas de partos Neonatos Cuidados Intensivos Salas de Cuidados de Pacientes Salas de Tratamientos Áreas de Diagnosticos y áreas relacionadas	25	90	
1	laboratorios Almacenaje Estéril	80		
1	Áreas de Preparación de Comidas Lavanderias área administrativas Alamcenamiento general Area de mantenimiento	25		

a Basado en Estándar 52.1 ASHRAE

b basado en DOP tes

c HEPA filtos en tomas de aire

EFICIENCIAS DE FILTROS PARA SISTEMAS CENTRALES DE VENTILACIÓN O AIRE ACONDICIONADO EN HOSPITALES



FILTRO DE 90% DE EFICIENCIA

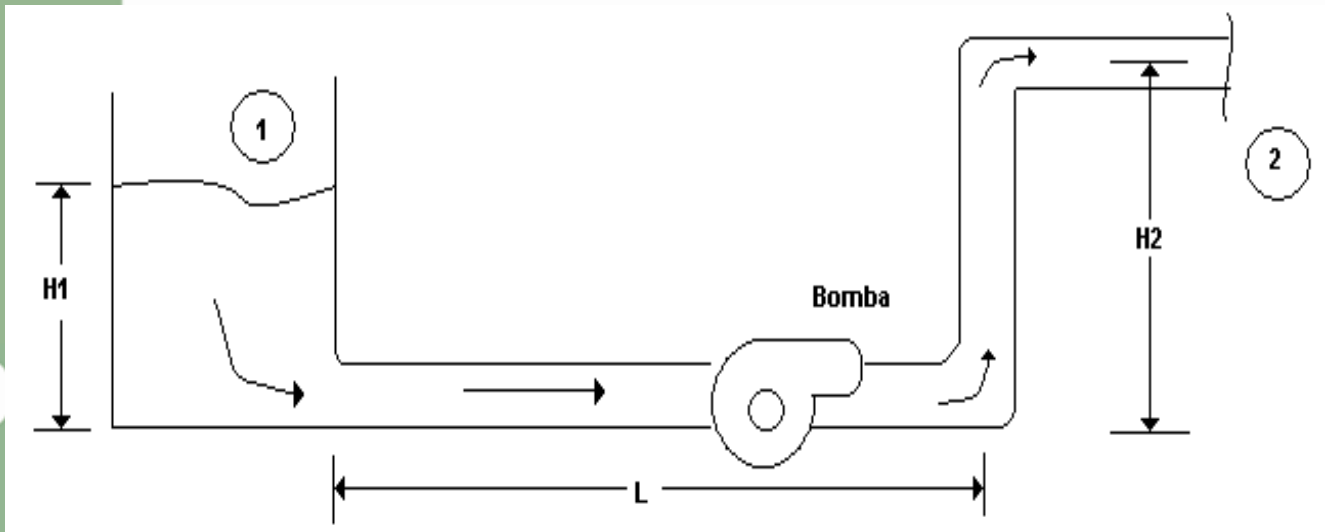
6. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS

Para realizar los cálculos de dimensionamiento de la tubería de conexión en el sistema se basa en los conocimientos obtenidos en mecánica de fluidos: Se aplica la ecuación de Bernoulli:

$$\left(\frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{V^2}{2g} + z \right)_1 + H_M = \left(\frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{V^2}{2g} + z \right)_2 + H_L$$

Donde:

P = Presión absoluta [Pa]
P = Densidad de Fluido [Kg/m3]
V = Velocidad del fluido promedio [m/seg]
g = Aceleración de la Gravedad [m2/seg]
z = Altura (H1 y H2 en figura 3.5)
H_L, H_M = Pérdidas de Energía por fricción y accesorios [m]
α = factor de energía cinética (generalmente igual a 1)



ESQUEMA PARA APLICACIÓN DE BERNOULLI

CALCULO DE LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA

Según la ecuación de Darcy – Weisbach para el calculo de las pérdidas por fricción en la tubería:

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

Donde:

ΔP = Caída de Presión [Pa]

f = Factor de Fricción Adimensional
L = Longitud de Tubería [m]
D = Diámetro de tubería [m]

