



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**ESTUDIO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL ÁREA DE
CENTRAL DE EQUIPOS, DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS**

Héctor Eduardo García Figueroa
Asesorado por Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL ÁREA DE
CENTRAL DE EQUIPOS, DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

HÉCTOR EDUARDO GARCÍA FIGUEROA

ASESORADO POR EL ING. FREDY MAURICIO MONROY PERALTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruíz Hernández
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Torres Hernández
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL
ÁREA DE CENTRAL DE EQUIPOS, DEL HOSPITAL SAN JUAN
DE DIOS,**

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 28 de febrero de 2005.



Héctor Eduardo García Figueroa

Guatemala, 10 de septiembre del 2007

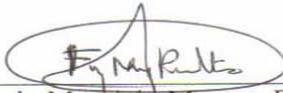
Ingeniero:
Fredy Mauricio Monroy Peralta
Director de Escuela Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Por este medio me dirijo a usted para notificarle que he asesorado y revisado el trabajo de graduación, titulado **“ESTUDIO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL ÁREA DE CENTRAL DE EQUIPOS, DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS”**, realizado por el estudiante universitario Héctor Eduardo García Figueroa, con carné 98-19660.

Considerando que el trabajo de graduación se ha desarrollado satisfactoriamente y cumple con los requisitos que determinaron la selección de dicho tema, recomiendo su aprobación.

Sin otro en particular me despido atentamente.

f. 
Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
Asesor
Col. 4899

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Área Térmica de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado ESTUDIO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL ÁREA DE CENTRAL DE EQUIPOS, DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS, del estudiante **Héctor Eduardo García Figueroa**, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Julio César Molina Zaldaña
Coordinador de Área

Guatemala, octubre de 2007.

/behdei

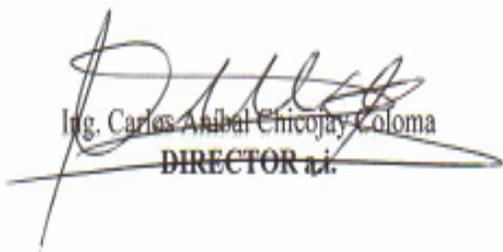
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Térmica al Trabajo de Graduación titulado ESTUDIO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL ÁREA DE CENTRAL DE EQUIPOS, DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS, del estudiante Héctor Eduardo García Figueroa, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Anibal Chicoy Coloma
DIRECTOR a.i.

Guatemala, octubre de 2007.

/behei

Universidad de San Carlos
de Guatemala

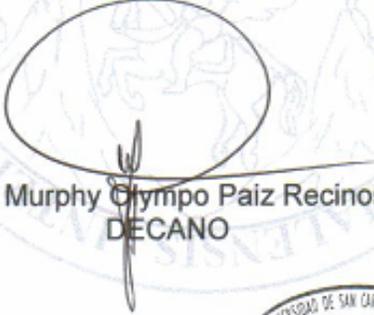


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 372.2007

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL ÁREA DE CENTRAL DE EQUIPOS, DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Eduardo García Figueroa**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, octubre de 2007



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la vida y la fuerza necesaria para seguir y se que siempre será así, por escucharme en todo momento, por no dejarme a pesar de mis fallos; gracias Padre esto es para Ti

Mi madre

Por apoyarme siempre a pesar de algunas diferencias, por creer y ser paciente en mi, quiero que disfrutes éste logro, pues te lo debo a ti.

Mi padre

Aunque ya no estés a mi lado, te invito a que bajes del cielo y me abrases y me digas que estas orgulloso de mi, pues quiero que celebres conmigo este triunfo que conseguí.

Mis hermanas

Mónica José y Mariela, que sea un ejemplo a seguir, luchen por conseguir, sin dejar de ser humildes y perseverantes.

En especial a mi hermano

Carlos Federico, por demostrarme esa fuerza de voluntad, esas ganas de vivir y demostrarme que con Fe, se puede levantar. Gracias Carlitos.

Mi pueblo

Por verme crecer, por nunca dejarme ir y a toda esa gente linda de mita que siempre estará en mí.

AGRADECIMIENTOS

Mi familia

Tía Chela, tía Sandra, tío Ricardo, mis primos; Gordo, Robert, Vinicio y Ana Luisa; a todos los miembros de la familia, por el apoyo brindado durante toda mi vida.

Al Ing. Fredy Monroy

Por la oportunidad de trabajar a su lado, por confiar en mí y así poder aprender sobre la docencia universitaria y hacer realidad este trabajo de graduación.

A los ingenieros de la Escuela de Ingeniería Mecánica

Ing. Carlos Chicojay, Ing. Víctor Ruiz, Ing. Leonel Méndez, Blanca de Imeri y a todos los miembros de la escuela, por su amistad y apoyo incondicional.

En especial a la Inga. María Colmenares

Por permitirme realizar las prácticas a su lado, por el apoyo brindado en éste trabajo y enseñarme de su sencillez.

Mis amigos

Sheyli Ramírez, Kevin Zea, Amílcar Grijalva, José Lucero, José Tobar, Carlos Monroy, Luis Rodríguez, Alicia Díaz, Edwin López, René Palma (Lic.), a todos los promotores de cultura de paz y aquellos que de cualquier forma han estado a mi lado que por motivo de espacio no menciono, gracias por su amistad.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por ser como mí segunda casa y por brindarme todo el conocimiento necesario.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. GENERALIDADES	1
1.1 Contaminación	1
1.1.1 Renovación del aire	6
1.2 Nivel sonoro	9
1.2.1 Sonido	14
2. CONCEPTOS A CONSIDERAR	15
2.1 Humedad del aire	15
2.1.1 Psicometría	16
2.1.2 Humedad relativa	18
2.1.3 <i>Humidificación/deshumidificación</i>	22
2.2 Propagación del calor	23
2.2.1 Diferentes formas de transmisión de calor	25
2.3 Balance térmico del cuerpo humano	25

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA A ESTUDIAR	29
3.1 Análisis de la situación actual del área	29
3.1.1 Descripción de las funciones que se realizan	32
3.1.2 Situación preambiental	40
3.1.3 Temperatura actual del local	41
3.1.4 Descripción física del área	43
3.2 Situación actual del equipo	50
3.2.1 Características técnicas del equipo	51
3.2.2 Operación del equipo	53
4. ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE	59
4.1 Datos para el cálculo	59
4.1.1 Dimensión del local	63
4.1.2 Lámparas y equipo eléctrico en uso	67
4.1.3 Calor desprendido por los ocupantes del local	69
4.1.4 Ventilación o infiltración. Entrada de aire exterior por puertas	73
4.1.5 Construcción del local	74
4.2 Procesos de cálculos	75
4.2.1 Estimación de la carga de refrigeración	78
4.3 Distribución del aire	83
4.3.1 Red de ductos	83

5. ELECCIÓN DEL EQUIPO Y ACCESORIOS	87
5.1 Clasificación de acondicionadores autónomos	87
5.1.1 Determinación de la clase del equipo	105
5.2 Clasificación de rejillas	108
5.2.1 Determinación del tipo de rejillas	116
5.3 Consideración de accesorios	121
5.4 Instalación eléctrica del equipo	139
CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	147

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Comparación de partículas y gases contenidos en el aire atmosférico	2
2.	Efecto de la contaminación	3
3.	Suministro de oxígeno	3
4.	Escalas de decibelios	11
5.	Atmósfera	17
6.	Diagrama psicrométrico	20
7.	Carta de Confort	28
8.	Autoclaves	30
9.	Área de esterilización	31
10.	Esterilización	33
11.	Área de pediatría y lavado	34
12.	Oficinas administrativas	36
13.	Autoclave vertical	38
14.	Área de central de equipos	44

15.	Recepción	46
16.	Arsenal estéril	47
17.	Área a acondicionar	48
18.	Corredor principal	49
19.	Esquema de instalación de aire acondicionado por conductos	83
20.	Conductos aislados	84
21.	Red de ductos	85
22.	Unidad split o multi-split	87
23.	Acondicionador portátil	88
24.	Esquema de un acondicionador de ventana	89
25.	Equipo split tipo central o de ductos	92
26.	Aire acondicionado tipo paquete	93
27.	Instalación de un equipo tipo paquete	94
28.	Ciclo frigorífico	95
29.	Compresor reciprocante	98
30.	Evaporador	100
31.	Condensador enfriado por aire	101
32.	El condensador condensa los vapores	102
33.	Sistema de refrigeración completo	103
34.	Unidad acondicionador tipo paquete de 120,000 Btu/hr	105

35. Unidad acondicionador tipo paquete de 60,000 Btu/hr	106
36. Alcance adecuado de la corriente de aire	109
37. Rejillas de impulsión	111
38. Rejillas de impulsión lineal o continua	112
39. Rejillas de retorno	112
40. Compuertas de sobrepresión	114
41. Difusores circulares	116
42. Radio de difusión mínimo, máximo y caída	117
43. Difusores cuadrados y rectangulares	118
44. Difusores lineales	120
45. Filtro de bolsa de alta eficiencia HF	122
46. Filtro HEPA de pliegue profundo	125
47. Filtro absoluto HEPA minipliegue	127
48. Aislamiento para ductos	131
49. Ducto de aluminio flexible tipo A 100	134
50. Ducto de aluminio flexible tipo AKT 100	135
51. Ducto de aluminio flexible tipo COMBIFOC 905	136
52. Ducto de PVC flexible tipo NYLGAINÉ	137
53. Ducto SPIRAFLEX S	138
54. Diseño de red eléctrica	139

TABLAS

I	Ventilación	5
II	Caudales aconsejados para la renovación del aire	7
III	Cifras para deducir la suma de los niveles sonoros	12
IV	Nivel de presión sonora para diversas dependencias y locales	13
V	Cuadro de humedades relativas	19
VI	Características de las autoclaves	51
VII	Características técnicas del equipo eléctrico	52
VIII	Tiempos de esterilización	57
IX	Estaciones climatológicas	61
X	Iluminación por ambiente	68
XI	Ganancia de calor por persona	72
XII	Cálculo de cargas de enfriamiento	79
XIII	Sensaciones por movimiento de aire	109
XIV	Modelos de filtros HF	124
XV	Cuadro de medidas estándar y caudales nominales	124
XVI	Modelos de filtros HEPA de pliegue profundo	127
XVII	Cuadro de medidas estándar y caudales nominales	127
XVIII	Modelos de filtros absolutos minipliegue	129

XIX	Cuadro de medidas estándar y caudales nominales	129
XX	Ductos de aluminio flexible (clasificación)	134
XXI	Ductos de PVC flexible (clasificación)	137

LISTA DE SÍMBOLOS

Kg	Kilogramo
FCM	p^3/min
p^3/min	Pie cúbico por minuto
p^3/lb	Pie cúbico por libra
dB	Decibeles (nivel sonoro)
Cal	Caloría
J	Joules
p.c	Pie cuadrado
m^2	Metro cuadrado
Watts (W)	Vatios
Kw	Kilovatios
Amp. (A)	Amperaje
Hp	Caballos de fuerza
A/C	Aire acondicionado
Pa	Pascal
HF	Alta eficiencia
Φ	Humedad relativa

GLOSARIO

Ashrae:	Sociedad americana de ingeniería en calefacción, refrigeración y aire acondicionado.
BTU:	British thermal Unit. Unidad térmica inglesa. Es la cantidad de calor necesario que hay que sustraer a una libra de agua, para disminuir su temperatura a 1 °F. Equivale a 0.252 Kcal.
Carta Psicrométrica:	Es la representación gráfica de la relación entre las propiedades termodinámicas del aire atmosférico.
Decibelio (dB):	Se define como el logaritmo decimal de una potencia sonora multiplicada por 10. Es la escala donde la unidad básica es el belio (B) y la unidad habitual es el decibelio (dB).
Equilibrio homeotérmico:	Estado en que el calor es emitido libremente y la temperatura del cuerpo humano se conserva constante, es decir que el calor producido es igual al calor emitido.

Esterilización:	Son todos aquellos procedimientos a base de vapor de agua o aire caliente que lleve a la destrucción total de toda vida microbial.
Frigoría:	Es la cantidad de calor absorbido necesaria para disminuir un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua. Equivalente a 4 Btu.
Grillas:	Nombre que se le asigna a las rejillas de retorno e impulsión de ventilación de aire refrigerado.
HEPA:	Filtro de partículas de aire de alta eficiencia.
Higrométrico:	Es el grado de humectación del aire.
Humedad:	Es la condición del aire con respecto a la cantidad de vapor de agua que contiene.
IT.IC:	Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.
Punto de rocío (PR):	Es el punto o temperatura donde el aire llega a un estado de saturación, es decir, el aire se convierte en aire saturado.

R-22:	Es un hidroclorofluorocarburo (HCFC), con un alto contenido de cloro capaz de absorber calor
Temperatura efectiva (TE):	Es el rango de temperatura, humedad relativa y movimiento del aire necesario para lograr el bienestar de la persona.
Toneladas de refrigeración:	Es la capacidad de un equipo equivalente a 12,000 Btu/horas.
Volumen específico:	Es la unidad en m ³ de aire húmedo por kg de aire seco.
Zona de confort:	Combinación entre las propiedades del aire para obtener la comodidad del cuerpo humano.

RESUMEN

La implementación de un sistema de aire acondicionado no solo viene a establecer un ambiente de comodidad al lugar, ya que los objetivos a alcanzar pueden ser muchos, como el aumento de producción en una fábrica o el mejoramiento de un servicio debido a los factores benéficos causados por el condicionamiento del aire.

En el área de central de equipos del hospital San Juan de Dios, las condiciones no son adecuadas, el calor agota al personal con pocas horas de trabajo, se sienten agobiadas y las funciones realizadas en dicha área no son las óptimas.

La función principal del área es el de esterilizar todo equipo médico utilizado en el hospital, tales como: bandejas, tijeras, recipientes, sabanas entre otros. Existen riesgos de contaminación si no se tiene el debido cuidado, y es por eso que las exigencias higiénicas son muy altas, por tal razón, se deberá controlar la humedad relativa, la temperatura de bulbo húmedo y la temperatura de bulbo seco, esto para limitar la rápida propagación de bacterias que puede surgir por la falta de un ambiente controlado, ya que la humedad puede ser un factor radical para ocasionarlo.

Para determinar la capacidad de aire refrigerado a suministrar al local se deberá evaluar las condiciones actuales del mencionado y realizar un estudio donde se tomarán en cuenta todos aquellos factores generadores de calor como: número de personas y tipo de función que realizan, infraestructura del local, equipo eléctrico en uso, instalación eléctrica, entre otros. Todo esto para obtener el calor total generado y así poder determinar el tipo de equipo de aire acondicionado con la capacidad de contrarrestar la demanda de calor generado en el mencionado lugar.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de un sistema de aire acondicionado para el área de central de equipos del hospital San Juan de Dios.

Específicos

1. Emplear los beneficios de un sistema de aire acondicionado para el confort del personal
2. Conocer los factores generadores de calor, evaluando la situación actual del área de central de equipos.
3. Determinar la capacidad requerida para acondicionar el lugar.
4. Establecer el equipo de refrigeración adecuado, para la situación del local.
5. Determinar los accesorios que mejor se adapten al sistema de aire acondicionado.
6. Acordar con las exigencias higiénicas y llegar a un mejoramiento de función laboral.

INTRODUCCIÓN

La función principal del área de central de equipos del hospital San Juan de Dios es sumamente delicada, esterilizar todo equipo medico puede ser muy riesgoso si no se tiene al máximo un control de higiene y seguridad, ya que éstos puede estar infectados por una diversidad de microbios y bacterias.

Por tal razón, se estudiarán todos los factores que aporten de cualquier forma cargas al lugar y todo cambio de temperatura que puedan ocurrir en el entorno del cuerpo humano, pues es éste el centro fundamental del proceso del aire acondicionado, ya que para él se intenta crear un ambiente comfortable.

Para llevar a cabo el proceso de esterilización, el área cuenta con equipos que operan a base de vapor de agua, que llevan por nombre autoclaves, éstos son los máximos generadores de calor y aportan considerablemente una humedad inadecuada para cumplir con las funciones óptimas del área.

Cumplir con las exigencias higiénicas y establecer un ambiente adecuado y comfortable para el personal será un proceso muy minucioso que de cierta forma podría escaparse del sistema de aire acondicionado.

Se deberá tener un programa de mantenimiento no sólo para el sistema de aire acondicionado, sino para todos aquellos procesos que estén de cierta forma involucrados en el área de esterilización.

1. GENERALIDADES

1.1 Contaminación

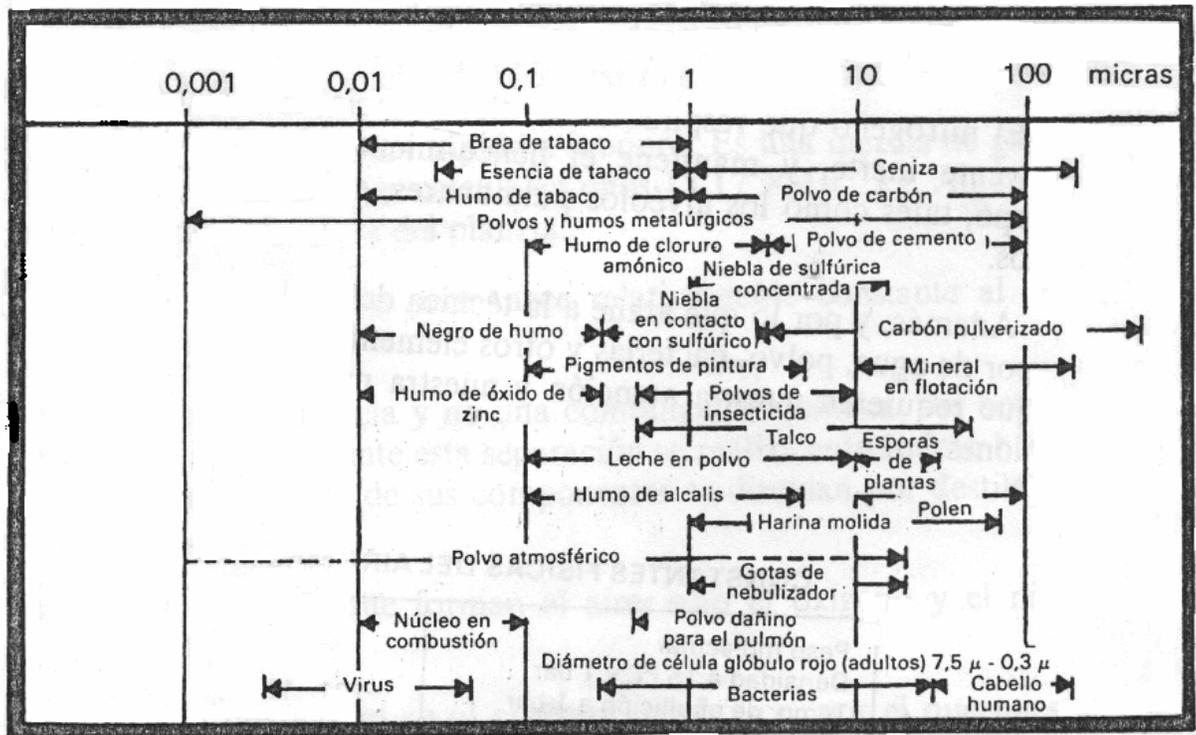
El aire acondicionado no solo tiene como ventajas crear un ambiente agradable, pues si analizamos situaciones como la contaminación, es una en donde éste también puede intervenir.