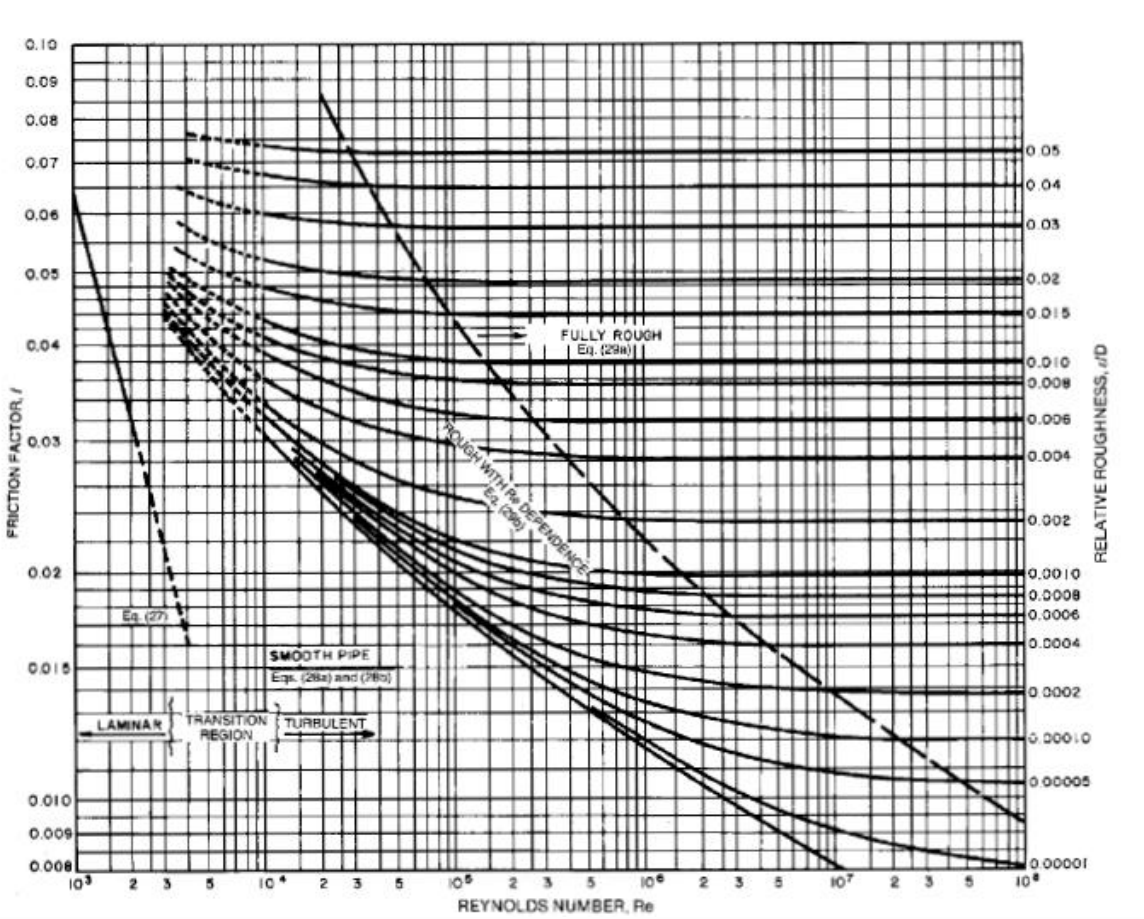
Esta ecuación se presenta en función del cabezal, o sea de la diferencia de alturas referente a la succión y descarga del fluido:

$$\Delta h = \frac{\Delta P}{\rho g} = f\left(\frac{L}{D}\right)\left(\frac{V^2}{2g}\right)$$

Donde:

Δh = Pérdida de Presión [m]

El factor de fricción (*f*) se lo obtiene del diagrama de Moody y es función del número de Revnolds:



$$\mathrm{Re} = DV\rho / \mu$$

Donde:

Re = Número de Reynolds [adimensional]
μ = viscosidad Dinámica del Fluido [Pa·s]

Tipo de Servico	Velocidad, m/seg	Referencia
Servico General	1.2 a 3.0	a, d, c
Distribución en la Ciudad	0.9 a 2.1	a, b
	0.6 a 1.5	c
Alimentación de calderos	1.8 a 4..6	a, c
Succión de Bombas en lineas de drenajes	1.2 a 2.1	a, b

a Cranes co. (1976) *b Carrier (1960)* *c Grinnell Company (1951)*

VELOCIDADES DEL AGUA BASADA EN ELTIPO DE APLICACIÓN

PÉRDIDA DE FRICCIÓN PARA EL AGUA EN TUBERÍAS DE ACERO CÉDULA 40

US Galones por Minuto	⅛ plg (0.269" I.D.)			¼ plg (0.364" I.D.)			⅜ plg (0.493" I.D.)			½ plg (0.622" I.D.)			US Galones por Minuto
	V (Ft./Sec.)	$\frac{V^2}{2g}$	h_f (Ft./100 ft.)	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	
0.2	1.13	0.020	2.72										0.2
0.4	2.26	0.079	16.2	1.23	0.024	3.7							0.4
0.6	3.39	0.178	33.8	1.85	0.053	7.6	1.01	0.016	1.74				0.6
0.8	4.52	0.317	57.4	2.47	0.095	12.7	1.34	0.028	2.89				0.8
1.0	5.65	0.495	87.0	3.08	0.148	19.1	1.68	0.044	4.30	1.06	0.017	1.86	1.0
1.5	8.48	1.12	188	4.62	0.332	40.1	2.52	0.099	8.93	1.58	0.039	2.85	1.5
2.0	11.3	1.98	324	6.17	0.591	69.0	3.36	0.176	15.0	2.11	0.069	4.78	2.0
2.5				7.71	0.923	105	4.20	0.274	22.6	2.64	0.108	7.16	2.5
3.0				9.25	1.33	148	5.04	0.395	31.8	3.17	0.156	10.0	3.0
3.5				10.79	1.81	200	5.88	0.538	42.6	3.70	0.212	13.3	3.5
4.0				12.33	2.36	259	6.72	0.702	54.9	4.22	0.277	17.1	4.0
4.5				13.87	2.99	326	7.56	0.889	68.4	4.75	0.351	21.3	4.5
5				15.42	3.69	398	8.40	1.10	83.5	5.28	0.433	25.8	5
6							10.1	1.58	118	6.34	0.624	36.5	6
7							11.8	2.15	158	7.39	0.849	48.7	7
8							13.4	2.81	205	8.45	1.11	62.7	8
9							15.1	3.56	258	9.50	1.40	78.3	9
10							16.8	4.39	316	10.6	1.73	95.9	10
12										12.7	2.49	136	12
14										14.8	3.40	183	14