Estudios realizados nos dan a conocer que el aire exterior, en éste caso el de una ciudad; contiene aproximadamente 140 millones de partículas de polvo por metro cúbico, dichas partículas son demasiado pequeñas de manera que no nos damos cuenta cuando respiramos. Por esta razón es aconsejable la instalación de un filtro en el sistema, pues de ésta manera se estaría reduciendo el porcentaje de partículas contaminantes en el aire ya que debemos tomar en cuenta que el ser humano respira alrededor de 15 Kg. de aire cada día (33 lb. de aire/día).

Dejando a un lado las partículas de polvo, debemos de considerar que el aire también contiene una variedad abundante de bacterias y gérmenes, y más cuando se trata de un hospital. Esto es primordial por motivos de seguridad, pues la circulación de un aire purificado dentro de un hospital estabiliza cierta confianza no solo para el personal que labora en el área si no para los pacientes de la misma. Por tal razón se pretende en términos generales acondicionar el aire, refiriéndose de ésta manera ha darle cierta condición o calidad para que responda a las exigencias de bienestar establecidas.

A continuación se clasifican las partículas por su tamaño y por su concentración, siendo visibles a simple vista las partículas mayores de 10 micras, imperceptibles al ojo humano las de grosor por debajo de dicha cifra.

Figura 1. Comparación de partículas y gases contenidos en el aire atmosférico



Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 11

El cuerpo es sensible a las impurezas (figura 2). Polvo, humo, polen de las plantas, etc., causan irritación a la nariz, pulmones y ojos. Esto indica la necesidad de limpiar el aire.

Figura. 2 Efecto de la contaminación



Fuente: Chacón Paz. **Manual de aire acondicionado y refrigeración**. Tomo 2. Pág. 370

Finalmente el cuerpo requiere “aire fresco” (figura 3), para renovar su suministro de oxígeno o diluir olores indeseables.

Figura. 3 Suministro de oxígeno



Fuente: Chacón Paz. **Manual de aire acondicionado y refrigeración**. Tomo 2. Pág. 370

En forma simple el cuerpo debe tener una atmósfera sana y comfortable. Deben tratarse para ello cinco propiedades del aire:

1. Temperatura (enfriamiento o calefacción).
2. Contenido de humedad (humidificación o deshumidificación).
3. Movimiento del aire (circulación).
4. Limpieza del aire (filtrado).
5. Ventilación (introducción de aire exterior).

Las propiedades mencionadas anteriormente serán descritas en capítulos posteriores, pues el presente describe a la contaminación como factor primordial para la limpieza del aire o filtrado.

La eficiencia de la filtración depende del tipo de sistema. Algunos tienen la capacidad de remover más del 95% de impurezas. Sin embargo aún con el filtro más fino, se requiere un buen porcentaje de aire fresco para eliminar esa sensación de aire muerto y también diluir olores y suplir oxígeno para respirar.

La cantidad de aire exterior necesario, depende del espacio acondicionado. La tabla I, lista algunas aplicaciones típicas y las recomendaciones de ASHRAE, basadas en pies cúbicos por minuto (F.C.M) por persona. El aire exterior debe siempre estar apropiadamente filtrado antes de entrar al espacio refrigerado.

Tabla I. Ventilación

Aplicación	Fumando	F.C.M. por persona	
		Óptimo	Mínimo
Banco	Ocasional	10	7 ½
Bar	Considerable	40	25
Oficinas	Eventual	15	10
General	No	25	15
Privada	Considerable	30	25
Residencia	Ocasional	20	10
Restaurante	Considerable	15	12
Almacén al detal	Muy poco	10	7 ½
Teatro	Eventual	15	10

Fuente: Chacón Paz. **Manual de aire acondicionado y refrigeración**. Tomo 2. Pág. 373

Un sistema eficaz de filtración de aire puede aliviar los sufrimientos de pacientes asmáticos o alérgicos. El polvo ordinario del hogar, adicionado al polvo en el aire exterior, puede contribuir a problemas alérgicos. EL polvo doméstico es una mezcla compleja que procede del rompimiento y uso de materiales caseros tales como lana, ropa, algodón, relleno de muebles y alfombras.

1.1.1 Renovación del aire

La contaminación no solo puede combatirse con la introducción de filtros, pues la renovación del aire es otra aplicación más para este fin. “Este proceso cubre el requerimiento de introducción de aire exterior, asegurando un caudal del orden de 10 a 50 m³/h, según los casos”. Este caudal de ventilación elimina los olores desagradables, humos y vapores, contribuyendo a mejorar el ambiente.

El proceso de renovación es sustituir el aire contaminado (con un elevado porcentaje de bacterias y olores) por otro aire, limpio y mucho mas conveniente para la respiración.

Toda área a acondicionar esta expuesta a impurezas y el grado de éstas dependen del metabolismo de las personas y sus actividades. La respiración, la tos y los estornudos desprenden bacterias y varían en proporción con el aseo personal. Por tal razón es necesaria la renovación en el sistema.

Los caudales de renovación varían con respecto a las características del lugar, en la tabla II se dan los caudales aconsejados para la renovación del aire.

Tabla II. Caudales aconsejados para la renovación del aire

Tipo de local	Requerimiento de aire de ventilación en m ³ / s			
	Por persona mínimo máximo		Por m ² de superficie mínimo máximo	
1. Locales de viviendas				
Locales vivideros	2,5	4,0	0,40	—
Aseos y cuartos de baño (1) (2)	—	—	2	3,5
Cocinas (1) (2)	—	—	0,80	1,5
2. Locales comerciales				
2.1. Tiendas. Locales de venta en general	3,5	6,0	—	—
2.2. Restaurantes, bares y similares:				
-- Comedores	5,0	8,0	—	—
-- Cafetería, bares, etc.	10	15	—	—
-- Cocinas (1) (2)	15	—	3,5	—
2.3. Hoteles, residencias, moteles, etc.				
-- Dormitorios	3,5	6,0	—	—
-- Cuartos de baño (1) (2)	—	—	2	3,5
-- Salones sociales	7,0	10	—	—
-- Vestíbulo de entrada	4,0	7,0	—	—
2.4. Oficinas:				
-- Salas de reunión	12	18	2,50	—
-- Salas de computadoras	2,5	4	—	—
-- Salas de espera	5	8	—	—
2.5. Teatros, cines, salas de conciertos, etc. :				
-- Salas (no fumadores)	2,5	4,0	1,2	—
-- Salas (fumadores)	5,0	8,0	2,5	—
2.6. Salas de fiestas, bingo, casinos, etc.	7,0	10	—	—

Tabla II. Continuación

1. Locales institucionales				
3.1. Escuelas:				
-- Aulas, laboratorios y talleres	5	7	—	—
-- Biblioteca	3,5	5	—	—
-- Comedores	5	8	—	—
3.2. Hospitales:				
-- Habitaciones y salas comunes	5	8	—	—
-- Quirófanos (5)	10	—	—	—
-- Locales auxiliares en quirófanos	8	—	—	—
-- Áreas de fisioterapia	7	12	—	—
-- Autopsia	15	20	—	—
-- Oficinas	16	20	—	—
-- Entradas, pasillos, etc.	10	15	—	—
3.3. Museos y salas de exhibición	3,5	7	—	—

Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 4 6

Aunque anteriormente mencionamos que el proceso de renovación cubre el requerimiento de introducción de aire exterior no quiere decir que no debemos ventilar, pues recordemos que existen ambientes de alto nivel de contaminación como por ejemplo: En un casino o un bar., que son lugares donde se fuma demasiado y es aquí donde se requiere un buen porcentaje de aire fresco para eliminar esa sensación de aire muerto y también de diluir olores y suplir oxígeno para respirar pues debe evitarse la poca circulación de aire, ya que la gente tiende a sentirse “encerrada”.

Esta puede ser una desventaja de los sistemas de calefacción sin ductos que dependen de la circulación por gravedad y no tienen medios de filtración.

La situación se hace aún más crítica cuando la estructura es bien aislada y la infiltración de aire exterior es muy poca, la cual debe siempre estar apropiadamente filtrado antes de entrar al espacio refrigerado.

Mencionados estos factores de contaminación no existe duda de la importancia y beneficio que nos puede brindar una correcta instalación de aire acondicionado.

1.2 Nivel sonoro

La comodidad en el hábitat humano depende de muchos factores. Uno de ellos es el silencio, pues se le considera al ruido como un factor negativo y contaminante, causante de molestias y por lo tanto influyente en la actividad laboral del ser humano.

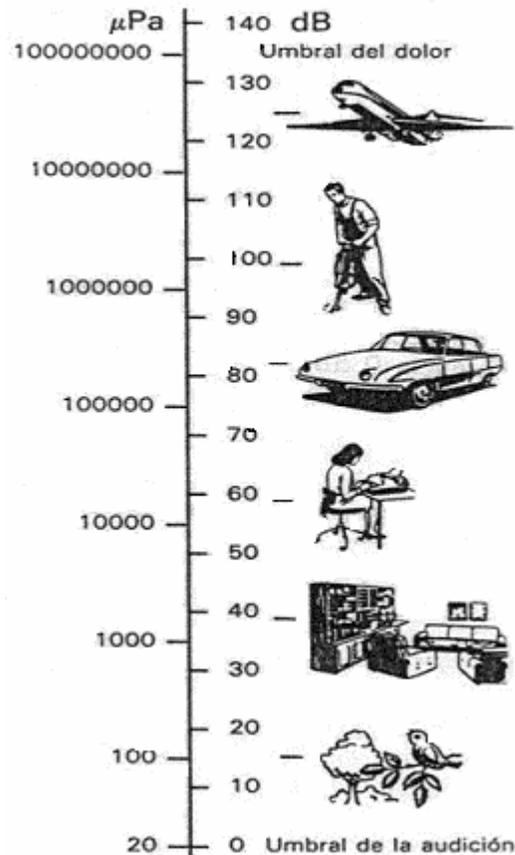
Por tal razón se recomienda leer en los catálogos de ventiladores, los niveles de ruido recomendados que nunca se deberían sobrepasar si no queremos dañar el oído, ya que éste responde a un alto margen de potencias sonoras oscilando desde el límite de audición hasta el umbral del dolor y es por eso que se debe hacer una adecuada elección del equipo.

Un ventilador será más silencioso cuanto más reducida sea la velocidad periférica del rodete, por lo cual, cuando los ventiladores van a instalarse en inmuebles habitados, se recomienda adoptar con preferencia velocidades circunferenciales reducidas ya que el zumbido originado por un ventilador se transmite extraordinariamente, y la ampliación y difusión de las ondas sonoras ocasionan, a veces, perturbaciones insoportables.

El sonido más débil que puede detectar el oído humano es de aproximadamente $20 \mu \text{ Pa}$, pero debido a la dificultad que existe en emplear este tipo de medida, se desarrollo otro tipo de escala en donde la unidad básica es el belio (B) y la unidad habitual es el decibelio (dB), que se define como el logaritmo decimal de una potencia sonora multiplicado por 10. Podemos decir que 0 dB será equivalente a $20 \mu \text{ Pa}$.

En la figura 4 se pueden contemplar los niveles de presión sonora de varias cosas cuyo sonidos nos son familiares, tanto en dB como en Pa.

Figura 4. Escalas de decibelios.



Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 14

Los valores de los niveles sonoros por ser de tipo logarítmico no se pueden sumar ni restar aritméticamente, razón por la cual debemos acudir a una tabla como la que se inserta a continuación.

Tabla III. Cifras para deducir la suma de los niveles sonoros

Diferencia entre los Dos niveles a sumar	0	1	2	* 4	6	9
Número de dB a añadir al más alto de los dos niveles para obtener el nivel total.	3	2,5	2	* 1,5	1	0,5

Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 15

Ejemplo:

Se tiene dos valores de niveles sonoros, la diferencia entre ellos es 4 y el mayor de 80 dB. Encontrar el nivel total.

Diferencia entre Niveles = 4.

Niveles sonoros 80 y 76 dB.

El procedimiento es el siguiente: Se ubica el valor diferencial que en éste caso es 4 en la tabla III, la cual da el número de dB a añadir al más alto de los dos niveles, por lo que el nivel total resultaría $80 + 1.5 = 81.5$ dB.

Dependiendo de las características de un local se tiene por parte del reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, a través de su instrucción técnica Ic. 02.5; los valores límites de niveles de presión sonora (referencia 0 dB = 20 μ Pa) que deben existir en cada uno de ellos.

En la tabla IV se muestra los niveles de presión sonora aconsejables para cada local.

Tabla IV. Nivel de presión sonora para diversas dependencias y locales

Tipo de local	Nivel sonoro máximo	
	dB A	N.C
1. Auditorio y salas de música:	35	35
Salas de conciertos u ópera	35	26
Estudios para reproducción de sonido	35	25
Teatros	40	30
Cinematógrafos	45	35
Estudios públicos de televisión	45	35
Pasillos y vestíbulos	50	45
2. Iglesias y escuelas:		
Iglesias	35	30
Escuelas	45	40
Bibliotecas	45	40
Laboratorios	50	45
Salas de recreo	55	50
Vestíbulos y pasillos	55	50
3. Hospitales y clínicas:		
Habitaciones privadas	40	35
* Quirófanos	45	40
Salas generales	45	40
Pasillos y vestíbulos	50	45
Laboratorios	50	45
* Lavados y servicios	55	50
4. Residencias:		
Unifamiliares en el campo	35	30
Unifamiliares en la ciudad	40	35
Apartamentos	45	40
5. Restaurantes y cafeterías:		
Restaurantes	50	45
Salas de fiesta	50	45
Cafeterías	55	50
6. Tiendas y almacenes:		
Grandes almacenes(plantas superiores)	50	45
Grandes almacenes (planta principal)	55	50
Pequeñas tiendas	55	50
Supermercados	55	50
7. Sala deportiva:		

Palacio de deportes	45	40
Boleras y gimnasios	50	45
Piscinas cubiertas	60	55
8. Oficinas:		
Sala de conferencias	40	35
Despachos	45	40
Oficinas generales	50	45
Vestíbulos y pasillos	55	50
9. Edificios públicos:		
Bibliotecas	45	40
Museos y salas de justicia	45	40
Salas generales y vestíbulos	50	45
Lavabos y servicios	55	50
10. Hoteles:		
Habitaciones individuales y suites	45	40
Sala de baile y banquetes	45	40
Pasillos y vestíbulos	50	45
Garajes	55	50
Cocinas y lavaderos	55	50
Salas de máquinas	80	—

Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 15

1.2.1 Sonido

En otras palabras podemos, definir los sonidos como toda variación de presión (en el aire, en el agua o cualquier otro medio) que puede ser percibida por el oído humano. La alteración de la presión crea vibraciones en el tímpano transformándose después en señales que son captados por el cerebro humano.

2. CONCEPTOS A CONSIDERAR

2.1 Humedad del aire

La aportación más grande de humedad al aire atmosférico se da por la evaporación parcial de las masas de agua que existen en la tierra; como mares, lagos y ríos. Pero existen otros medios que cumplen con la misma operación, como las funciones orgánicas de las personas, animales y vegetales.

Por ejemplo, la exhalación es la función por la cual los pulmones eliminan al exterior vapor de agua producida en el proceso de la respiración, y la exudación es cometido de los poros (glándulas sudoríferas) de la piel al generar el sudor, que es un líquido orgánico cuyo componente principal es el agua. En ambas situaciones se engendra vapor de agua que viene a aumentar la cantidad medida en el ambiente.

Pero no solamente por estas funciones genera vapor de agua el cuerpo humano, pues éste también transferirá calor al aire que pasa sobre la piel, por convección. Simultáneamente cede calor por conducción a la ropa, cama o lo que esté en contacto con la piel. Adicionalmente, libera calor por radiación a los objetos más fríos a su alrededor y por último lo hace por medio de evaporación.

El aire puede admitir vapor de agua y la capacidad para hacerlo depende de su temperatura y presión; pero principalmente, de la primera, admitiendo mas vapor de agua cuando aumenta su temperatura. Un aire saturado o en otras palabras aire con 100% de humedad puede retener más vapor de agua si aumenta la temperatura o desciende la presión, y al revés, desprende parte de su contenido de humedad si baja la temperatura o sube la presión.

Dejamos claro que la cantidad de humedad existente en el aire que vamos a tratar por medio de un sistema de aire acondicionado, depende de las condiciones meteorológicas que concurren en el aire atmosférico.

2.1.1 Psicrometría

Realmente no es necesario conocer con profundidad la definición de la psicrometría a menos que sea utilizada por ingenieros de investigación, ingenieros consultores o ingenieros de aplicación que necesitan una amplia comprensión del tema para la aplicación práctica de las teorías y es por eso que no vamos a desarrollar en éste apartado toda la teoría correspondiente a la psicrometría, sino que tomaremos aquellos conceptos y fórmulas imprescindibles para comprender los fenómenos agua/aire que suceden en el aire acondicionado.

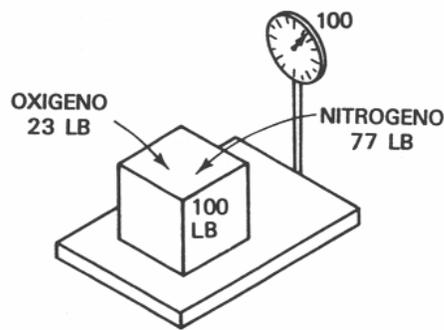
Entonces decimos que la psicrometría, son todos aquellos procedimientos relacionados con la medida del contenido en vapor de agua existentes en el aire, sea cual sea su estado; en una expresión general, la psicrometría puede referirse a cualquier gas, en éste caso nos centramos al sistema de agua/aire.

El aire atmosférico esta compuesto por aire seco y vapor de agua, estos están tan uniformemente mezclados que si dividiéramos una masa de aire en pequeñas fracciones, con seguridad encontraríamos que en cada uno de ellas, el aire seco y el vapor de agua se encuentran en igual proporción.

Se puede, por lo tanto, considerar que en cada metro cúbico de aire coexisten estrechamente mezclados y compenetrados, un metro cúbico de aire seco y un metro cúbico de vapor de agua, cumpliendo dicha mezcla las leyes de Dalton relativas a los gases perfectos o ideales.

Dejamos claro que el aire, alrededor de nosotros, se compone de una mezcla de gases secos y vapor de agua, pero no mencionamos que los gases contienen aproximadamente 77% de nitrógeno y 23% de oxígeno, con otros gases que totalizan menos del 1%.

Figura 5. Atmósfera



Fuente: Chacón Paz. **Manual de aire acondicionado y refrigeración**. Tomo 2. Pág. 377

Haremos un apartado con la humedad relativa ya que está involucrada en el habla común y es a la que nos referiremos en toda circunstancia; pero no sin definir antes algunos conceptos como la humedad específica y la humedad absoluta.

La humedad específica. Es el peso del vapor de agua por unidad de peso de aire seco, expresada en gramos por kilogramos de aire seco y la humedad absoluta es el peso del vapor de agua, referido a kilogramos, contenido en un kilogramo de aire seco, ($W_{a,b}$).

La humedad de saturación. Es el máximo peso de vapor de agua que admite un kilogramo de aire seco a una determinada temperatura y presión (W_s).

2.1.2 Humedad Relativa

Es la relación entre la humedad absoluta existente, $w_{a b}$, y la humedad máxima que tal sistema podría contener, es decir, la humedad de saturación w_s . Se representa w_r , y se da en tanto por ciento (porcentaje de humedad):

$$w_r = w_{a b} / w_s$$

Cuando estamos en un ambiente de aire saturado, quiere decir que tenemos presente una humedad relativa del 100%, o sea que $w_{a b} = w_s$.