US Galones por Minuto	¾ plg (0.824" I.D.)			1 plg (1.049" I.D.)			1¼ plg (1.3880 I.D.)			1½ plg (1.610" I.D.)			US Galones por Minuto
	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	
4	2.41	0.090	4.21	1.48	0.034	1.29							4
5	3.01	0.141	6.32	1.86	0.053	1.93							5
6	3.61	0.203	8.87	2.23	0.077	2.68	1.29	0.026	0.70				6
7	4.21	0.276	11.8	2.60	0.105	3.56	1.50	0.035	0.93				7
8	4.81	0.360	15.0	2.97	0.137	4.54	1.72	0.046	1.18	1.26	0.025	0.56	8
9	5.42	0.456	18.8	3.34	0.173	5.65	1.93	0.058	1.46	1.42	0.031	0.69	9
10	6.02	0.563	23.0	3.71	0.214	6.86	2.15	0.071	1.77	1.58	0.039	0.83	10
12	7.22	0.810	32.6	4.45	0.308	9.62	2.57	0.103	2.48	1.89	0.056	1.16	12
14	8.42	1.10	43.5	5.20	0.420	12.8	3.00	0.140	3.28	2.21	0.076	1.53	14
16	9.63	1.44	56.3	5.94	0.548	16.5	3.43	0.183	4.20	2.52	0.099	1.96	16
18	10.8	1.82	70.3	6.68	0.694	20.6	3.86	0.232	5.22	2.84	0.125	2.42	18
20	12.0	2.25	86.1	7.42	0.857	25.1	4.29	0.286	6.34	3.15	0.154	2.94	20
25	15.1	3.54	134	9.29	1.34	37.4	5.37	0.448	9.66	3.94	0.241	4.50	25
30	18.1	5.06	187	11.1	1.93	54.6	6.44	0.644	13.6	4.73	0.347	6.26	30
35				13.0	2.62	73.3	7.52	0.879	18.5	5.52	0.473	8.38	35
40				14.8	3.43	95.0	8.58	1.14	23.5	6.30	0.618	10.8	40
45				16.7	4.33	119	9.66	1.45	29.5	7.10	0.783	13.5	45
50				18.6	5.35	146	10.7	1.79	36.0	7.88	0.965	16.4	50
60				22.3	7.71	209	12.9	2.57	51.0	9.46	1.39	23.2	60
70				26.0	10.5	283	15.0	3.50	68.8	11.0	1.89	31.3	70
80							17.2	4.58	89.2	12.6	2.47	40.5	80
90							19.3	5.79	112	14.2	3.13	51.0	90
100							21.5	7.15	138	15.8	3.86	62.2	100
120							25.7	10.3	197	18.9	5.56	88.3	120
140										22.1	7.56	119	140

DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO

El diseño de ductos de aire acondicionado es un procedimiento sencillo primeramente se debe escoger el método adecuado para esto de acuerdo a las velocidades establecidas en los catálogos y manuales que hacen referencia a esta sección del diseño.

VELOCIDADES RECOMENDADAS Y VELOCIDES MAXIMAS EN SITEMAS DE DUCTOS PARA BAJA VELOCIDAD

	Velocidades Recomendadas FPM (m/s)		
Designación	**Residencias**	**Escuelas, Teatros, Edificios Públicos**	**Edificios Industriales**
Tomas de Aire fresco	500 (2,54)	500 (2,54)	500 (2,54)
Filtros	250 (1,27)	300 (1,52)	350 (1,78)
Ventilador	1000 - 1600 (5,08 - 8,13)	1300 - 2000 (6,60 - 1016)	1600 - 2400 (8,13 - 12,19)
Ductos Principales	700 - 900 (3,56 - 4,57)	1000 -1300 (5,08 - 6,60)	1200 - 1800 (6,1 - 9,14)
Ductos Secundarios	600 (3,05)	600 - 900 (305 - 4,57)	800 - 1000 (4,06 - 5,08)
Elevaciones Secundarias	500 (2,54)	600 - 700 (3,05 - 3,56)	80 (4,06)

	Velocidades Máximas FPM (m/s)		
Designación	**Residencias**	**Escuelas, Teatros, Edificios Públicos**	**Edificios Industriales**
Tomas de Aire fresco	800 (4,06)	900 (4,57)	1200 (6,10)
Filtros	300 (1,52)	350 (1,78)	350 (1,78)
Ventilador	1700 (8,64)	1500 - 2200 (7,62 - 11,18)	1700 - 2800 (8,64 - 14,22)
Ductos Principales	800 - 1200 (4,06 - 6,10)	1100 - 1600 (5,59 - 8,13)	1300 - 2200 (6,60 - 11,18)
Ductos Secundarios	700 - 1000 (3,56 - 5,08)	800 - 1300 (4,06 - 6,60)	1000 - 1800 (5,08 - 9,14)
Elevaciones Secundarias	650 - 800 (3,30 - 4,06)	800 - 1200 (4,06 - 6,10)	100 - 1600 (5,08 - 8,13)

•**Material de Ductos**

Para seleccionar el material con el que serán construidos los ductos primero debemos nombrar cuales son los más usados.

Existen dos materiales más usados para la fabricación de ductos de aire acondicionado: Acero Galvanizado y Fibra de Vidrio; esta última no necesita ser aislada. Ambos materiales ofrecen (según el aislamiento que se coloque a los ductos de acero galvanizado, cabe indicar que generalmente es fibra de vidrio con foil de aluminio) aproximadamente el mismo factor de transferencia de calor, la diferencia es el costo, rugosidad, mano de obra a la hora de construcción, seguridad de instalación (no desprende partículas de lana de vidrio), tiempo de vida.

MATRIZ DE DECISIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS

Alternativa / Valor	Rugosidad	Mano de Obra	Tiempo de Vida	Seguridad	Total
	40	15	20	25	100
Fibra de Vidrio	20	13	15	20	68
Acero Galvanizado	35	8	17	23	83