Pero un ambiente de aire totalmente exento de humedad, se dice que tenemos una humedad relativa del 0%.

Es el termómetro húmedo o psicrómetro el instrumento que se utiliza para medir la humedad relativa, éste consta de dos bulbos, uno de ellos envuelto en un tejido de muselina que se empapa de agua destilada. Se hace circular a su alrededor una corriente de aire o se hace un movimiento de vaivén. Según sea la humedad del aire, la evaporación del agua del paño se efectuará más o menos rápidamente. La lectura del termómetro nos refleja la temperatura coincidente con la temperatura húmeda del aire.

El otro termómetro es uno normal que mide la temperatura seca del aire. Las lecturas de un termómetro húmedo son siempre menores que las de un termómetro seco. Restando una lectura de la otra y manejando la tabla V ya confeccionada, es posible encontrar el porcentaje de humedad relativa.

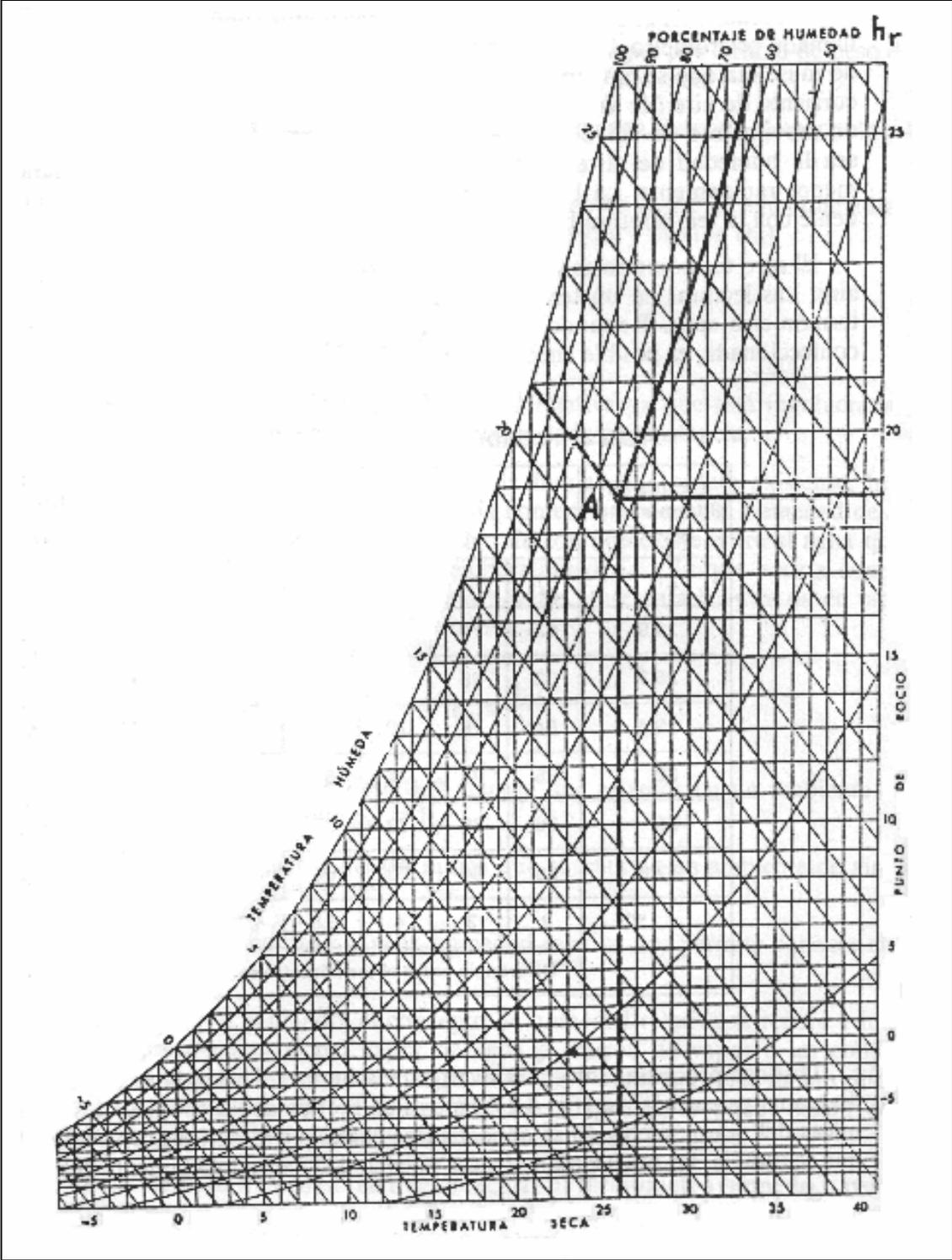
Tabla V. Cuadro de humedades relativas

Lectura en el termómetro seco °C	Porcentaje de humedad relativa %						
	21	81	72	64	55		
23,9	82	74	66	58	51		
26,7	83	75	68	61	54		
29,4	84	76	70	63	56	50	
32	85	78	71	65	58	52	
35	86	79	72	66	60	54	
37,8	86	80	73	68	62	56	51
°C	2	3	4	5,5	5,6	7,7	8,9
	Diferencia entre el termómetro seco y el húmedo						

Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 38

El empleo de un diagrama psicrométrico (figura 6), es otro de los métodos para encontrar la humedad relativa, pues es un gráfico de las propiedades termodinámicas del aire húmedo. Si se conocen dos cualesquiera de las propiedades del aire que se estudia, las otras características pueden deducirse directamente del diagrama.

Figura. 6. Diagrama psicrométrico



Fuente: MSPAS .Manual de aire acondicionado. Carrier psychrometric. Pág. 39

En la escala horizontal inferior se localiza la temperatura del termómetro seco, se sigue hacia arriba la vertical correspondiente hasta llegar a la recta inclinada que representa la temperatura del termómetro húmedo. Para obtener la humedad relativa, se tomará el valor correspondiente a la curva más cercana. Leyendo horizontalmente hacia la derecha desde el punto de intersección de las dos líneas, se encontrará el punto de rocío.

Uno de los conceptos más usados para señalar el grado de humedad del aire ambiente, es el punto de rocío, por tal razón reservamos un espacio para su definición.

El punto de rocío determina una temperatura, t , a la cual el aire llega al punto de saturación; es decir, el aire se convierte en aire saturado, w_s . No se producirán condensaciones si la temperatura del aire se mantiene por encima del PR, y a la inversa, temperaturas por debajo del PR ocasionarán condensaciones.

Cuando un ambiente de aire atmosférico seco se somete a un proceso de enfriamiento, la humedad de saturación va disminuyendo. Como la humedad absoluta permanece constante, la humedad relativa aumentará hasta que la misma alcance el 100 %. La temperatura t existente en ese momento determinará el punto de rocío.

La principal misión del concepto de punto de rocío está en el campo del aire seco, en donde es el parámetro fundamental para reflejar la mayor o menor calidad del mismo. Puntos de rocío muy bajos indican aire muy seco; puntos de rocío elevados suponen aire con altas humedades relativas.

La definición anterior nos hace deducir que, el aire con humedad relativa inferior al 100% (aire seco), el punto de rocío (PR) será siempre inferior a la temperatura real del ambiente considerado y que el aire con humedad relativa igual al 100% (aire saturado), el PR coincidirá con el de la temperatura real del ambiente considerado.

Además el aire con humedad relativa igual al 100%, pero conteniendo fase líquida en suspensión (niebla), el PR será superior al de la temperatura real del ambiente estimado.

2.1.3 Humidificación/Deshumidificación

Esta claro que la carencia de una adecuada humedad puede afectar una diversidad de cosas en el área donde el aire en éstas condiciones esté presente. Por ésta razón debemos ser muy cuidadosos a la hora de determinar la relación de humedad que debe de existir en el ambiente.

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

El proceso de la humidificación consiste en agregar al aire recién filtrado un cierto porcentaje de humedad, mediante el procedimiento de hacer pasar la masa de aire en circulación por una cortina de agua en forma de fina lluvia, que se recicla continuamente, o nebuliza por medio de pulverizadores, o bien inyectando vapor acuoso, de modo que el aire se amolda previamente aumentando sus grados.

También existe el proceso de la deshumidificación, que no es más que el secado del aire, pues tiene como objetivo rebajar el grado de humedad del ambiente, y ello se logra empleando materias higroscópicas, es decir, aquellas que tienen la propiedad de absorber la humedad.

En ambientes domésticos una atmósfera demasiado seca puede afectar todo un amueblado de casa, también promueve la sequedad de aquellas fuentes de polvo domésticas, que procede del rompimiento y uso de materiales caseros tales como lana, ropa, algodón, relleno de muebles y alfombras, que por consiguiente, mantiene el aire sucio.

Otro fenómeno experimentado con la sequedad del invierno es la presencia de, o generación de electricidad estática. Aunque no es dañina es desconcertante. Un humidificador apropiadamente dimensionado, instalado en un sistema de aire forzado, puede minimizar o eliminar estas condiciones.

Para áreas donde el aire acondicionado es para uso corriente, humedades del 40 y el 60% son suficientes dando el efecto de bienestar, pero para aplicación en actividades industriales propiamente dichas, o en áreas de trabajo de condiciones de humedad específica, será necesario aplicar las consideraciones descritas anteriormente.

2.2 Propagación del calor

El calor es el valor medio de la energía intercambiada entre un sistema y el medio que le rodea, debido a los intercambios individuales de energía ocasionados por los choques entre moléculas del sistema y el medio.

En el sistema inglés, la unidad de calor es el julio, (J). Aunque desde hace años se ha utilizado la caloría (cal). La relación existente entre una y otra unidad es: $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$.

a. Calor específico

Es el calor necesario para elevar $1 \text{ }^\circ\text{C}$ la temperatura de 1 Kg . de una sustancia. En el sistema inglés (SI) se mide, usualmente, en $\text{KJ}/(\text{Kg. }^\circ\text{C})$.

b. Calor sensible

Es el calor introducido o extraído en la mezcla aire-vapor, para cambiar su temperatura pero sin variar el estado.

c. Calor latente

Se puede hablar de calor latente de vaporización, calor latente de sublimación y calor latente de fusión.

Es el calor requerido para evaporar la humedad que contiene una cantidad específica de aire.

La propagación de calor ocurre de un cuerpo a otro, o lo que es igual, que un cuerpo pierda su propio calor hasta establecerse el equilibrio térmico, se puede dar por tres formas diferentes, por conducción, por convección y por radiación.

2.2.1 Diferentes formas de transmisión de calor

Cuando el calor circula desde un cuerpo de alta temperatura a otro de menor temperatura, a través de las superficies en contacto de los cuerpos, la transmisión se ha dado por conducción.

La propagación por convección se verifica cuando el calor se transmite de un sólido caliente a un fluido o, recíprocamente de un fluido caliente a un sólido.

En la radiación, el calor se desplaza en línea recta a lo largo del espacio, desde un cuerpo de temperatura elevada a otro de temperatura inferior. La propagación del calor por radiación sucede de igual manera que la propagación de la luz; se desplaza en línea recta en todas las direcciones desde la fuente.

2.3 Balance térmico del cuerpo humano

El centro fundamental del proceso de aire acondicionado es la persona, por tal razón estudiaremos lo que ocurre en el cuerpo humano y cómo se ajusta a los cambios de temperatura que operan en su entorno.

La temperatura interna del cuerpo humano es de 37 ° C (98.6 ° F) aproximadamente, mientras que la de la parte exterior de su piel es de unos 21 ° C. Si la temperatura del aire o cualquier cuerpo adyacente a la piel es inferior o superior a los 21 ° C, se tiene la impresión anímica de frío o calor.

El calor generado por el cuerpo es variable y depende de la actividad desarrollada. Simultáneamente, el cuerpo pierde o gana calor según las circunstancias en que se encuentra el medio exterior. Cuando el calor es emitido libremente y la temperatura del cuerpo humano se conserva constante, cercana a los 37 ° C (98.6 ° F), sin molestias ni agobios, es decir, cuando el calor producido es igual al calor emitido, se dice que el cuerpo se sostiene en equilibrio homeotérmico, ya que el cuerpo está obligado a disipar el calor al mismo ritmo que lo produce o lo recibe para mantener estable su temperatura.

El cuerpo humano puede regular o controlar esta condición con cuatro métodos: convección, radiación, conducción y evaporación. Cuando está en un cuarto donde las condiciones de éste son muy calientes pero menos de 98.6 °F, en otras palabras, cuando la temperatura ambiente se encuentra a una temperatura inferior a la de la piel, se ocasionarán pérdidas por convección. Es decir, cuando un cuerpo se pone en contacto con aire más frío que él, pasa calor desde el cuerpo al aire por dicho método.

Cuando el cuerpo humano esté a mayor temperatura que las superficies cercanas, cederá calor por radiación a los objetos que estén a su alrededor. Simultáneamente, cede calor por conducción a la ropa, cama o a lo que esté en contacto con la piel. Si estas tres no son suficientes, las glándulas sudoríferas se abrirán, permitiendo que la humedad de la piel se evapore.

Para una mayor explicación, el órgano principal de la regulación térmica del cuerpo humano es la piel, que por intermedio de los nervios terminales detecta toda variación en las condiciones del ambiente (temperatura, humedad, velocidad del aire), informando al cerebro si la temperatura exterior está bajando o está subiendo para poner en marcha los mecanismos de acción, que es la evaporación.

De esta manera, si la temperatura del cuerpo aumenta, las glándulas sudoríferas entran en funcionamiento, eliminando de ese modo el calor, mediante la evaporación del agua contenida en el sudor que enfría la superficie de la piel o viceversa, si la temperatura exterior está descendiendo, los poros de la piel se cierran evitando que el cuerpo se desprenda de su humedad.

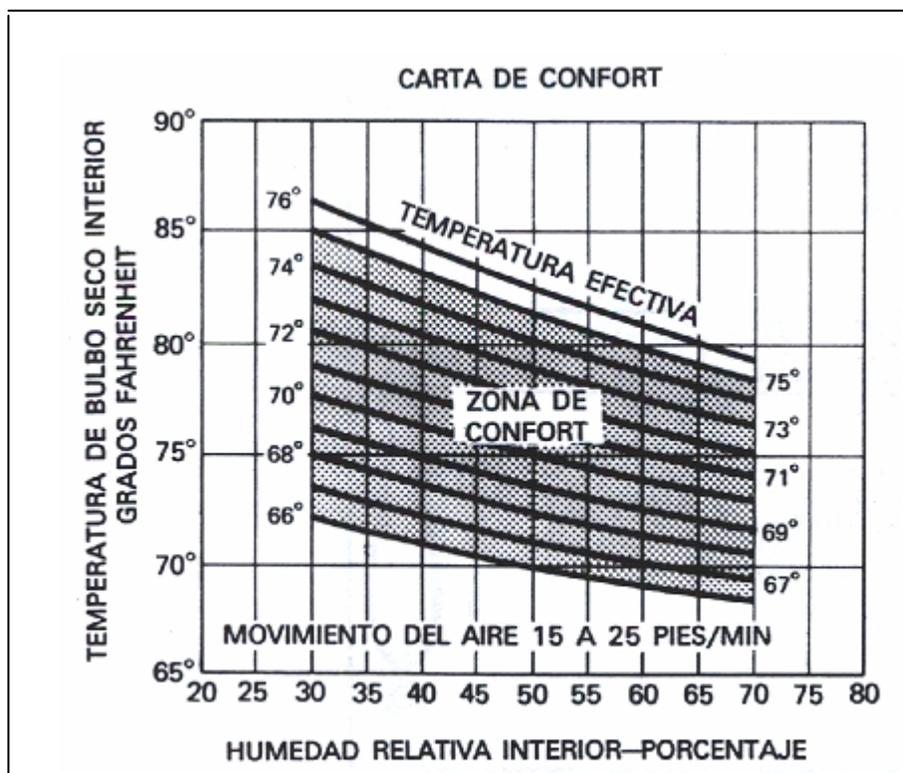
Si la humedad relativa del medio ambiente es muy alta impedirá un proceso evaporativo normal; e incluso con una humedad relativa superior al 95 %, prácticamente no existirán pérdidas de calor por evaporación. Ésta es una de las razones por la que en el aire acondicionado es importante controlar la humedad relativa y que nunca exceda de unos valores establecidos como ideales para no alterar el proceso metabólico que se da en el cuerpo humano.

Los factores mencionados anteriormente han obligado a realizar a muchas instituciones un proceso de investigación y análisis con respecto a las reacciones de las personas que son partícipes en un local acondicionado para establecer un rango de temperatura, humedad y movimiento del aire que proveerá el máximo de confort. Esto se conoce como la zona de confort.

Se encontró que con una velocidad de aire dada, varias combinaciones de temperaturas de bulbo seco y humedad relativa, daban la misma sensación de confort al 90 % de la gente. Así, pudo construirse una zona de confort como se muestra en la figura 7. De la zona de temperaturas efectivas, sombreada, puede determinarse que temperatura de bulbo seco y humedad relativa producirán ese efecto.

Cada combinación encontrada en la zona sombreada de la carta de confort se le conoce como temperatura efectiva (TE), que no es más que el rango de temperatura, humedad relativa y movimiento del aire necesario para la comodidad del cuerpo humano.

Figura 7. Carta de Confort



Fuente: Chacón Paz. **Manual de aire acondicionado y refrigeración**. Tomo 2. Pág. 372

La zona de confort, son unas condiciones dadas de temperatura y humedad relativa bajo las que se encuentra confortable la mayor parte de los seres humanos. Estas condiciones oscilan entre los 22 y 27 °C. (71 – 80 °F) de temperatura y el 40 al 60% de humedad relativa.

3. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA A ESTUDIAR

3.1 Análisis de la situación actual del área

El método que se utilizará para éste proyecto de aire acondicionado, es el de Jennings-Lewis, dicho método será aplicado para acondicionar el ambiente del área de Central de Equipos del Hospital San Juan de Dios.

En éste capítulo, se hace necesario el estudio del área mencionada anteriormente, con el fin de analizar todos los factores involucrados para una correcta implementación de aire acondicionado dentro del hospital.

La mayoría de los aparatos existentes en el área de Central de Equipos, son utilizados para esterilizar todo tipo de instrumento médico, dichos aparatos trabajan por medio de vapor y llevan por nombre autoclaves y son los máximos generadores de calor en dicha área.