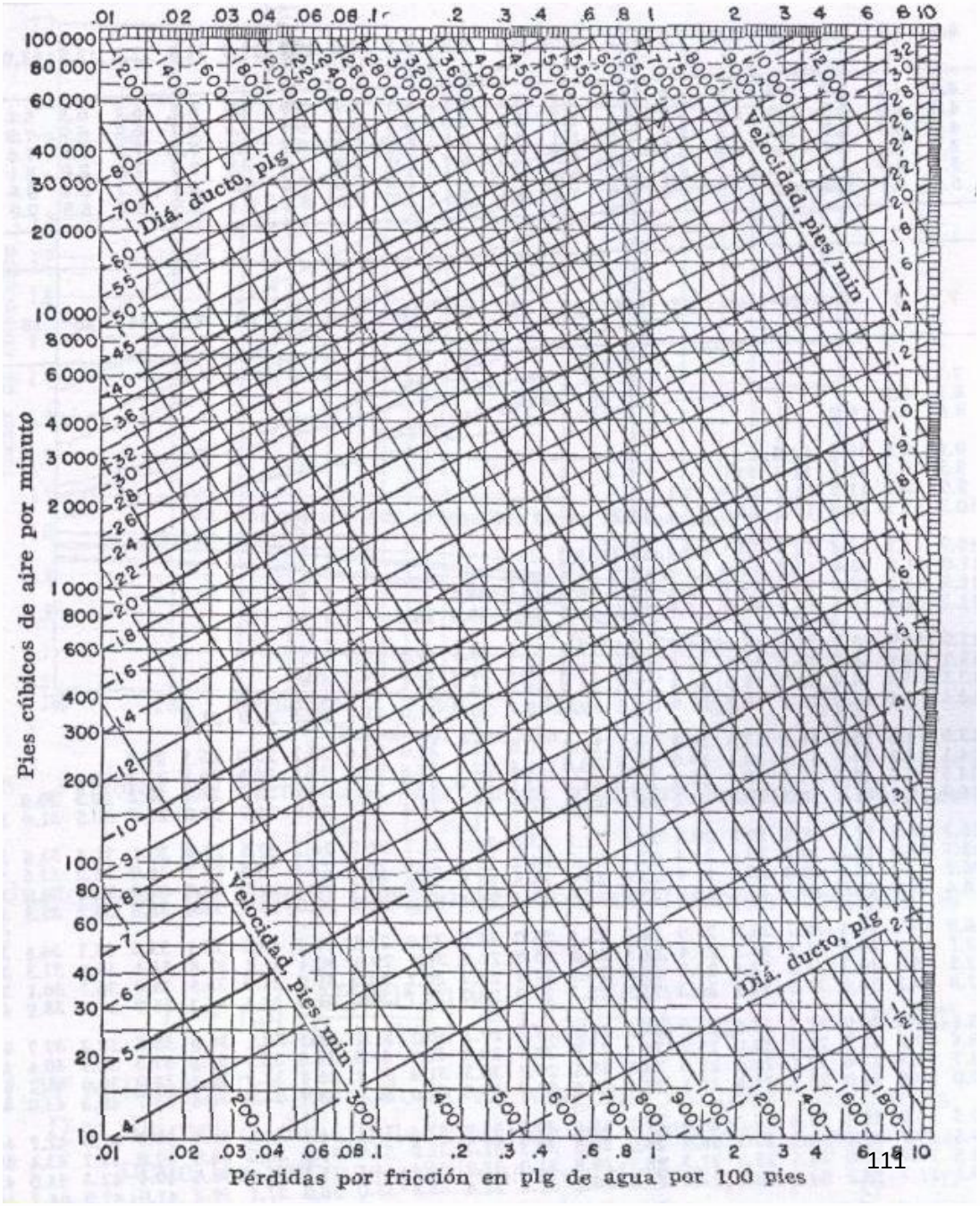
Dimensiones

Para el dimensionamiento de ductos de aire acondicionado existen tres distintos métodos según el Manual ASHRAE; los cuales se detallan a continuación:

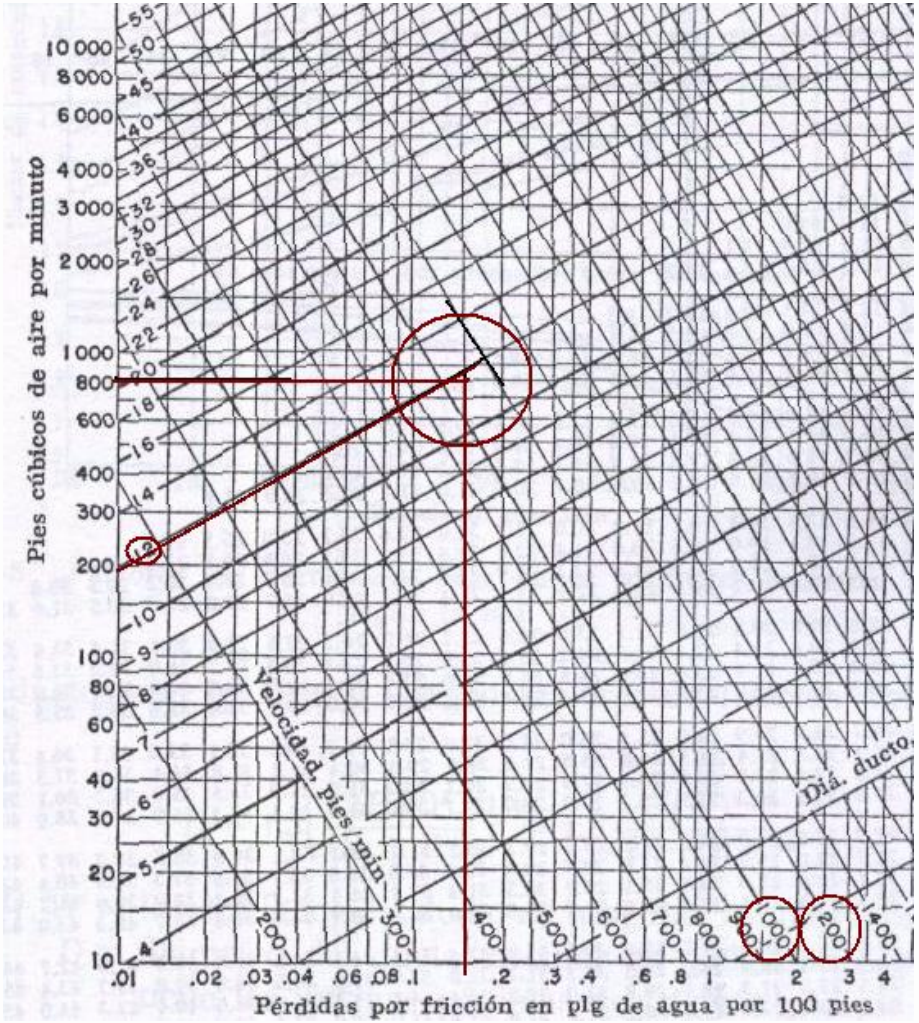
- Método de igual Fricción
- Método de Reganancia Estática
- Método de Optimización
- Método de Simulación

DIAGRAMA PARA CALCULAR PÉRDIDA POR FRICCION EN PULGADAS DE AGUA POR 100 FT

El método de igual fricción: Consiste en seleccionar una velocidad inicial y con el caudal que se desea manejar. Inicialmente se calcula la pérdida de fricción con ayuda del diagrama, una vez seleccionada la fricción la mantenemos constante a través de todo el ducto. Este es el método más fácil, se recomienda para sistemas de baja velocidad y que no tengan recorrido largos en sus ductos.



Ejemplo de calculo



Método de reganancia Estática: Consiste en reducir la velocidad del aire en la dirección del flujo obteniendo de esta forma la misma caída de presión (ΔP) en el ducto. Basado en la ecuación de Bernoulli entre dos puntos cualesquiera en el ducto se tiene:

$$\left(\frac{P}{g}+\frac{V^{2}}{2g}+z\right)_{1}=\left(\frac{P}{g}+\frac{V^{2}}{2g}+z\right)_{2}$$

De donde:

$$\Delta P_{1-2}=\frac{V^{2}{}_{1}}{2g_{C}}-\frac{V^{2}{}_{2}}{2g_{C}}$$

Método de Optimización: Este método es un procedimiento de programación dinámico, que requiere de repeticiones. Para este método tenemos las siguientes restricciones:

•Continuidad; para cada flujo de entrada es igual al flujo de salida

•Balance de Presión; la pérdida de presión en cada tramo de ducto debe ser igual a la presión total del ventilador, la pérdida de presión en cada tramo es la misma.

•Tamaño Nominal del ducto; los ductos son construidos en tamaños discontinuos, cada tramo son redondeados al ducto estándar más cercano.

•Restricción de la velocidad; la máxima velocidad esta restringida por limitaciones acústicas.

Método de Simulación; Determina el flujo de cada sección de un sistema existente conociendo la curva de operación del ventilador.

DIMENSIONES EQUIVALENTES PARA DUCTOS RECTANGULARES

Existen unas tablas donde se muestra las dimensiones rectangulares o cuadradas equivalentes según los diámetros de los ductos para su construcción.

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	1.18	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

*Circular equivalent diameter (d_e). Calculated from $d_e = 1.3\frac{(ab)^{.625}}{(a+b)^{.25}}$ †Large numbers in table are duct class.

DIMENSIONES EQUIVALENTES PARA DUCTOS RECTANGULARES

SIDE	24		26		28		30		32		34		36		38		40	
	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																		
12																		
14																		
16																		
18																		
20																		
22																		
24	3.74	26.2																
26	4.03	27.2	4.40	28.4														
28	4.33	28.2	4.74	29.5	5.10	30.6												
30	4.68	29.3	5.07	30.5	5.44	31.6	5.86	32.8										
32	4.94	30.1	5.37	31.4	5.79	32.6	6.23	33.8	6.68	35.0								
34	5.24	31.0	5.69	32.3	6.15	33.6	6.60	34.8	7.06	36.0	7.54	37.2						
36	5.58	32.0	5.94	33.0	6.52	34.6	6.99	35.8	7.46	37.0	7.95	38.2	8.46	39.4				
38	5.86	32.8	6.38	34.2	6.87	35.5	7.34	36.7	7.87	38.0	8.37	39.2	8.89	40.4	9.43	41.6		
40	6.15	33.6	6.71	35.1	7.22	36.4	7.71	37.6	8.29	39.0	8.81	40.2	9.34	41.4	9.89	42.6	10.5	43.8
42	6.45	34.4	7.03	35.9	7.58	37.3	8.12	38.6	8.68	39.9	9.21	41.1	9.80	42.4	10.4	43.6	11.0	44.8
44	6.75	35.2	7.34	36.7	7.91	38.1	8.50	39.5	9.07	40.8	9.61	42.0	10.3	43.4	10.8	44.6	11.4	45.8