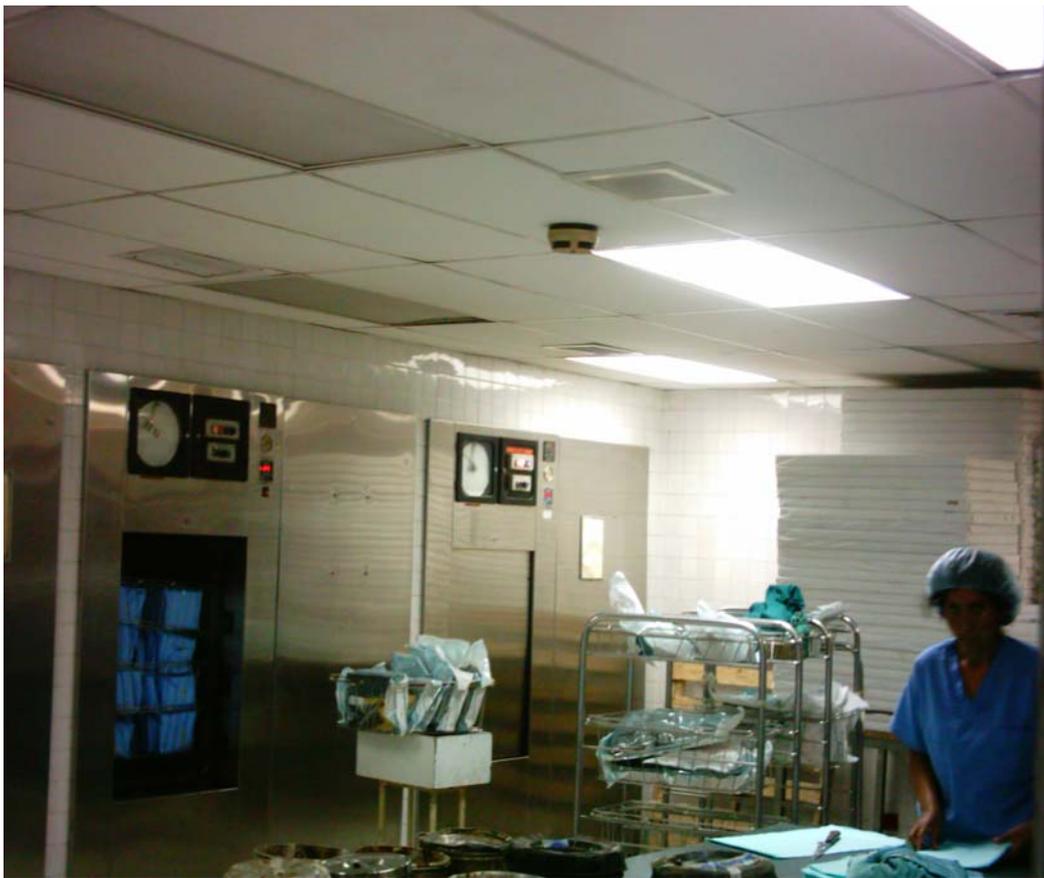
Se encuentran cuatro autoclaves en el área de esterilización (figura 8 y 9) y una en el pasillo principal, ésta última es independiente de las cuatro anteriores, pues funciona eléctricamente y tiene su propio calderín para producir el vapor y es utilizada cada vez que se da un servicio general.

Aunque son las autoclaves las máximas generadoras de calor, no debemos ignorar las dimensiones del local, el número de personas laborando, tipo de funciones que se realizan, lámparas y equipo eléctrico en uso, ya que también son elementos generadores de calor.

Como equipo eléctrico tenemos, planchas, computadoras y lámparas que están en funcionamiento las 24 horas del día.

A continuación se presenta la parte frontal de las autoclaves operando en el área de esterilización. Éstas operan 12 horas diarias aproximadamente realizando de 6 a 12 esterilizaciones por día.

Figura 8. Autoclaves



Fuente: Área de esterilización (autoclaves), hospital San Juan de Dios.

Figura 9. Área de esterilización



Fuente: Área de esterilización (autoclaves), hospital San Juan de Dios.

El área está conformada por varios ambientes aunque no están totalmente divididos, pero sí con funciones distintas como, el área de lavado pediatría y maternidad, el área de planchado y doblado, áreas de bodega de instrumento estéril, el área de lavado de guantes, el área de esterilización que es donde se ubican las autoclaves, y algunas oficinas.

Tomando en cuenta todos los ambientes seleccionados se estima aproximadamente un área de 264.7 m² (2846.67 p.c)

Los espacios adyacentes al área están acondicionados, ya que las paredes no dan al exterior, por lo tanto no existen ventanas que puedan darnos cargas mayores al local.

El número de personas que laboran en el área no se puede proporcionar como un dato fijo, pues éstas se rotan constantemente, por tal razón se calculó un promedio.

3.1.1 Descripción de las funciones que se realizan

La función principal del área de central de equipos consiste en el manejo y esterilización de todo equipo y producto utilizado en el hospital, tales como bandejas, tijeras, mangueras, sabanas, guantes, líquidos, etc.

Es en la recepción donde se recibe todo el equipo y luego es trasladado a la sala de esterilización, el equipo se prepara y se ingresa a las autoclaves, donde es esterilizado (figura 10).

El equipo esterilizado pasa al área de planchado y doblado y otros pasan al área de almacenaje (bodega de instrumental estéril).

Figura 10. Esterilización

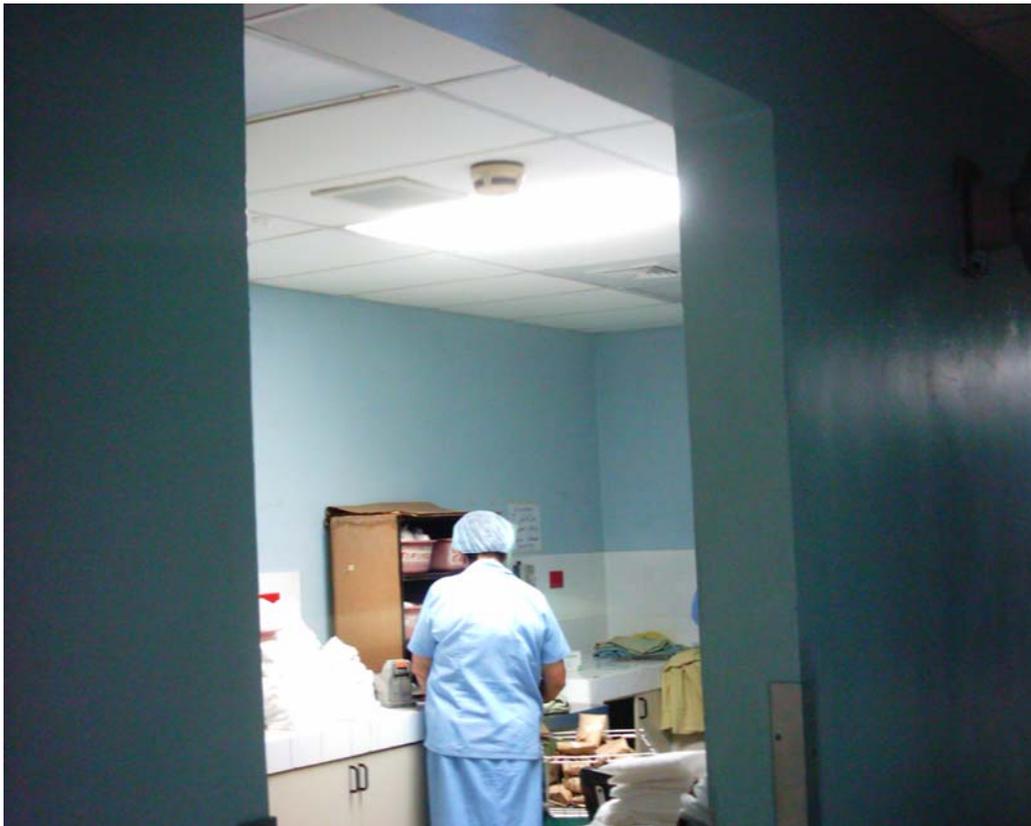


Fuente: Área de esterilización (autoclaves), hospital San Juan de Dios.

En pocas palabras la función principal del área de central de equipos es, la esterilización de todo el equipo médico, pues recordemos que es un trabajo delicado donde se debe tener al máximo el control de higiene y seguridad.

El equipo y material que entra para ser esterilizado puede venir infectado por una diversidad de microbios y bacterias, por tal razón no se puede ingresar al área si no se está debidamente protegido por una bata, gorro y guantes, tal como se muestra en la figura 8 y 11.

Figura 11. Área de pediatría y lavado



Fuente: Área de pediatría y lavado, hospital San Juan de Dios.

Por las descripciones de servicio, clasificamos las funciones de operación como trabajo moderadamente pesado, pues no es un trabajo forzoso pero la mayor parte del tiempo se pasa de pie.

Se labora las 24 horas del día, divididas en tres turnos, de 7:00 am – 13:00 pm, de 13:00 pm – 19:00 pm y de 19:00 pm – 7:00 am.

Las funciones administrativas se dan en las oficinas que recientemente fueron construidas, pues con el objeto de llevar un control inventariado del material y equipo que entra y sale de dicha área y también del que se queda almacenado hasta ser utilizado nuevamente.

También es en las oficinas donde se lleva el control del personal, pues como se había mencionado anteriormente, los trabajadores se están rotando constantemente, en otras palabras se turnan, de manera que se necesita cierto control para manejar ciertos cambios de horario de entrada y salida de todo el personal.

Dichas oficinas han generado calidad, orden y control al servicio en el área de central de equipos y por tal razón las tomamos en cuenta como funciones.

A continuación se muestra la entrada de unas de las oficinas administrativas del área de central de equipos del hospital San Juan de Dios, figura 12.

Figura 12. Oficinas administrativas



Fuente: Oficina administrativa, hospital San Juan de Dios.

Estas oficinas no se encuentran actualmente en el plano del área de central de equipos, pues fueron recientemente remodeladas como parte del programa de mejoramiento de esterilización y distribución de equipo hospitalario del hospital San Juan de Dios.

Existen varios procedimientos de esterilización, los más extendidos son: a base de vapor de agua o también llamado calor húmedo, en éste caso se usa los autoclaves, a base de aire caliente, para lo cual se usa hornos esterilizadores, y esterilización en frío (a base de vapores o gases de formaldehído o etileno), para lo cual se utilizan dispositivos especiales.

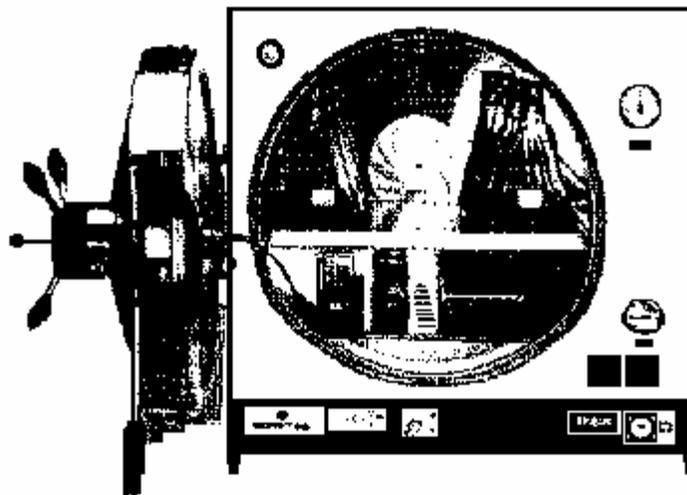
El calor húmedo en la forma de vapor saturado bajo presión, es el medio mas confiable conocido, para la destrucción de todas las formas de vida microbial.

El poder destructor de microbios esta compuesto de dos factores, los cuales son ambos esenciales: humedad y calor. El vapor atmosférico (que fluye) no tiene valor para la esterilización quirúrgica. También el agua hervida no es microbicida adecuado y su uso no debe ser recomendado cuando hay vapor bajo presión disponible. El vapor saturado tiene algunas características, las cuales se convierten en ventajas, estas son:

- Calentamiento y penetración rápida de los textiles o telas.
- La destrucción de esporas bacteriales más resistentes en un breve intervalo de exposición.
- El control fácil de la calidad y letalidad para los materiales y suministros.
- No deja residuo toxico en los materiales después del proceso de esterilización.
- Es el agente esterilizador más económico.

Hoy en cada hospital moderno, se encuentra una variedad de esterilizadores o autoclaves (ver figura 13), cada una realiza un servicio vital de protección del paciente y empleado contra la infección, pero todos están pendientes de la aplicación de ciertos principios fundamentales relacionados con el uso del vapor como agente esterilizador.

Figura 13. Autoclave vertical



Fuente: **Manual de operación de autoclave.** Pág. 2

Una correcta colocación del material a esterilizar dentro del autoclave ayudará a que la esterilización sea más eficiente y menos tardía, por lo tanto es aconsejable seguir ciertos pasos.

Los paquetes deben colocarse uno seguido del otro y siempre dejando espacios para que el vapor sea penetrado entre los paquetes, si se va a colocar sobre éstos otros paquetes hágalo cruzadamente y así sucesivamente hasta llenar la cámara.

Nunca introduzca material revuelto con otro tipo. Esto porque recuérdese que según la tabla de tiempos de esterilización, se esteriliza uno u otro o se quema. Siempre hágalo con un solo tipo de material.

Recuerde que el material estéril no dura más de tres días. Pasado este tiempo vuélvalo a esterilizar, siempre use cinta testigo que le indicará que el material ha pasado por este proceso.

El procedimiento de esterilización utilizado en el área de central de equipos del hospital San Juan de Dios es el del calor húmedo (a base de vapor de agua), debido a las ventajas mencionadas anteriormente y por que es la forma más económica de esterilizar y aún más cuando se trata de grandes masas pues es necesario mencionar que en dicha área se hacen en promedio unas nueve a doce esterilizaciones diarias.

Ésta es una de las razones principales por la cual el área pasa la mayor parte del tiempo con cargas excesivas de calor, pues la temperatura es muy elevada y la sensación de humedad muy perceptible, siendo incomodo para el personal que labora en dicho lugar.

3.1.2 Situación ambiental

Las condiciones ambientales en las que se encuentra el área de central de equipos son inadecuadas tanto para el personal como para las funciones que se realizan en dicha área. Por tal razón hemos apartado ésta sección para describir la importancia y necesidad que hay en incorporar un sistema de aire acondicionado, conociendo y analizando el ambiente previo a dicha instalación.

El ambiente puede ser un factor primordial para la eficiencia en el trabajo, ya que el cuerpo humano reacciona según las condiciones en las que esté presente.

Otro factor importante puede ser, el aumento de bacterias y microbios que vienen a contrarrestar la función principal de dicha área que es el de esterilizar.

La situación es crítica, ya que debido a las autoclaves el calor es insoportable, pues como mencionamos anteriormente estos equipos funcionan por medio de vapor y operan a más de 100 ° C (212 ° F), pues para la esterilización es necesaria tal temperatura.

Este calor generado por los aparatos se distribuye por toda el área, por conducción a través de las paredes, por radiación cuando se encuentran cerca de ellos, ocasionando un ambiente difícil e incomodo para laborar.

La recepción es el ambiente menos afectado por las autoclaves, por ser el área que está más retirada del cuarto de esterilización. No podemos decir lo mismo con el área de planchado y las oficinas, pues éstas están seguidas del área de esterilización lo cual provoca que el calor se transfiera a estos lugares ocasionando así, un ambiente desagradable.

3.1.3 Temperatura actual del local

Como mencionamos al inicio de éste capítulo, son las autoclaves las máximas generadoras de calor y por ende es en el área de esterilización (cuarto de autoclaves) donde se mantienen las temperaturas muy altas.

Se estimó tanto la temperatura actual de bulbo seco como la de bulbo húmedo y se calculó la humedad relativa respecto a estas temperaturas, utilizando la carta psicrométrica de 5,000 pies de elevación que es la que más se relaciona con la altitud de la ciudad capital, pues sabemos que estamos a una altura aproximada de 1,502 metros (4920 pies) sobre el nivel del mar.

La temperatura no es constante en toda el área de central de equipos, pues crece con forme se acerca al cuarto de esterilización. En la recepción (entrada), la temperatura es de 27 ° C (80.6 ° F), mientras que en las oficinas se mantiene a 28 ° C (82.4 ° F) y fue en el área de esterilización donde se dio la más alta, pues fue de 30 ° C (86 ° F).

La humedad es muy alta, pues el vapor de agua se siente fácilmente en el aire y existe una sensación de viscosidad lo cual hace difícil la estadía en dicho lugar. Por la irregularidad de temperaturas que existió en el área no podemos estimar una humedad relativa precisa, pues el aparato medidor que se utilizó solo nos proporcionaba la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo húmedo.

En la sección 2.1.2 se mencionó que el aire con humedad relativa igual al 100 % (aire saturado), el punto de rocío (PR) será igual a la temperatura real del ambiente considerado (temperatura de bulbo seco).

Aprovechamos la irregularidad para explicar con detalles el comportamiento de la humedad relativa cuando la temperatura de bulbo seco se acerca al punto de rocío.

Para llevar a cabo el calculo de la humedad relativa utilizamos todas las temperaturas de bulbo seco y dejamos constante la temperatura de bulbo húmedo que es de 25 ° C (77 ° F).

Utilizando el diagrama psicrométrico de 5,000 pies de elevación y las temperaturas de bulbo seco de 27 ° C (80.6 ° F), 28 ° C (82.4 ° F) y 30 ° C (86 ° F). Calculamos.

- TBS, 27 ° C (80.6 ° F).
TBH, 25 ° C (77 ° F)
PR, 24.3 ° C (75.7 ° F)
Humedad relativa de 85 %

- TBS, 28 ° C (82.4 ° F).
TBH, 25 ° C (77 ° F).
PR, 24 ° C (75.2 ° F).
Humedad relativa de 80 %

- TBS, 30 ° C (86 ° F).
TBH, 25 ° C (77 ° F).
PR, 23.2 ° C (73.7 ° F).
Humedad relativa de 67 %

Analizando los datos anteriores dejamos claro el comportamiento de la humedad relativa con respecto a la relación que existe entre la temperatura de bulbo seco y el punto de rocío, sabiendo que, entre mas se acerca la temperatura de bulbo seco a la del punto de rocío más grande es la humedad relativa.

3.1.4 Descripción física del área

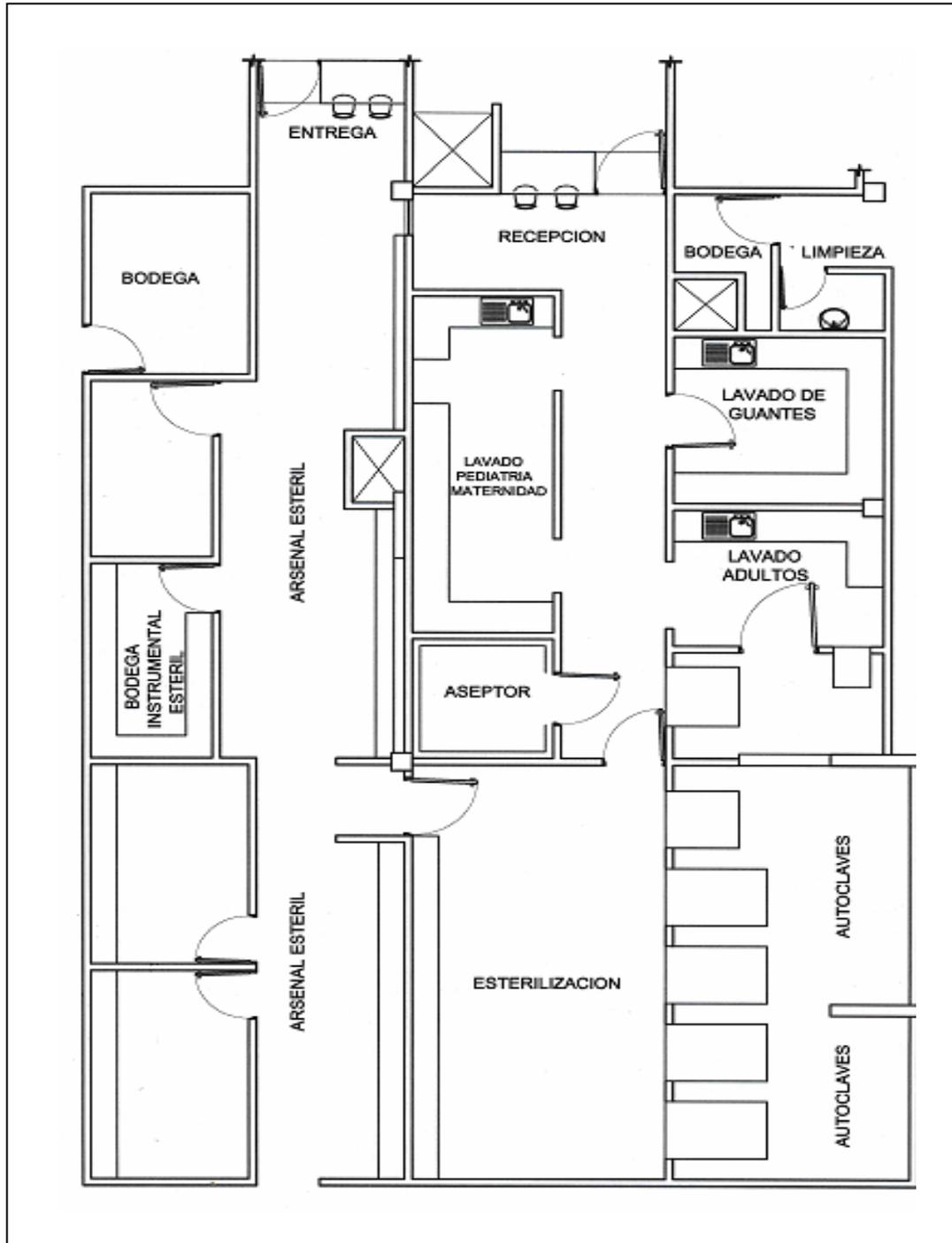
El análisis físico del área de central de equipos no solo nos ayudará a establecer una mejor distribución de carga, pues nos dará a conocer los distintos ambientes que hay dentro de ella y sus dimensiones para establecer el suministro de aire adecuado.