46	7.03	35.9	7.63	37.4	8.25	38.9	8.85	40.3	9.48	41.7	10.1	43.0	10.7	44.3	11.3	45.6	11.9	46.8
48	7.30	36.6	7.95	38.2	8.59	39.7	9.25	41.2	9.89	42.6	10.5	43.9	11.1	45.2	11.8	46.5	12.4	47.8
50	7.58	37.3	8.25	38.9	8.90	40.4	9.61	42.0	10.3	43.5	10.9	44.8	11.6	46.1	12.2	47.4	13.0	48.8
52	7.87	38.0	8.55	39.6	9.25	41.2	9.98	42.8	10.7	44.3	11.4	45.7	12.1	47.1	12.7	48.3	13.5	49.7
54	8.16	38.7	8.85	40.3	9.61	42.0	10.4	43.6	11.0	45.0	11.8	46.5	12.6	48.0	13.2	49.2	14.0	50.6
56	8.42	39.3	9.16	41.0	9.94	42.7	10.7	44.3	11.4	45.8	12.2	47.3	13.0	48.8	13.7	50.1	14.5	51.5
58	8.63	39.8	9.48	41.7	10.3	43.4	11.0	45.0	11.8	46.6	12.6	48.1	13.4	49.6	14.2	51.0	15.0	52.4
60	8.89	40.4	9.75	42.3	10.5	44.0	11.4	45.8	12.2	47.3	13.0	48.9	13.8	50.4	14.6	51.8	15.5	53.3
64	9.43	41.6	10.3	43.5	11.2	45.4	12.1	47.2	12.9	48.7	13.8	50.4	14.7	52.0	15.5	53.4	16.5	55.0
68	9.98	42.8	10.9	44.7	11.8	46.6	12.8	48.4	13.7	50.2	14.6	51.8	15.6	53.5	16.5	55.0	17.5	56.6
72	10.4	43.8	11.5	45.9	12.4	47.8	13.5	49.7	14.4	51.5	15.4	53.2	16.4	54.9	17.4	56.5	18.3	58.0
76	10.8	44.9	12.0	47.0	13.1	49.0	14.1	50.8	15.1	52.7	16.2	54.6	17.3	56.3	18.3	57.9	19.3	59.5
80	11.5	46.0	12.6	48.0	13.7	50.1	14.7	52.0	15.8	53.9	17.0	55.8	18.1	57.6	19.2	59.3	20.3	61.0
84	12.0	46.9	13.2	49.2	14.2	51.1	15.4	53.2	16.5	55.0	17.7	57.0	18.9	58.9	20.1	60.7	21.2	62.4
88	12.5	47.9	13.7	50.1	14.8	52.2	16.1	54.3	17.3	56.3	18.5	58.2	19.7	60.1	20.9	62.0	22.1	63.7
92	12.9	48.7	14.2	51.1	15.5	53.4	16.7	55.4	18.0	57.4	19.2	59.4	20.5	61.3	21.8	63.2	23.0	65.0
96	13.3	49.5	14.8	52.2	15.9	54.0	17.2	56.2	18.6	58.5	19.7	60.2	21.1	62.2	22.7	64.5	24.0	66.3
100	13.9	50.6	15.0	52.5	16.7	55.3	17.9	57.3	19.2	59.4	20.6	61.5	21.6	63.0	23.4	65.5	24.8	67.5
104	14.6	51.8	15.8	53.9	17.1	56.0	18.6	58.5	19.9	60.5	21.4	62.6	22.7	64.5	24.1	66.5	25.6	68.5
108	14.8	52.1	16.2	54.6	17.6	56.8	19.2	59.4	20.5	61.4	22.0	63.5	23.5	65.7	24.8	67.5	26.5	69.7
112	15.1	52.7	16.8	55.5	18.3	58.0	19.7	60.1	21.1	62.3	22.5	64.3	24.5	67.0	25.7	68.7	27.1	70.5
116	15.8	53.9	17.3	56.4	18.9	58.9	20.3	61.1	22.0	63.6	23.5	65.7	24.8	67.5	26.2	69.4	28.2	71.9
120	16.2	54.6	17.8	57.1	19.4	59.6	20.9	62.0	22.7	64.5	24.2	66.7	26.1	69.2	27.2	70.6	29.0	73.0
124	16.6	55.2	18.4	58.1	19.8	60.3	21.6	63.0	23.2	65.4	25.2	68.0	26.5	69.8	28.2	71.9	29.8	74.0
128	17.1	56.0	18.8	58.8	20.3	61.1	22.3	64.0	23.7	66.0	25.6	68.6	27.3	70.8	28.7	72.6	30.2	74.5
132	17.4	56.5	19.3	59.5	20.8	61.8	22.6	64.4	24.5	67.0	26.3	69.5	28.2	72.0	29.8	74.0	32.0	76.6
136	17.9	57.3	19.7	60.2	21.4	62.7	23.0	65.0	25.1	67.9	26.9	70.3	28.7	72.6	30.5	74.8	32.6	77.3
140	18.5	58.2	20.3	61.0	22.3	64.0	24.1	66.5	25.9	69.0	27.5	71.1	29.4	73.5	31.5	76.0	33.4	78.3
144	18.8	58.7	20.6	61.5	22.7	64.5	24.8	67.5	26.3	69.5	28.2	72.0	29.9	74.1	32.0	76.6	34.0	79.0