Como ya mencionamos, el área está conformada por varios ambientes aunque no están totalmente divididos, operan con funciones distintas como, el área de lavado pediatría y maternidad, el área de planchado y doblado, áreas de bodega de instrumento estéril, el área de lavado de guantes, el área de esterilización que es donde se ubican las autoclaves, y algunas oficinas.

Los espacios adyacentes al área están acondicionados, ya que las paredes no dan al exterior, por lo tanto no existen ventanas que puedan darnos cargas mayores al local. Dicho de otra forma, los rayos del sol no tienen contacto directo con el área que se está acondicionando.

En la figura 14 donde se presentan los distintos ambientes del área de central de equipos nos ayuda a ver con mejor claridad la distribución de las funciones y las secciones por las que esta conformada dicha área.

Figura 14. Área de central de equipos



Fuente: Área de central de equipos del hospital San Juan de Dios.

Para conocer las medidas exactas del área se tuvo que hacer una nueva medición ya que hay nuevas secciones que no estaban contempladas en el plano original tal es el caso de las oficinas, pues éstas fueron construidas recientemente como se menciona anteriormente.

El área mostrada en el plano expuesto anteriormente, tiene una longitud aproximada de 23.5 m (77.08 pies), con un ancho aproximado de 14.50 m (47.56 pies), pero el área que será acondicionada no es la del plano es su totalidad, pues existen unas secciones que no se tomaran en cuenta como en el caso del área trasera de las autoclaves, pues es allí donde se produce un exceso de temperatura y tomando en cuenta que no es un ambiente habitado se decidió aislarla del área analizada.

Como se muestra en el plano, el área de central de equipos esta conformada por dos corredores principales por donde se conectan las distintas áreas como lavado de guantes, lavado adultos, lavado pediatría y maternidad, mientras que el otro corredor conecta a la bodegas como arsenal estéril y bodega instrumental estéril como se muestra en las figuras 15 y 16.

Figura 15. Recepción



Fuente: Recepción, hospital San Juan de Dios.

Al fondo se muestra la recepción (entrada principal) donde se recibe todo el equipo y luego es trasladado a la sala de esterilización.

Figura 16. Arsenal estéril

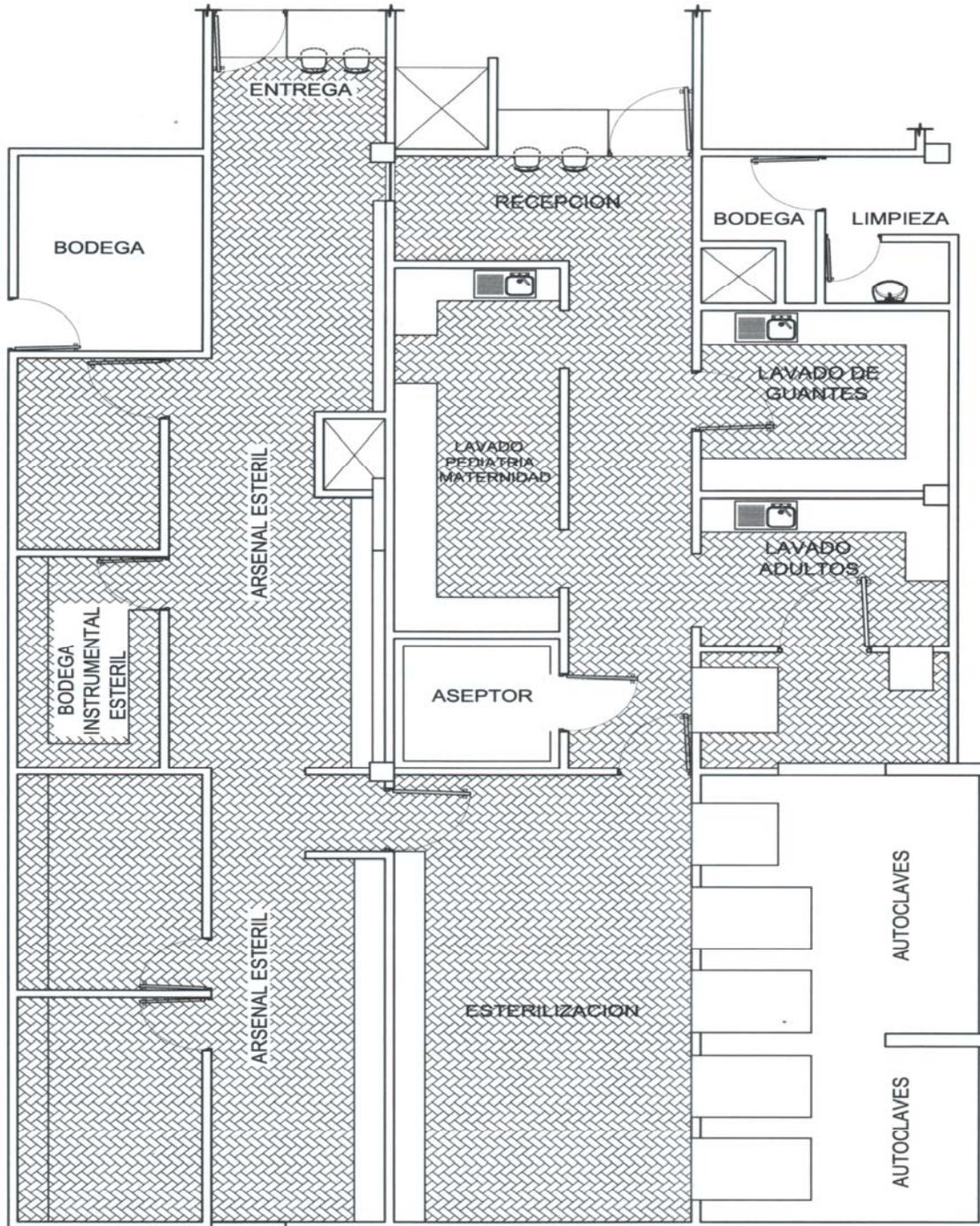


Fuente: Entrega, hospital San Juan de Dios.

Al fondo se muestra el área de entrega de todo el equipo esterilizado para ser de nuevo utilizado por el hospital, a los lados se muestra el arsenal estéril donde es almacenado dicho equipo.

El área achurada representa el espacio exacto a condicionar, pues como ya se menciona, hubo áreas restringidas por motivos de diseño y reducción de costos. (Figura 17).

Figura 17. Área a acondicionar



Fuente: Plano del área a acondicionar (central de equipos, hospital San Juan de Dios).

Tomando en cuenta todos los ambientes seleccionados, representados por las secciones achuradas de la figura anterior se estima aproximadamente un área de 264.7 m² (2846.67 p.c) que es la que se va a condicionar.

La altura del área de central de equipos es de 2.40 m (7.87 pies) del suelo al cielo falso y 1.80 m (5.9 pies) aproximadamente del cielo falso a la losa que es donde se encuentra la red de ductos, figura 18.

En el cielo falso se encuentran las rejillas de suministro, de retorno, sistema de la iluminación, sensores de humo y ventilación exterior como se muestra en las figuras 8 y 9.

Figura 18. Corredor principal



Fuente: Central de equipos, hospital San Juan de Dios.

3.2 Situación actual del equipo

La mayoría de los aparatos existentes en el área de Central de Equipos, son utilizados para esterilizar todo tipo de instrumento médico, dichos aparatos trabajan por medio de vapor y llevan por nombre autoclaves y son los máximos generadores de calor en dicha área.

El estado del equipo es irregular, siendo ésta una de las causas principales por la cual existe un elevado índice de calor, ya que tienen como función principal esterilizar y operan a base de vapor.

Las autoclaves están conectadas a un colector principal que va directamente al cuarto de calderas y es quien suministra de vapor a éstas.

El análisis de la situación se realiza con base en la descripción del equipo, las especificaciones del fabricante y, principalmente, los cuatro factores que controlan el proceso de tratamiento, humedad, movimiento de aire y distribución y limpieza.

3.2.1 Características técnicas del equipo

El modelo y las especificaciones de las autoclaves se describen en la siguiente tabla.

Tabla VI. Características de las autoclaves

No.	Marca	Modelo	Tipo	Consumo	Horas
1.	Getinge	1981	Vertical	2 Kw/208v/8.5A	12 hrs
2.	Getinge	1981	Vertical	2.7 Kw/208v/8.5A	
3.	Getinge	1981	Vertical	2.7 Kw/208v/8.5A	
4.	Getinge	1981	Vertical	2.7 Kw/208v/8.5A	

Los autoclaves que se especifican en la tabla anterior son las que se encuentran en la sala de esterilización y son las que trabajan a base de vapor, pero existe otra a un costado del corredor principal que es independiente de las demás, pues funciona eléctricamente y tiene su propio calderín para producir el vapor y es utilizada cada vez que se da un servicio general o cuando el hospital es exigido por mucha demanda.

Como equipo eléctrico tenemos, planchas, computadoras y lámparas que están en funcionamiento las 24 horas del día.

No podemos proporcionar un dato fijo del número de equipo eléctrico utilizado, pues todo depende de la demanda y la disponibilidad que exista en el área de central de equipos, por lo tanto se darán las especificaciones individuales en la siguiente tabla.

Tabla VII. Características técnicas del equipo eléctrico

No.	Tipo	Consumo	Uso (horas)
1.	Computadora	100-240v, 1.5A, 50/60Hz	12 hrs
2.	Planchas	120v/1000 w/60 Hz	24 hrs
3.	Lámparas	110v/40 w	24 hrs
4.	Otros	208v/1800 w	-----

En el capítulo siguiente se contemplará con mayor detalle la cantidad de aparatos que actualmente funcionan en promedio dentro del área de central de equipos.

3.2.2 Operación del equipo

El equipo con mayor actividad son las autoclaves, por tal razón procuraremos darles más énfasis ya que durante todo el proceso hemos acentuado que son las más importantes para llevar a cabo el funcionamiento y objetivo principal del área sin dejar de mencionar que son las máximas generadoras de calor.

Esta claro que la descripción de operación de una autoclave no es el tema a tratar pero no debemos olvidar que del buen uso del equipo depende el control de la carga existente en el lugar, por ejemplo, en una esterilización de algún material en particular que esté destinada para hacerse en 30 minutos se haga en 50 minutos implica 20 minutos mas de consumo de energía y generación de calor al área, pues de éste modo se estaría forzando el equipo de aire acondicionado, por lo tanto debemos considerar las posibilidades de sobrecargas en el área a condicionar.

Como ya se hizo mención, existen varios procedimientos de esterilización, los más amplios son: a base de vapor de agua o también llamado calor húmedo, en éste caso se usa los autoclaves y es el procedimiento utilizado en el área de central de equipos del hospital.

El calor húmedo en la forma de vapor saturado bajo presión, es el medio mas confiable conocido, para la destrucción de todas las formas de vida microbial, pues es más económico y el más comúnmente utilizado por los hospitales.

A continuación se expondrán ciertos procedimientos para una correcta operación del autoclave y así mejorar las condiciones ambientales dentro del lugar de trabajo.

- Verifique que la caja térmica esté con dados térmicos bajados (off), llene de agua el tanque del autoclave hasta el nivel indicado, luego suba los dados térmicos a la posición de encendido (on). La red debe ser de voltaje apropiado según el indicado por el fabricante.
- Buscar el control de selector de ciclos, y seleccionar el modo de llenado (fill), que indica que el autoclave encenderá y que el agua comienza a pasar del tanque hacia la cámara. Entonces hay que inspeccionar el nivel del agua de la cámara, lo cual generalmente se hace abriendo la puerta y levantando una palanca.
- Después que se ha llenado el nivel de la cámara, seleccione con el control selector de ciclos el modo esterilizador (sterilize). Esto indica que el agua del tanque ya no pasará, estando listo para ser cargada de material la cámara. Una vez cargada cierre suavemente la puerta y asegúrela suavemente, para protección del empaque, por ser este muy frágil.
- Espere que los instrumentos de lectura de temperatura y presión marquen los niveles programados (ver al final de éstos, la tabla de tiempos de esterilización). Inspeccione que el indicador de esterilización indique su realización.

- Programe el tiempo de esterilización de acuerdo a la tabla presentada en este manual. Esto se realiza mediante un “timer” o temporizador. Espere que este temporizador (reloj) llegue a cero, generalmente los autoclaves presentan una alarma que indicará la finalización de este ciclo. Con el control selector de ciclos, seleccione ventilación (vent), lo que indica que hay que desalojar la presión que se encuentra en cámara y sea depositada nuevamente en el tanque de agua.
- Espere que los manómetros de temperatura bajen, hasta que el indicador de puerta abierta (open door) nos lo indique, o espere uno 6 minutos después de haber terminado el ciclo de esterilización, antes de abrir la puerta.
- Para proceder a abrir la puerta, hágalo con mucho cuidado no bruscamente. Esto para la seguridad del material que se encuentra adentro de la cámara. En la mayoría de los autoclaves se presiona un botón (push botton) y se levanta la palanca, después de esto, el tiempo de secado al material estéril, generalmente es de 6 a 10 minutos.
- Si va a seguir esterilizando, no apague el equipo pues este debe estar siempre en precalentamiento, pero si no lo usará más apáguelo.

En esterilizaciones de emergencia, el autoclave tiene un dispositivo que se encuentra e la parte frontal del equipo (generalmente), llamado control de temperatura, el cual hace que suba o baje la temperatura y presión. Si lo coloca en su máximo valor, el tiempo de esterilización será menor. Para saberlo consulte el manual del fabricante, o puede usar las siguientes medidas; 270 °F = 132 °C, P = 30 psi; lo cual le dará un tiempo de esterilización de 6 minutos.

Los pasos a seguir serán los mismos mencionados anteriormente. Ahora bien, todo depende del tipo de material que se va a esterilizar, pues los tiempos variarían con respecto a éste factor.

Para la esterilización de agua o líquidos, todos los pasos mencionados anteriormente son iguales, excepto que los líquidos no se les da ventilación, esto por seguridad de los líquidos y de los depósitos (estos se quiebran). Para que esto no suceda, como ya se dijo no se debe dar ventilación, sino apagar el equipo con esa presión y espere que el manómetro de presión indique entre 10 y 15 psi, hasta en ese momento seleccionar el modo ventilación.

Son cuatro autoclaves las que operan actualmente en el área de central de equipos y trabajan a temperaturas de: 148 °C, 126 °C, 123 °C. Esto nos indica que en promedio trabajan a una temperatura de 270 °F (132 °C).

El tiempo de trabajo de los autoclaves esta conformado de 5:00 am a 5:00 pm, realizando de 9 a 12 esterilizaciones promedio. Cuando una esterilización tarda más de 60 minutos se cataloga como una esterilización de mala calidad y una de las razones principales podría girar en la mala calidad de vapor. La mayoría de las esterilizaciones en el área de central de equipos se hacen en 30 minutos promedios, pues el material a esterilizar más común son las sabanas o cualquier tipo de textil.

A continuación se presenta una tabla de tiempos de esterilización, ya que del tiempo, temperatura y presión usadas en la esterilización depende el éxito alcanzado. Generalmente los datos presión y temperatura son fijados, y el único factor que varía es el tiempo.

Los materiales necesitan diferentes tiempos de esterilización dependiendo de su textura, porosidad, y otras características propias de cada material. Algunos materiales como el hule, necesitan poco tiempo, mientras otros como el metal quirúrgico necesitan más. Los siguientes datos han sido tomados para una temperatura de esterilización de 250 °F (121 °C) a 15-20 psi.

Tabla VIII. Tiempos de esterilización

Tipo de material	Tiempo de esterilización
Guantes de hule, jeringas, material de curación etc.	15 minutos
Los líquidos (cualquier líquido).	20 minutos
Los cristales o vidrios.	25 minutos
Ropa (cualquier clase de textil).	30 minutos.
Material duro o cualquier metal. Nota: No mezcle material de diferentes tipos.	45 minutos.

Fuente: **Manual de operación de autoclave.** Pág. 5

4. ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE

4.1 Datos para el cálculo

En el presente capítulo reuniremos todos los datos necesarios para establecer la carga de refrigeración precisa para vencer la carga existente en el área de central de equipos del hospital San Juan de Dios.

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort, o bien las necesarias para la conservación de un producto o para un proceso de mejoramiento laboral. Para conseguirlo debe instalarse un equipo acondicionador de capacidad adecuada y mantener su control durante todo el año. La capacidad del equipo se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real o efectiva; el tipo de control a utilizar dependerá de las condiciones que deben mantenerse durante las cargas máxima y parcial.

Generalmente, es imposible medir las cargas reales máximas o parciales en un espacio dado, por lo que es necesario hacer un cálculo a la estima de dichas cargas, y a este fin han sido compilados los datos que se presentaran en la sección 4.2 del presente trabajo.

Los factores a considerar para el estudio de un sistema de aire acondicionado, a fin de lograr los estándares determinados, son: temperatura (enfriamiento o calefacción), contenido de humedad (humidificación o deshumidificación), movimiento del aire (circulación), limpieza del aire (pureza) y ventilación (introducción de aire exterior); por lo que, conociendo su importancia, se debe evaluar el comportamiento de estos parámetros en nuestro país, para tener una referencia sobre los cambios que sufren durante el año.

Con base en lo descrito anteriormente, se tomó en cuenta las condiciones exteriores, sabiendo que la república de Guatemala se caracteriza por un clima tropical por formar parte de los trópicos, encontrándose localizada entre el trópico de Cáncer (23.5° N) y de Capricornio (23.5° S).

Sin embargo, dentro del contexto geográfico, el país presenta una serie de accidentes topográficos que generan climas locales que van desde secos hasta muy húmedos. Tal razón nos obliga a recopilar datos climatológicos del país para mantener una estadística.

Al consultar la información obtenida del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), se advierte que el país está dividido e una serie de estaciones climatológicas, las cuales se listan en la tabla IX.

Tabla IX. Estaciones climatológicas

Localidad	Elevación (Msnm).	temperaturas C°	Absolutas	Precipitación	Brillo Solar	Humedad Relativa	Vel. Viento	Evaporación
		Max - Min	Max - Min	Milímetros	Total/Hrs/ Promedio Mes.	en %	Kms/hr.	en Milímetros
Departamento de Chiquimula :								
Esquipulas	950	27.4 – 17.01	38.0 - 6.2	1551.6	186.4	83	6.8	134.4
Camotan	450	31.6 - 19.9	39.0 - 12.7	963.7	-99	70	-99	-99
Ipala	828	29.8 - 17.5	36.5 - 10.8	920.1	-99	69	-99	-99
Departamento de Escuintla :								
Escuintla	730	29.4 - 18.1	36.5 - 10.0	3124.8	-99	79	-99	96.3
Sta. Lucia Cotz. Camantulul	280	31.9 - 19.1	35.8 - 13.8	3516.1	-99	78	-99	128.4
Tiquisate	70	34.1 - 21.2	38.1 - 16.5	2016	-99	75	-99	-99
Departamento de Guatemala :								
Guatemala,INSIVUMEH	1502	24.5 - 14.0	33.4 - 4.2	1196.8	203.6	78	17.7	120.2
Guatemala,Florinda	1470	25.4 - 15.7	34.5 - 7.0	1310.3	-99	-99	-99	-99
Sn. Migel Petapa.	1260	26.3 - 16.4	33.0 - 8.0	1093.7	-99	-99	-99	-99
Amatitlan	1189	27.5 - 14.5	31.8 - 8.0	924	-99	76	-99	-99
San José Pinula	1650	22.8 - 11.7	28.8 - 3.9	1639.3	166.9	84	-99	-99
San Pedro Sacatepequez	1400	25.8 - 13.9	36.5 - 5.0	1031.9	-99	78	-99	131
Villa Canales	1120	29.0 - 16.1	33.9 - 8.1	1523.9	173.8	78	-99	-99
Departamento de Jalapa :								
Jalapa	1760	21.7 - 8.7	29.8 - -4.0	1002.8	-99	83	-99	-99
Monjas	960	28.6 - 15.3	36.2 - 2.5	974.6	213.9	69	6.3	150.9
Departamento de Jutiapa :								
Asunción Mita	478	32.5 - 21.6	40.5 - 10.0	1241.3	246.5	66	20.1	159.8
Moyuta	10	33.6 - 19.9	40.0 - 5.2	1389.4	228.4	76	2.1	150.8
Quezada	980	29.1 - 15.7	39.9 - 2.5	1104.1	-99	77	-99	-99
Departamento de Zacapa :								
Estanzuela	210	34.1 - 21.2	45.0 - 7.0	652.3	232.7	70	8	220.3
La Union	8	25.9 - 17.9	38.5 - 4.4	1592.1	-99	80	-99	-99
Rio Hondo	260	33.5 - 20.3	42.0 - 9.0	721.3	-99	72	-99	-99

Fuente: INSIVUMEH. Récord anual de temperaturas.

Al observar la posición geográfica del hospital, tomaremos como estación climatológica para la ciudad de Guatemala una latitud de 14 ° 35' 11" y una longitud de 90 ° 31' 58".

El análisis se refiere a los factores exteriores (temperatura y humedad relativa) que afectan a los ambientes acondicionados. El objetivo del mismo es conocer el comportamiento promedio de estas condiciones a lo largo del año, en el área geográfica cercana al hospital, para tener una base para el sistema de aire acondicionado.

Al evaluar los datos presentados en las tablas, se observa que la temperatura mínima se encuentra en el mes de enero con un valor promedio de 9.8 °C aproximadamente, mientras que la temperatura máxima anual se presenta en el mes de abril con un valor promedio de 27 °C. Al efectuar la comparación entre las temperaturas límites y las ocurridas en los otros meses, no existe una diferencia extrema, como es el caso de otros países.

La humedad relativa se analizó con base en dos situaciones en particular, como son los meses lluviosos de mayo a octubre y los meses secos noviembre y abril. En el primer caso, la humedad relativa, se encuentra en un valor promedio de 82 % y en el segundo caso tiene un promedio de 74 %.

Para determinar las condiciones exteriores para el diseño de un sistema de aire acondicionado, el criterio más comúnmente aceptado es el de adoptar las temperaturas recomendadas por parte de ASHRAE, institución que presenta una serie de datos para determinados países y ciudades. Se utilizarán los datos de ASHRAE debido a que los proporcionados por el INSIVUMEH son un

promedio de las condiciones ambientales exteriores durante el día y noche, y no reflejan un indicativo de las condiciones máximas que puedan presentarse.

Para el valle de Guatemala se utilizan los siguientes valores:

Temperatura de bulbo seco: 83 °F = 28.33 °C

Temperatura de bulbo húmedo: 70 °F = 21.11 °C

Humedad relativa: 55 %

4.1.1 Dimensión del local

Como características del local y fuentes de carga térmica para una estimación realista de las cargas de refrigeración y calefacción es requisito fundamental el estudio riguroso de los componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado.

Es indispensable en la estimación que el estudio sea preciso y completo, no debiendo subestimarse su importancia. Forman parte de este estudio los planos de detalles mecánicos y arquitectónicos, croquis sobre el terreno y en algunos casos fotografías de aspecto importantes de local, tal como se ha venido presentando. En todo caso deben considerarse los siguientes aspectos físicos.

1. Orientación del edificio. Situación del local a acondicionar con respecto a
 - a) Puntos cardinales: efectos del sol y viento.
 - b) Estructuras permanentes próximas: efectos de sombra.
 - c) Superficies reflectantes: agua, arena, lugares de estacionamiento.

2. Destino del local: oficina, hospital, local de ventas, fábricas, taller de montaje etc.

3. Dimensiones del local o locales: largo, ancho y alto.
4. Altura de techo: de suelo a suelo, de suelo a techo, espacio entre el cielo raso y las vigas.
5. Materiales de construcción: materiales y espesor de paredes, techos, suelos y tabiques y su posición relativa en la estructura.
6. Condiciones de circunambiente: color exterior de las paredes y techumbre, sombra proyectada por edificios adyacentes y luz solar. Áticos: ventilados o sin ventilar, por gravedad o ventilación forzada. Espacios circundantes acondicionados o no; temperatura de los no acondicionados, tales como salas de calderas, cocinas, etc. Suelo sobre tierra, levantado o sótano.
7. Ventanas: dimensiones y situación, marcos de madera o metal, cristal simple o múltiple, tipo de persiana, dimensiones de los salientes de las ventanas y distancia del arco de la ventana a la cara exterior de la pared.
8. Puertas: situación, tipo, dimensiones y frecuencia de empleo.
9. Ocupantes: número, tiempo de ocupación, naturaleza de su actividad, alguna concentración especial. Algunas veces es preciso estimar los ocupantes a base de metros cuadrados por persona o promedio de circulación.

10. Alumbrado: potencia en la hora punta. Tipo: incandescentes, fluorescentes, directo o indirecto. Si el alumbrado es directo debe ser previsto el tipo de ventilación que tiene y el sistema de salida y alimentación del aire. Si se carece de información exacta se recurre a hacer un cálculo de la iluminación en vatios por metro cuadrado.
11. Motores: situación, potencia nominal y empleo. Este último dato es muy importante y debe valorarse cuidadosamente. La potencia de entrada de los motores eléctricos no es necesariamente igual a la potencia útil dividida por el rendimiento. Frecuentemente los motores trabajan con una permanente sobrecarga o bien por debajo de capacidad nominal. Es siempre conveniente medir la potencia consumida, cuando sea posible, esto es muy importante en los proyectos de instalaciones industriales en las que la mayor parte de la carga térmica se debe a la maquinaria.
12. Utensilios, maquinaria comercial, equipo electrónico: situación, potencia indicada, consumo de vapor o gas, cantidad de aire extraído o necesario y su empleo.
13. Ventilación: metro cúbicos por persona o por metro cuadrado.
14. Almacenamiento térmico: comprende el horario de funcionamiento del sistema (12, 16 o 24 horas al día) con especificación de las condiciones punta exteriores, variación admisible de temperatura en el espacio durante el día, alfombras en el suelo, naturaleza de los materiales superficiales que rodean el espacio acondicionado.

15. Funcionamiento continuo o intermitente: si el sistema debe funcionar cada día laborable durante la temporada de refrigeración o solamente en ocasiones, como ocurre en las iglesias o salones de baile. Si el funcionamiento es intermitente hay que determinar el tiempo disponible para la refrigeración previa o pre enfriamiento.

Luego de haber analizado cada aspecto físico del lugar, nos corresponde establecer las dimensiones del local como se expone en la tercera condición nombrada anteriormente.

El área está conformada por varios ambientes aunque no están totalmente divididos, operan con funciones distintas como, el área de lavado pediatría y maternidad, el área de planchado y doblado, áreas de bodega de instrumento estéril, el área de lavado de guantes, el área de esterilización y dos oficinas.

En el capítulo 3, figura 12, se muestra el área del local en su totalidad; tiene una longitud aproximada de 23.5 m (77.08 pies), con un ancho aproximado de 14.50 m (47.56 pies) y una altura de 2.40 m (7.87 pies) del suelo al cielo falso y 1.80 m (5.9 pies) aproximadamente del cielo falso a la losa. Pero el espacio a acondicionar no es la del plano es su totalidad, pues existen unas secciones que no se tomaran en cuenta como en el caso del área trasera de las autoclaves, que por ser un ambiente no habitado y darse allí las temperaturas mas elevadas se decidió aislarse completamente del área a acondicionar.

Entonces el área exacta que tomaremos en cuenta por las secciones achuradas representadas en la figura 17 del capítulo 3, son:

1. Pasillo principal (recepción).
2. Lavado pediatría y maternidad.
3. Lavado de guantes.
4. Lavado adultos.
5. Área esterilización.
6. Pasillo de entrega (arsenal estéril).
7. Oficinas
8. Bodegas instrumental estéril.

Tomando en cuenta todos los ambientes ya descritos, representados por las secciones achuradas de la figura 17 se estima aproximadamente un área de 264.6 m² (2846.67 p.c) que es la que se va a condicionar.

4.1.2 Lámparas y equipo eléctrico en uso

El área esta conformada por lámparas del tipo fluorescentes (candelas) con una potencia de 40 watts. El número de candelas están distribuidas de acuerdo a los metros cuadrados por los que está conformada cada sección, como se muestra en la tabla X.

Como ya se hizo mención, el equipo eléctrico más utilizado son las planchas y computadoras mostradas en la tabla VII.

Tabla X. Iluminación por ambiente.

Ambiente	Modular(4 unidades)	Unidades	Consumo
Pasillo principal	5	20	800 w
Lavado pediatría	3	12	480 w
Lavado de guantes	3	12	480 w
Lavado adultos	6	24	960 w
Área esterilización	12	48	1920 w
Pasillo arsenal estéril	10	40	1600 w
Oficinas	4	16	640 w
Bodegas instrumental estéril	2	8	320 w
Consumo total por iluminación	45	180	7200 w

Como no podemos establecer un dato fijo del número de equipo eléctrico que es utilizado por día, usaremos un promedio y estimamos que normalmente son utilizadas 2 planchas con un consumo individual de 1000 watts, una secadora que no es frecuentemente utilizada con un consumo de 1800 watts. (Ver tablas VI Y VII).

Esta claro el gran consumo que existe, pues no esta demás mencionar que la iluminación trabaja las 24 horas del día, las autoclaves con un consumo de 2.7 kw, 12 horas al día y así el resto del equipo eléctrico, por tal razón no podemos despreciar este factor físico mencionado en la lista de la sección 4.1.1, (aspectos físicos, 10, 11, 12, 14 y 15).

En total tenemos un consumo de 7200 w por iluminación, 10100 w por autoclaves, 2000 w por planchas en uso, siendo equivalente a 19300 w = 19.3 kw.

4.1.3 Calor desprendido por los ocupantes del local

El cuerpo humano es un maquina que continuamente produce calor por la oxidación de la comida, proceso que es llamado metabolismo. Este calor producido por el cuerpo es constantemente disipado hacia sus alrededores en forma directa a la que se está produciendo para mantener una temperatura constante.

Existen tres maneras para que el cuerpo humano pierda automáticamente el calor: Por convección, por radiación y por evaporación.

En el proceso de convección, el aire cercano al cuerpo, si tiene una menor temperatura, recibe el calor de éste y lo lleva, luego es reemplazado por más aire el cual de la misma manera al recibir el calor lo disipa, siendo así un proceso constante. El aire caliente es llevado de forma natural hacia arriba porque es menos denso que el aire frío.

En el proceso de radiación, el cuerpo irradia calor directamente hacia los objetos que tienen una menor temperatura y viceversa, si el objeto tienen mayor temperatura éste cede calor al cuerpo provocando así un equilibrio térmico. Mientras que en el proceso de evaporación el cuerpo humano pierde el calor por transpiración, el sudor se evapora debido a la circulación del aire exterior y refresca el cuerpo.

La sensación de calor o frío que experimenta el cuerpo humano se debe a la acción conjunta a la temperatura del aire, humedad relativa y movimiento del aire.

Para evaluar el efecto compuesto de estos factores, se emplea el término temperatura efectiva (TE), que se define como el índice que expresa el efecto compuesto de la temperatura del aire, humedad relativa y movimiento del aire sobre el cuerpo humano.

Es lógico que si la humedad relativa es muy baja, puede suceder muy rápida la evaporación de humedad en la superficie de la piel y puede causar un enfriamiento excesivo. En este caso, experimentará comodidad al estar muy seca la superficie de la piel con la temperatura del bulbo seco muy alta.

Por otra parte si la humedad relativa es muy alta, puede prácticamente obstruirse la evaporación de la superficie de la piel, pudiendo sentirse cómoda con una baja temperatura de bulbo seco, al no tener enfriamiento por evaporación.

En lugares más fríos, la radiación, la conducción y convección, tienden a darse más rápidamente, requiriendo vestuario para aislar y mantener el calor del cuerpo. La evaporación se hace mínima cuando decrece la cantidad de sudor en la piel.

El calor que debe ser disipado por el cuerpo humano no es constante, sino que varía con el grado de actividad y las condiciones atmosféricas, cuando éstas no están en la zona de comodidad y con el individuo, (tabla XI).

La masa corporal del cuerpo humano puede ser un factor muy importante a considerar, tomando en cuenta que, una persona de mayor masa tiende a generar más calor que una de menor o viceversa.

La concentración de olores en un cuarto depende de numerosos factores, incluyendo las costumbres dietéticas e higiénicas de los ocupantes, el tipo y la cantidad de aire exterior suministrado, el volumen del local por ocupante y el tipo de fuentes de olor.

Tabla XI. Ganancia de calor por personas

Actividad	Típica Aplicación	Calor total	Calor total	Temperatura Bulbo Seco de la Habitación							
		disipado	disipado	82 ° F		80 ° F		75 ° F		70 ° F	
		adultos	mejora	Btu/hr		Btu/hr		Btu/hr		Btu/hr	
		(Btuh)	(Btuh)	Qs	Ql	Qs	Ql	Qs	Ql	Qs	Ql
Sentados en reposo	Teatro	390	350	175	175	195	155	230	120	260	90
Sentados, trabajo ligero	Escuela, restaurante	450	400	180	220	195	205	240	160	275	125
Trabajo moderado activo	Oficina, hotel, apartamento	475	450	180	270	200	250	245	205	285	165
Parado caminando lento	Sala operación.	550									
Caminando de pie, sentado	Farmacia	550	500	180	320	200	300	255	245	290	210
	Banco	550									
Trabajo sedentario	Restaurante	500	550	190	360	220	330	280	270	320	230
Trabajo de banco ligero	Fábrica, trabajo ligero	800	750	190	560	220	530	295	455	365	385
Bailando moderado	Salón de baile	900	850	220	630	245	605	325	525	400	450
Caminando, 3mph	Fábrica, trabajo fuerte	1000	1000	270	730	300	700	380	620	460	540
Trabajo pesado	Industrial	1500	1450	450	1000	465	985	525	925	605	845

Fuente: Jennings y Burgess. Aire acondicionado. Pág. 198

Para satisfacer las condiciones mínimas de ventilación con respecto a los olores y pureza se tienen cantidades de aire recirculado mayor a las cantidades necesarias. Para una aplicación general, una buena regla es la de mezclar un mínimo de 10 pie³/min por persona de aire exterior con 20 pie³/ min de aire recirculado.

Debido a la rotación del personal en el área de central de equipos no pudimos establecer la cantidad de personas como un dato exacto, por lo tanto establecemos un promedio aproximado de 20 personas.

4.1.4 Ventilación o infiltración

A pesar de que el sistema de aire acondicionado hace una renovación del aire circulante dentro del local es necesario introducir aire exterior, ya que de no realizarse, la respiración sería dificultosa y molesta, sin mencionar al tipo de local que nos referimos.

La cantidad de aire necesario para efectuar una ventilación adecuada depende de ciertos factores: características del local, actividad a que está destinado, calor a disipar y sólidos a transportar.

La ventilación trata únicamente y exclusivamente del movimiento del aire, no puede modificar las características del aire trasladado: humedad, temperatura.

Con el fin de que el aire existente en el interior de local sea saludable, será necesario renovarlo cada cierto tiempo. Esta renovación deberá ser acorde con el nivel de elementos contaminantes que existan en el lugar.

En efecto, la actividad que se esté llevando a cabo en el interior del local condicionará el grado de polución producida en el mismo, y será además muy diferente según los casos. Para establecer el nivel adecuado de la renovación de aire en nuestro local, se debe hacer previamente un cálculo de necesidades de ventilación.

EL objetivo del cálculo es conocer la cantidad de aire que debe renovarse por hora; para ello, habrá que considerar tres factores: volumen del local, cantidad de personas y actividades desarrolladas en el interior del local.

En el caso de infiltración por puertas que se encuentren normalmente abiertas, se deberán tomar sus dimensiones en pie lineales y establecer un promedio de las veces que ésta es utilizada (frecuencia de empleo).

4.1.5 Construcción del local

En este espacio se deberá considerar el material y espesor de paredes, techos, suelos y tabiques y su posición relativa en la construcción.

El techo del área de Central de Equipos del Hospital San Juan de Dios cumple con las condiciones y requerimientos para la instalación de un sistema de aire acondicionado, ya que cuenta con el espacio considerado entre la losa y el cielo falso para la distribución de la red de ductos.

Por las características del techo, lo clasificamos como losa maciza de concreto reforzado, no está totalmente aislado pero tiene un espesor considerable que disipa el calor producido por los efectos del sol.

Uno de los factores principales, para el estudio de un sistema de aire acondicionado, son las paredes; pues de éste depende la transferencia de calor por conducción hacia el interior del local. En el área de Central de Equipos no será tan determinante este factor, ya que ninguna pared por la que esta circulado el local da al exterior. La pared es de mampostería reforzada.

Debido a que el área se encuentra en la parte interna del hospital y que la única parte de la infraestructura con contacto directo al sol es el techo, se convierte en una ventaja para dicha área, ya que la transferencia de calor es menor, por tal razón no consideraremos este factor como determinante para el cálculo de la carga.

4.2 Proceso de cálculos

Consideradas ya, todas las fuentes de calor originadas por diversos medios como:

- dimensión del local;
- carga de calor por maquinaria, aparatos, alumbrado y equipo de combustión;
- carga de calor por los ocupantes (sensible y latente);
- calor y humedad introducidos con la infiltración de aire;
- transmisión de calor a través de obstáculos como barreras tales como paredes, puertas, ventanas, cielos falsos y pisos, el causado por las diferentes temperaturas que se tienen en los dos lados de la barrera.