*Circular equivalent diameter (d_e). Calculated from $d_e = 1.3\frac{(ab)^{.625}}{(a+b)^{.25}}$

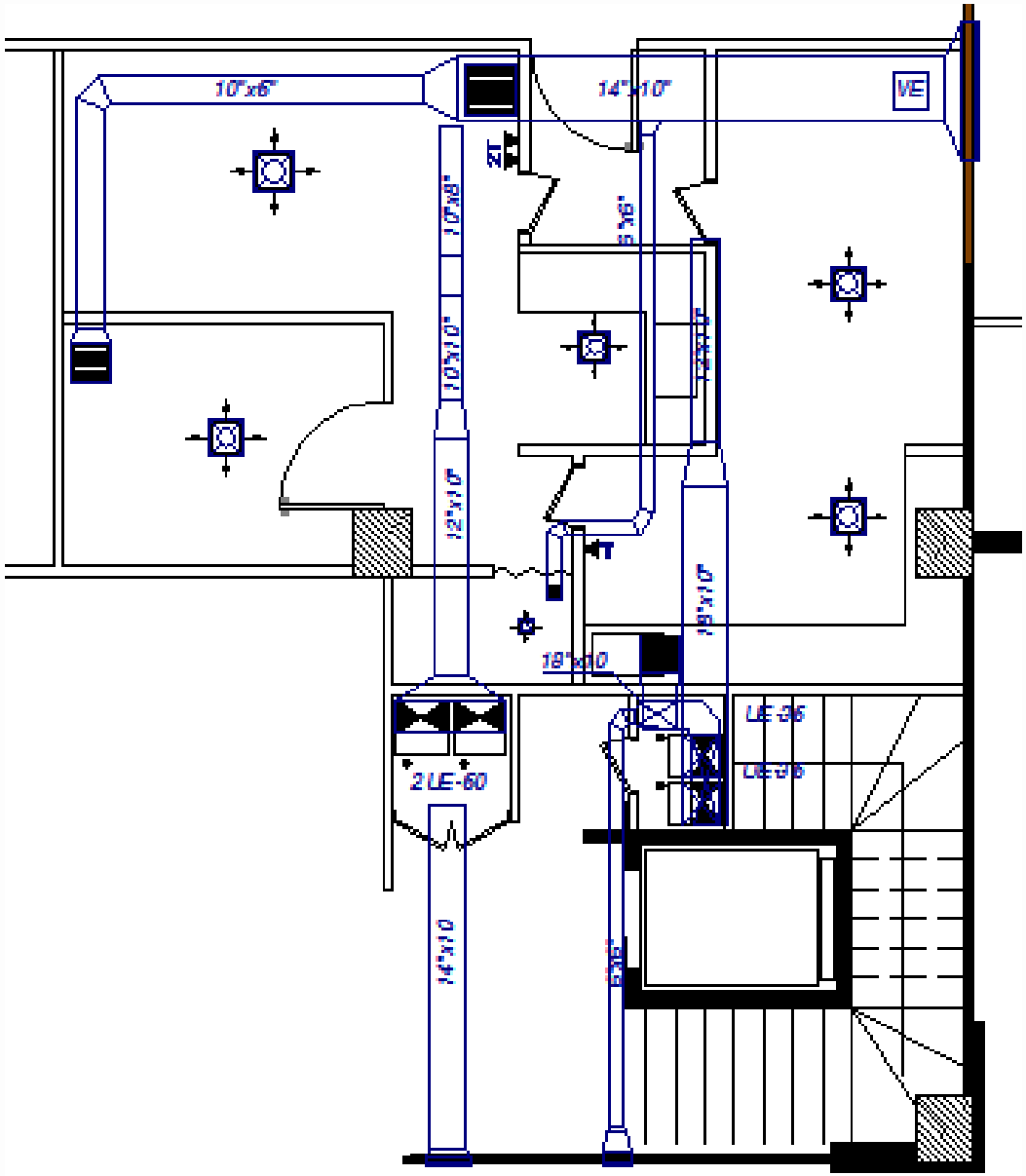
†Large numbers in table are duct class.

Para ciertas dimensiones de ductos que no se encuentran en las tablas mencionadas se utiliza la fórmula que se encuentra al pie de página que indica:

$$d_{eq.} = \frac{1.3\,ab^{\,0.625}}{(a+b)^{0.25}}$$

Donde:

D_{eq}: Diámetro equivalente
a y b son las dimensiones del ducto


10"x6"
14"x10"
VE
2T
10"x8"
5"x6"
10"x10"
12"x10"
12"x10"
T
18"x10
2 LE-60
LE-36
LE-36
14"x10
5"x6"

DIÁMETRO DEL DUCTO FLEXIBLE PARA CONEXIÓN ENTRE DUCTOS Y REJILLAS

Caudal CFM	Diámetro (plg)	Diámetro (cm)
100	6	15.25
300	10	25.40
400	10	25.40
500	12	30.48
600	12	30.48

SELECCIÓN DE DIFUSORES DE AIRE ACONDICIONADO

La selección de los difusores y rejillas se basa en el mismo criterio de dimensionamiento de ductos en los cuales se mantienen la caída de presión constante, se elige si serán cuadrados, rectangulares, redondos o louver, etc.

Para seleccionar el difusor adecuado se sigue un procedimiento que indica:

- Determinar el caudal o cantidad de aire que será suministrado al cuarto.
- Seleccionar el tipo y la cantidad de difusores a ser ubicados en el cuarto, considerando ciertos factores como: flujo requerido, Distancia disponible y requerida de alcance en el tiro de aire. Condiciones especiales como arquitectónicas, materiales deseado para la construcción del difusor, etc.
- Localizar el o los difusores para distribución uniforme
- Seleccionar las dimensiones apropiadas para cada difusor según la clasificación del fabricante, área, velocidad de salida, dibujo, distribución y nivel de sonido.

DIMENSIONES DE DIFUSORES CUADRADOS DE SUMINISTRO DE AIRE

Caudal CFM	Dimensión (cm) DIFUSOR 4 VÍAS
100	15.25 x 15.24
300	25.40 x 25.40
400	30.48 x 30.48
500	30.48 x 30.48
600	35.56 x 35.56

DIMENSIONES DE REJILLAS DE RETORNO, TOMAS DE AIRE Y DE EXTRACCIÓN

Caudal CFM	Dimensión (çm) REJILAS
95	15.24 x 15.24
120	20.32 x 20.32
285	25.40 x 25.40
380	30.48 x30.48
760	40.64 x 40.64
800	40.64 x 40.64
1080	45.72 x 45.72

DIBUJO ESQUEMATICO COMPLETO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