Ahora bien, la temperatura mínima es determinada por el arreglo que se tenga en cada sistema, por la necesidad de evitar tiros de aire de paso por zonas más frías, por la altura del techo y por el alcance o el tiro necesario de rejillas.

Las fórmulas que se presentan a continuación son las empleadas para el procedimiento de cálculo de la carga de enfriamiento:

- El factor sensible de la carga de enfriamiento es obtenido del cociente del calor sensible entre el calor total:

$$\text{SHR} = Q_s / (Q_s + Q_l), \quad \text{donde}$$

SHR = factor sensible

Q_s = calor sensible, Btu/hr

Q_l = calor latente, Btu/hr

- Para calcular la cantidad mínima de aire a suministrar al espacio, se da por medio de:

$$W_s = Q_s / [(0.244 \times (T_R - T_s))], \quad \text{donde:}$$

W_s = cantidad mínima de aire a suministrar, lb aire seco / hr

T_R = temperatura del espacio interior (área de central de equipos), ° F

T_s = temperatura aire de suministro, ° F.

C_p = calor específico del aire húmedo (0.22449), Btu /lb/° F.

- El volumen de aire por minuto a suministrar al local, CFM s:

$$\text{CFM s} = W_s * (1/60) * V_s$$

V_s = volumen específico a temperatura del aire de suministro, ° F

- El volumen de aire por minuto a suministrar al equipo debido a las personas, CFM oa:

$$\text{CFMoa} = \text{CFM/persona (factor, 15)} * \text{numero de personas}$$

- Para encontrar el total de aire a suministrar al equipo, Woa:

$$Woa = [CFMoa * (60)] / Voa, \text{ donde}$$

Voa = volumen específico a temperatura del aire exterior, ° F

- Sabemos que el aire de suministro es la suma del aire reciclado y aire exterior, por lo tanto determinamos como aire reciclado y volumen del aire reciclado:

$$Wr = Ws - Woa, \text{ por lo tanto}$$

$$CFMr = Wr * (1/60) * Vr, \text{ donde}$$

Vr = volumen específico a temperatura del aire interior, ° F

- La carga de enfriamiento de ventilación es:

$$Wvent (hoa - hs) = Ws * (hoa - hs) \quad y$$

- La carga de enfriamiento reciclado es:

$$Wrecirc (hr - hs) = (Ws - Woa) * (hr - hs), \text{ donde:}$$

hoa = entalpía a temperatura del aire exterior, Btu/lb_{aire seco}

hs = entalpía del aire de suministro, Btu/lb_{aire seco}

hr = entalpía del aire de diseño (interior), Btu/lb_{aire seco}

Condiciones de diseño

Exteriores (oa):

T_{BS} = 83 ° F (ASHRAE Handbook of fundamentals)

T_{BH} = 70 ° F (ASHRAE Handbook of fundamentals)

$$\Phi = 55 \%$$

$$V_{oa} = 16.87 \text{ p}^3 / \text{lb} \text{ (carta psicrométrica)}$$

$$h_{oa} = 37.6 \text{ Btu/lb}_{\text{aire seco}} \text{ (carta psicrométrica)}$$

$$W_{oa} = 112 \text{ gr/ lb} \text{ (carta psicrométrica)}$$

Interiores (r):

$$T_{BS_r} = 70 \text{ }^\circ \text{ F}$$

$$T_{BH_r} = 60.25 \text{ }^\circ \text{ F}$$

$$\Phi = 60 \%$$

$$V_r = 16.38 \text{ p}^3 / \text{lb} \text{ (carta psicrométrica)}$$

$$h_r = 29.2 \text{ Btu/lb}_{\text{aire seco}} \text{ (carta psicrométrica)}$$

$$W_r = 78.5 \text{ gr/ lb} \text{ (carta psicrométrica)}$$

De suministro (s):

$$T_{BS_s} = 55.5 \text{ }^\circ \text{ F} \text{ (temperatura de saturación de } T_{BS_r} = 70 \text{ }^\circ \text{ F, carta psicrométrica)}$$

$$T_{BH_s} = 53.5 \text{ }^\circ \text{ F}$$

$$\Phi = 90 \%$$

$$V_s = 15.87 \text{ p}^3 / \text{lb} \text{ (carta psicrométrica)}$$

$$h_s = 24.3 \text{ Btu/lb}_{\text{aire seco}} \text{ (carta psicrométrica)}$$

$$W_s = 70 \text{ gr/ lb} \text{ (carta psicrométrica)}$$

4.2.1 Estimación de la carga de refrigeración

Luego de conocer las condiciones de diseño, y el proceso para determinar las cargas, resumimos por medio de la tabla asignada por carrier para determinar con detalles todos aquellos factores generadores de calor y así poder elegir un equipo que se adapte a las exigencias del local. Tabla XII.

Tabla XII. Cálculo de cargas de enfriamiento

CARRIER INTERNATIONAL LIMITED
(para habitaciones entre 70 y 80 °F de temperatura)

CATEGORIA	TAMAÑO		FACTOR					CARGA (BTU/H)		
	p.c pie cuadrado	p.l pie lineal	Temperatura externa en °F					Qs	Ql	
	LAT N	LAT S	90	95	100	105	110			
Ventanas expuestas al sol	SE	NE	42	45	50	55	60			
(anotar únicamente la ventana con la orientación que produzca la mayor carga)	SO	NO	X	77	80	85	90	95	N/A	
	O	O		95	100	105	110	115		
	NO,SE	NE,SO		57	60	65	70	75		
Otras ventanas No incluidas en 1	_____		X	20	25	30	40	45	N/A	
Paredes expuestas al sol (Considere solamente las paredes Con igual orientación que la ventana en 1, o adicionar 30% en caso de no existir ventana)	Construcción liviana			60	70	80	90	100		
	Construcción maciza		X	40	50	60	70	80		
	12" de grueso								N/A	
Paredes exteriores no incluidas en 3	_____		X	25	35	45	55	65	N/A	
Paredes interiores (Si el espacio adyacente no esta acondicionado)	_____		X	20	30	40	50	60	866	
	43.30 p.l									
Techo	Habitación	No acondicionada arriba		1	3	5	7	9		
Escoja el tipo de	Con desván	Sin aislamiento		8	10	13	15	17		
Techo que mejor	arriba	aislam. de 2" o más		3	3	4	4	5	39,853	
Describe al del local	Horiz. Con	Sin aislamiento	X	7	8	9	10	11		
	Cielo raso	aislam. de 2" o más		3	3	4	4	5		
	Concreto si aislam o									
	cielo raso		X	14	16	18	20	22		
	2846.67 p.c									
Piso (Espacio debajo no acondicionado No incluir pisos const. sobre el suelo)	_____		X	2	3	5	7	9	N/A	
Personas	20 personas		X	Qs. 285 Btu/hr						
				Ql. 165 Btu/					7,125	4,125
Luces y aparatos eléctricos En funcionamiento	19300 W		X	3.4					65,620	
Puertas que se mantienen Normalmente abiertas	_____		X	250	300			350		
CALOR SENSIBLE/LATENTE TOTAL								113,464	4,125	

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla de cálculo de la carga de enfriamiento para el área de central de equipos, se presenta a continuación los respectivos pasos para determinar la carga total a suministrar al lugar.

- Factor Sensible

$$\text{SHR} = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l}$$

$$\text{SHR} = \frac{113,464}{113,464 + 4,125}$$

$$\text{SHR} = 0.96$$

Nota: El cambio de calor latente es mínimo, la pendiente del factor será casi horizontal.

- Cálculo de la cantidad mínima de aire a suministrar al área.

$$W_s = Q_s (\text{total}) / [0.2244(\text{Tr} - \text{Ts})]$$

$$W_s = 113,464 / 0.2244 (70 - 57.5)$$

$$W_s = 37,201.31 \text{ lb}_{\text{aire seco}} / \text{hr}$$

- CFMs del aire de suministro:

$$\text{CFMs} = W_s * (1 / 60) * V_s$$

$$\text{CFMs} = 37,201.31 * (1 / 60) * 15.90$$

$$\text{CFMs} = 9,858.34 \text{ p}^3/\text{min}.$$

- Cálculo para determinar el volumen de aire suministrado al equipo debido a las personas.

$$\mathbf{CFMoa = CFM / persona * número de personas}$$

$$CFMoa = 15 * 25$$

$$CFMoa = 375 \text{ p}^3/\text{min.}$$

- Cálculo para determinar el total de aire suministrado al equipo.

$$\mathbf{Woa = [CFMoa * (60)] / Voa}$$

$$Woa = 375 * 60 / 16.87$$

$$Woa = 1,333.73 \text{ lb}_{\text{aire seco}} / \text{hr}$$

- Sabemos que el aire de suministro es la suma del aire reciclado y aire exterior, por lo tanto determinamos como aire reciclado y volumen del aire reciclado es:

$$\mathbf{Wr = Ws - Woa}$$

$$Wr = 37,201.31 - 1,333.73$$

$$Wr = 35,867.58 \text{ lb}_{\text{aire seco}} / \text{hr}$$

- CFMs del aire de reciclado:

$$\mathbf{CFMR = Wr * (1/60) * Vr}$$

$$CFMR = 35,867.58 * (1/60) * 16.38$$

$$CFMR = 9,791.85 \text{ p}^3/\text{min.}$$

- Para encontrar la temperatura de la mezcla del aire del retorno con el aire de suministro al equipo (t_m):

$$t_m = [(W_{oa} * T_{oa}) + (W_r * T_r) / W_s$$

$$t_m = [(1,333.73 * 83 \text{ }^\circ) + (35,867.58 * 70 \text{ }^\circ)] / 37,201.31$$

$$t_m = 71 \text{ }^\circ\text{F}$$

- Debido a que el aire necesario para la ventilación es de 375 p³/min. A 83 °F de bulbo seco y 70 °F de bulbo húmedo, $W_{oa} = 16.87 \text{ p}^3/\text{lb}$ entonces:

$$W_{vent} = 375 * 60 / 16.87$$

$$W_{vent} = 1,333.73 \text{ lb/hr}$$

- La carga de enfriamiento del aire de ventilación es:

$$W_{vent} (h_{oa} - h_s) = W_{oa} * (h_{oa} - h_s)$$

$$W_{vent} (h_{oa} - h_s) = 1,333.73 * (37.6 - 24.3)$$

$$W_{vent} (h_{oa} - h_s) = 17,738.61 \text{ Btu/hr}$$

- La carga de enfriamiento del aire de reciclado es:

$$W_{recirc} (h_r - h_s) = (W_s - W_{oa}) * (h_r - h_s)$$

$$W_{recirc} (h_r - h_s) = (37,201.31 - 1,333.73) * (29.2 - 24.3)$$

$$W_{recirc} (h_r - h_s) = 175,751.14 \text{ Btu/hr}$$

La carga total que tendrá que vencer el equipo seleccionado para el acondicionamiento del área de central de equipos es:

$$Q_{total} = 193,489.6 \text{ Btu/hr} / 12000 = 15.8 \text{ Toneladas. (recomendar 16 Ton)}$$

4.3 Distribución del aire

La fuente de calor para el sistema de aire acondicionado es el aire que pasa por el serpentín evaporador o de enfriamiento. Para lograrlo se debe tener un método de impulsar al aire desde el recinto que se va a acondicionar hasta la unidad de acondicionamiento de aire, para su tratamiento específico y para regresarlo al local acondicionado.

Éste sistema consta de ductos o tubos para conducir el aire, sopladores que suministran la potencia para moverlo, registros y parrillas para distribuirlo por el recinto acondicionado. El sistema debe ser silencioso, distribuir el aire sin corrientes incómodas, pero al mismo tiempo tener la cantidad correcta de aire para mantener las condiciones deseadas en el local ocupado.

4.3.1 Red de ductos

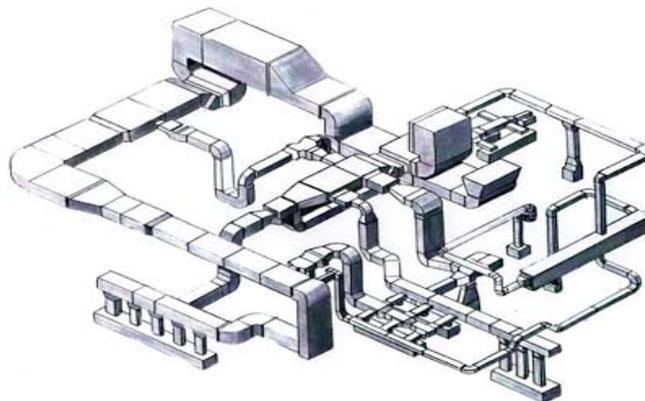
El diseño o red de ductos se establecerá de manera que distribuya de la mejor forma el aire de refrigeración a todos los ambientes que existan en el lugar, proporcionando los CFM (p^3/min) de aire refrigerado adecuado para cada ambiente.

En las instalaciones de acondicionamiento, la distribución del aire por el interior del local o locales se efectúa transportando el aire, desde el equipo acondicionador hasta las bocas de salida, mediante conductos de diversas secciones como rectangular, circular u oval.

Es requisito imprescindible para que una instalación de acondicionamiento de aire sea correcta, que la distribución del aire se efectúe lo más uniformemente posible manteniendo en todos los lugares del recinto ausencias de corrientes que tan molestas son. Para solventar esta situación, el reparto y la colocación de los registros y bocas de entrada y salida de aire debe hacerse con sumo cuidado, a fin de dimensionar convenientemente los conductos del aire acondicionado y así poder lograr las siguientes observaciones.

- Uniformidad en las velocidades de salida del aire por las bocas, registros y rejillas.
- Bajo nivel sonoro, pues debido a la formación de remolinos y otros factores causados por el aire, puede ser origen de ruidos que se propagan por los propios conductos a los recintos habitados.
- Evitar los cambios bruscos de dirección o de velocidad.
- Cuidado en la regulación de persianas. Estos accesorios introducen resistencias al paso del aire, motivando una pérdida de carga que el ventilador se ve obligado a vencer con el consiguiente consumo de energía.

Figura 19. Esquema de instalación de A/C por conductos



Fuente: [http:// www.acrweb.com/ductos.htm](http://www.acrweb.com/ductos.htm)

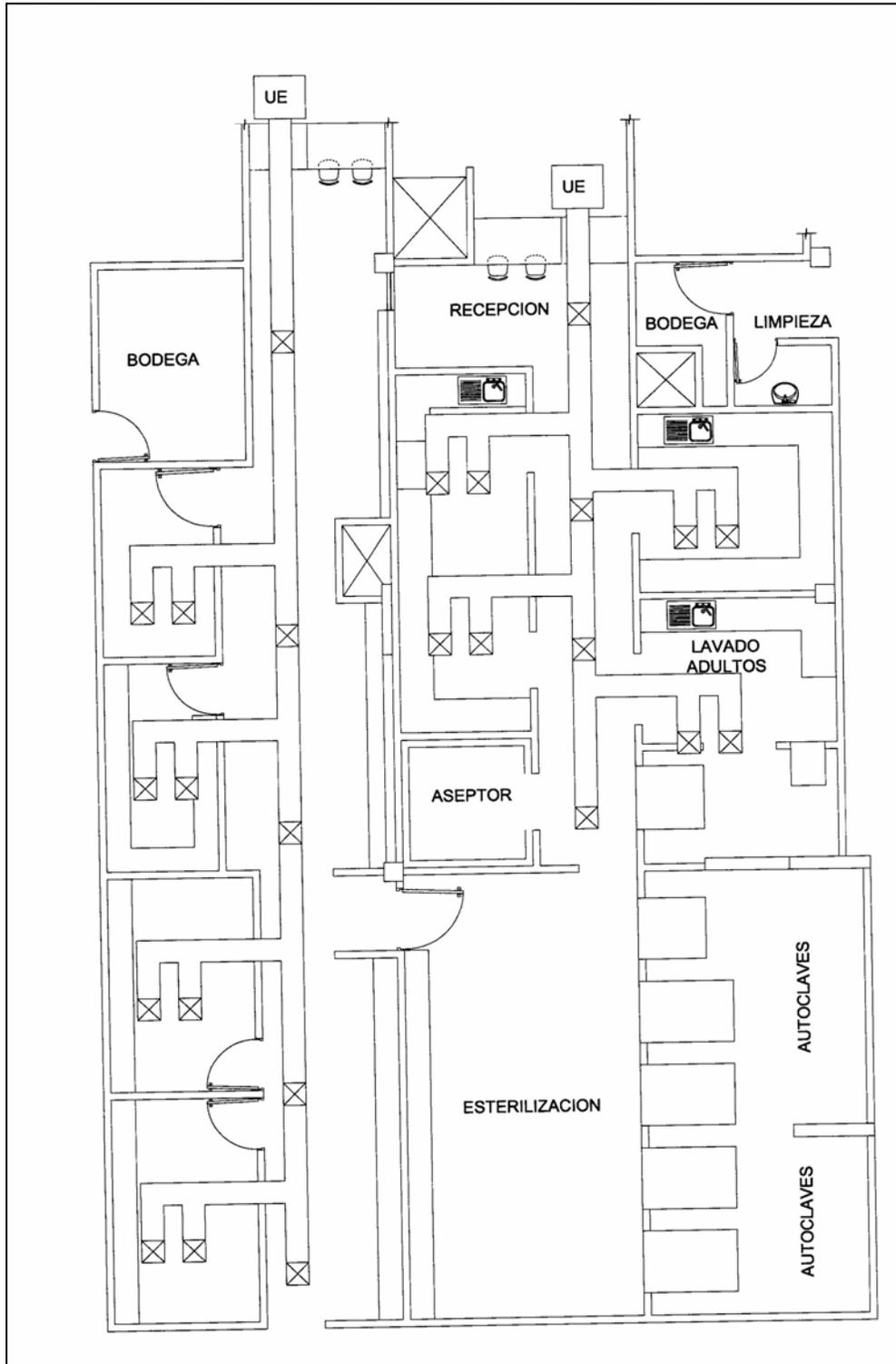
Los conductos deben estar adecuadamente aislados para evitar condensaciones en la superficie de los mismos, existen diferentes tipo de aislamientos que mas adelante hablaremos de ellos, el más comúnmente utilizado es el base de fibra de vidrio. En la figura 20 se muestran los conductos aislados, encargados de la transportación del aire refrigerado al área habitada.

Figura 20. Conductos aislados



A continuación se presenta sobre el plano del área de central de equipos una red de ductos encargada de suministrar los CFM de aire refrigerado a cada ambiente de dicha área.

Figura 21. Red de ductos



5. ELECCIÓN DEL EQUIPO Y ACCESORIOS

5.1 Clasificación de acondicionadores autónomos

Entre los aspectos a valorar al elegir un equipo están: la capacidad en toneladas de refrigeración, tipo del local, la relación entre el consumo de electricidad y la capacidad de la unidad en watts que puede representar importantes ahorros en el consumo energético; el ruido, la reducción de los niveles sonoros incrementan el confort ambiental; la comodidad y las prestaciones, la facilidad en el manejo de la unidad mediante el control remoto a distancia y las funciones que incorpore la unidad como son la programación horaria, la función de parada nocturna que optimiza el bienestar de acuerdo con las variaciones del metabolismo humano, la selección de la dirección de la persiana de aire para optimizar la distribución del aire en la habitación, y también la regulación de la temperatura deseada.

Los principales tipos de equipos de aire acondicionado son: equipo tipo partido o split individual, equipo tipo partido o split de ductos, equipo tipo paquete, equipo tipo multi-split, equipos portátiles, equipos split tipo invertir, entre otros.

El equipo tipo partido o split individual, es un equipo de aire acondicionado cuya unidad interna se ubicada en una pared o cielo, se les llama así debido a que sus componentes principales son separados unos de otros. (el evaporador en la parte interna y el condensador en la parte externa del local).

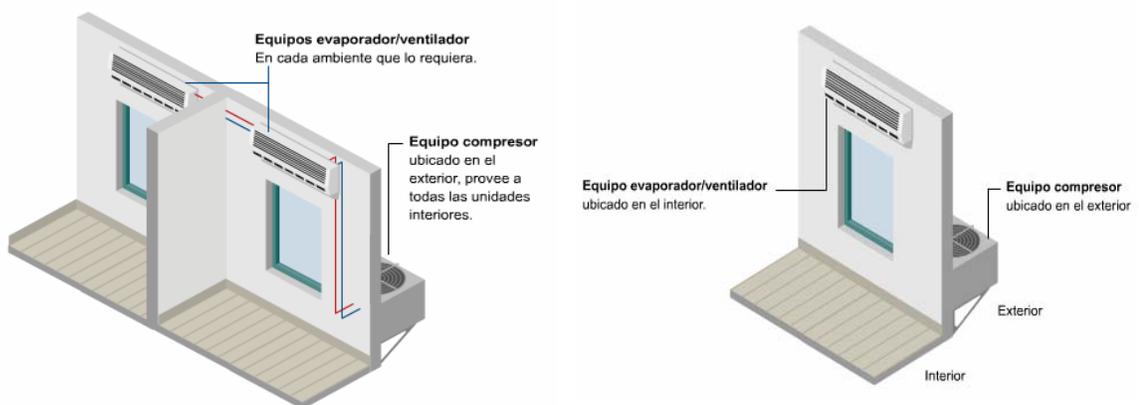
El equipo tipo multi-split, a diferencia del tipo split individual permiten la instalación de varias unidades interiores con una sola unidad exterior.

En términos generales, los equipos split o multi-split son equipos unitarios de descarga directa. Se diferencian de los compactos en que la unidad formada por el compresor y el condensador va al exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Ambas unidades se conectan mediante líneas de refrigerante.

Con una sola unidad exterior, se puede instalar una unidad interior (sistema split) o varias unidades interiores (sistema multi-split). Las unidades interiores pueden ser de tipo mural, de techo y consolas, y todas ellas disponen de control independiente.

El hueco necesario para unir la unidad interior y la exterior es muy pequeño. Así, un hueco de 10 x 10 cm es suficiente para pasar los dos tubos del refrigerante, el tubo de condensación de la unidad evaporadora y el cable de conexión eléctrica.

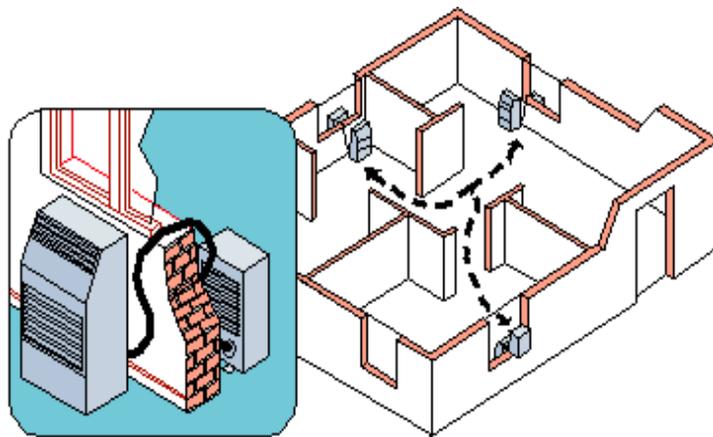
Figura 22. Unidad split o multi-split



Fuente: [http:// www.revista.consumer.es/web/es/imgs/aire_acondicionado.swf](http://www.revista.consumer.es/web/es/imgs/aire_acondicionado.swf)

Los equipos portátiles son un sistema alternativo que reúnen muchas de las prestaciones de los equipos fijos y entre sus principales cualidades destacamos la ausencia de instalación y la posibilidad de desplazar el aparato de una estancia a otra. Otro sistema alternativo son los conocidos equipos tipo ventana.

Figura 23. Acondicionador portátil



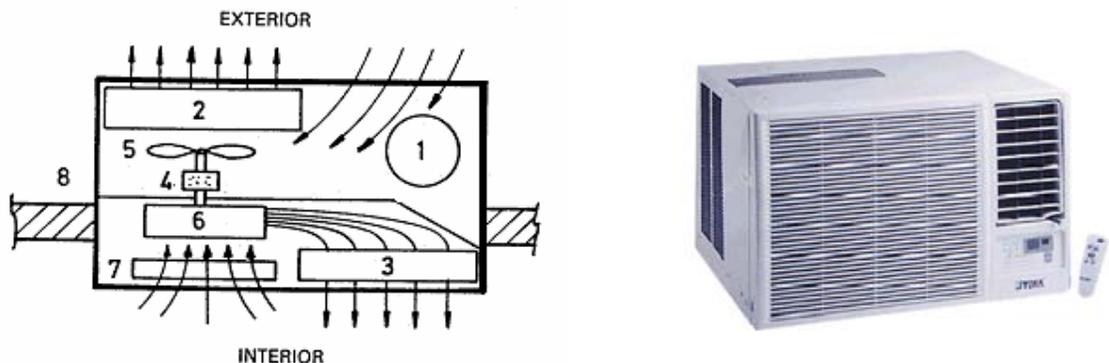
Fuente: <http://bdd.unizar.es/pag3/PAG6-2/11.htm>

Para la instalación de un equipo de aire acondicionado doméstico tipo split formado por dos unidades, una interior y otra exterior. Entre estas dos unidades se deben tirar las líneas frigoríficas compuestas por dos tubos de cobre y unas mangueras eléctricas que unen los dos equipos. Estas líneas se ocultan tras una canaleta. También se debe tener prevista la conducción del desagüe de los condensados de la unidad interior. Estos condensados son el resultado de la alta capacidad de los equipos para reducir el nivel de humedad del aire constituyendo un factor decisivo en la calidad del confort.

El instalador buscará la ubicación más adecuada para la instalación del equipo asegurándose de que el confort sea el indicado y que las molestias y el impacto en la estética de la estancia sean las mínimas. Si las características de la estancia hacen muy difícil la instalación de un equipo tipo split o bien se opta por un equipo con movilidad entre estancias, los equipos portátiles no requieren de instalación, y reúnen las ventajas del confort para la climatización residencial o de oficinas y comercios.

Uno de los acondicionadores de aire más difundidos y, a la vez, el más elemental, es el conocido como acondicionador de ventana, unidad de climatización de producción propia de frío en la mayoría de los equipos y, en algunos modelos, con la posibilidad de gestar calor para calefacción con bomba de calor o calefactor eléctrico (figura 24).

Figura 24. Esquema de un acondicionador de ventana



Fuente: MSPAS .Manual de aire acondicionado. Pág. 62

Los elementos que conforman un acondicionador de ventana son: el compresor (1), condensador (2), evaporador (3), motor ventiladores (4), ventilador helicoidal (5), ventilador centrífugo (6), filtro de aire (7) y el mueble envolvente (8).

Suelen estar calculados, términos generales, para prestaciones/ciclo frío, para una temperatura exterior de 35 °C (95 °F) con $T_s = 27$ °C (80.6 °F) y $T_h = 19$ °C (66.2 °F), dando entre 1,250 a 6,000 Fr/h. Con bomba de calor los datos son: temperatura interior 20 °C (68 °F), con $T_s = 8$ °C (46.4 °F) y $T_h = 6$ °C (42.8 °F) y la potencia calorífica a suministrar con bomba oscila entre 3,150 y 6,500 Kcal/h.

Reciben este nombre porque han sido diseñados expresamente para acoplarlos en el hueco de una ventana o balcón, o en un muro de la habitación, colocando la parte correspondiente a la toma de aire y su expulsión en la parte exterior, a la intemperie.

Son de condensación por aire, es decir, el condensador es refrigerado por el aire venido de un ventilador helicoidal que empuja la circulación del aire procedente del exterior. Esta parte queda fuera del edificio, a cielo abierto. El evaporador con su correspondiente ventilador normalmente centrífugo y el compresor se dispone dando a la parte interior de la habitación que se quiere acondicionar.

Su ventaja principal reside en que los mencionados acondicionadores pueden adaptarse a edificios ya construidos, y en los que, en general, únicamente se acondicionan parte de los mismos. El tipo de edificios de este modo acondicionados corresponde a oficinas, despachos, salas de juntas, pequeños comercios, habitaciones exteriores, restaurantes, bares y locales similares, añadiendo un conglomerado de posibilidades que el ingenio del instalador resuelve.

Para la instalación de este equipo hay que tener en cuenta que deben llevar una ligera inclinación de 5 ° aproximadamente hacia el exterior, para facilitar la evacuación del agua condensada en el evaporador.

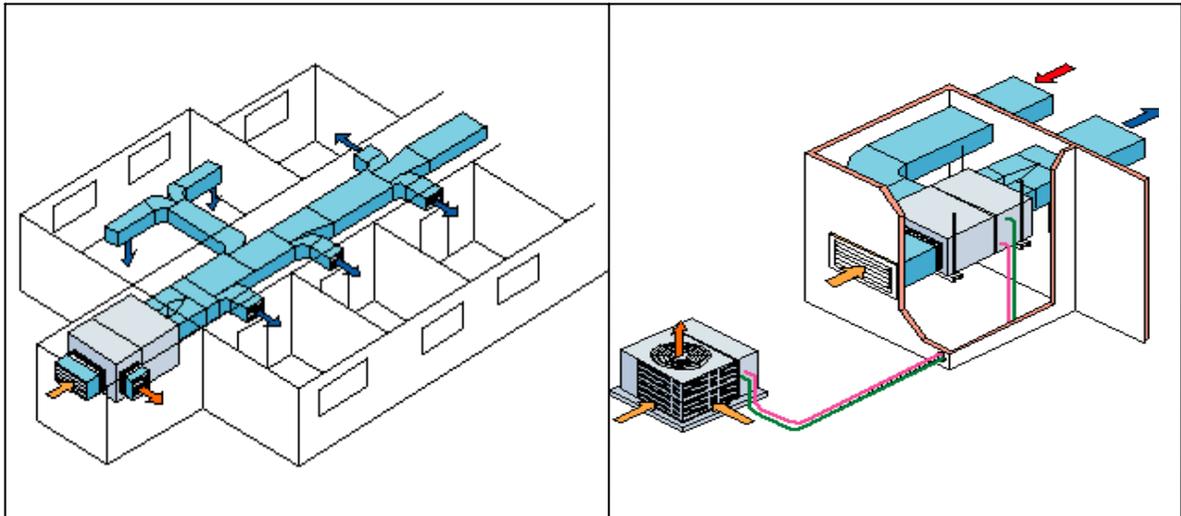
Equipos split tipo invertir, incorporan una tecnología que permite controlar la velocidad del compresor. A diferencia de los equipos convencionales con velocidad de compresor fija, el invertir alcanza antes la temperatura de confort. En el arranque, el compresor funciona a velocidad máxima. Los invertir evitan fluctuaciones de la temperatura puesto que cuando se alcanza el nivel de confort deseado, reducen la velocidad del compresor al mínimo y como consecuencia se produce un importante ahorro energético que algunos fabricantes sitúan entre un 30 y 40 % respecto a un sistema convencional, se evitan arranques y paradas con lo cual se alarga la vida útil del compresor, auténtico corazón del sistema de climatización.

Los equipos tipo partido o split de ductos, son equipos de descarga indirecta, mediante red de ductos y emisión de aire a través de rejillas en pared o difusores en techo.

Generalmente se instala un equipo para todo el conjunto de una vivienda o local. El control es individual por equipo, y se realiza de acuerdo con las condiciones de confort de la habitación más representativa (por ejemplo, en una vivienda, la sala de estar).

El equipo necesita una toma de aire exterior. Se puede colocar en un falso techo o en un armario, existiendo modelos horizontales y verticales. Ver figura 25.

Figura 25. Equipo split tipo central o de ductos



Fuente: [http:// www.accrweb.com/ductos.htm](http://www.accrweb.com/ductos.htm)

Hasta ahora hemos dado un repaso a aquellos equipos que podemos encontrar en el mercado y que se fabrican en serie o en gamas que se comercializan fácilmente. Estos equipos no tienen grandes problemas de fabricación y montaje y, consecuentemente, son los acondicionadores autónomos que encuentran mayor aplicación en gran parte de los edificios que se acondicionan.

Sin embargo, en edificios amplios, o en espacio que conforman un sólo ambiente o un sólo volumen, (por ejemplo, en cines, teatros, polideportivos, salas de conciertos o cualquier otro edificio de característica parecidas), están indicadas las instalaciones centralizadas.

El equipo tipo paquete, es un equipo de aire acondicionado tipo central, en el cual todos los componentes principales son acoplados en un solo gabinete.

Dicho de otra manera, las instalaciones centralizadas o sistema convencional consiste básicamente en una instalación central donde se agrupa todos los componentes del sistema. El aporte de frío, calor, humidificación y deshumidificación, es realizado por el aire, existiendo en la central un ventilador de extracción del aire viciado y otro de impulsión para circulación del aire. Ver figura 26.

Figura 26. Aire acondicionado tipo paquete



A/C. tipo Paquete de 60,000 BTU



A/C. tipo paquete de 120,000 BTU

Fuente: [http:// www.acrweb.com/paquete.htm](http://www.acrweb.com/paquete.htm)

Solo los equipos tipo paquete tienen capacidades mayores a 5 toneladas, equivalente a 60,000 Btu/hr. Por tal razón son utilizados en locales con grandes dimensiones donde las cargas son excesivamente grandes y un acondicionador convencional de menor capacidad no podría vencer dicha demanda.

El montaje de un equipo tipo paquete es mucho mas dificultoso que los equipos tipo partido, debido a sus dimensiones y peso, regularmente se instalan en azoteas preparándoles una base para el montaje del mismo con conexión a la red de ductos para la distribución del aire refrigerado. Ver figura 27.

Figura 27. Instalación de un equipo tipo paquete



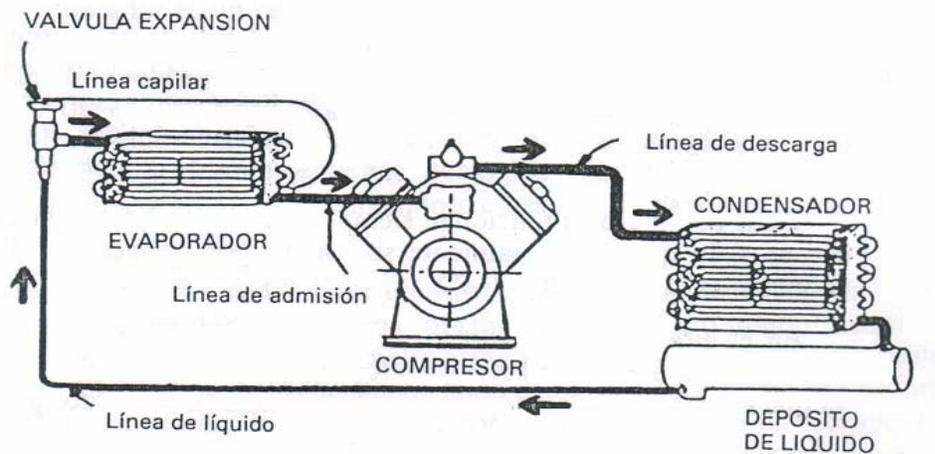
El equipo que se presenta en la figura 27 es un tipo paquete con una capacidad de enfriamiento de 60,000 Btu/hr, equivalente a 5 toneladas de refrigeración, las características de los equipos de éste tipo dependen de su capacidad en enfriamiento.

Todos los equipos de aire acondicionado funcionan por el mismo principio y requieren de unos componentes básicos que son los encargados de la producción de frío o calor.

Un acondicionador de aire, o unidad frigorífica por compresión, tiene por finalidad rebajar la temperatura que durante los meses de verano se concentra en el interior de un local, de manera que el clima a conseguir sea independiente de la temperatura que haga fuera del recinto. Se trata, por consiguiente, de un fenómeno inverso al de la calefacción, aunque basado en idénticos principios termodinámicos.

Todo acondicionador de aire o ciclo frigorífico consta de cuatro elementos principales, más los correspondientes controles de mandos y accesorios que pueden diferenciarse uno de otro, estos son: compresor, evaporador, condensador, válvula de expansión entre otros.

Figura 28. Ciclo frigorífico



Fuente: MSPAS .Manual de aire acondicionado. Pág. 48

El compresor tiene dos funciones en el ciclo de refrigeración: en primer lugar succiona el vapor refrigerante y reduce la presión en el evaporador a un punto en el que puede ser mantenida la temperatura de evaporación deseada. En segundo lugar, el compresor eleva la presión del vapor refrigerante a un nivel lo suficientemente alto, de modo que la temperatura de saturación sea superior a la temperatura del medio enfriante disponible para la condensación del vapor refrigerante. Existen tres tipos básicos de compresores: reciprocantes, rotativos y centrífugos.

Los compresores centrífugos son utilizados ampliamente en grandes sistemas centrales de acondicionamiento de aire y los compresores giratorios se utilizan en el campo de los refrigeradores domésticos. Sin embargo, la mayoría de compresores utilizados en tamaños de menor caballaje para las aplicaciones comerciales, domésticas e industriales son reciprocantes.

Compresores reciprocantes; el diseño de este tipo de compresores es similar a un motor de automóvil moderno, con un pistón accionado por un cigüeñal que realiza carreras alternas de succión y compresión en un cilindro provisto con válvulas de succión y descarga. Debido a que el compresor reciprocantes es una bomba de desplazamiento positivo, resulta apropiado para volúmenes de desplazamiento reducido, y es muy eficaz a presiones de condensación elevada y en altas relaciones de compresión.

El funcionamiento básico del compresor reciprocante inicia cuando el pistón se mueve hacia abajo en la carrera de succión, que es cuando se reduce la presión en el cilindro. Y cuando la presión en el cilindro es menor que el de la línea de succión del compresor la diferencia de presión motiva la apertura de las válvulas de succión y fuerza al vapor refrigerante a que fluya al interior del cilindro.

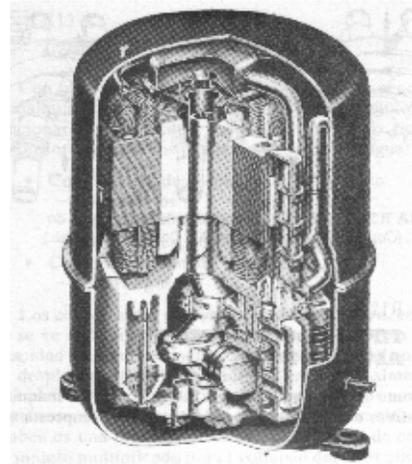
Cuando el pistón alcanza el fin de su carrera de succión e inicia la subida (carrera de compresión), se crea una presión en el cilindro forzando el cierre de las válvulas de succión. La presión en el cilindro continua elevándose a medida que el pistón se desplaza hacia arriba comprimiendo el vapor atrapado en el cilindro. Una vez que la presión en el cilindro es mayor a la presión existente en la línea de descarga del compresor, las válvulas de descarga se abren y el gas comprimido fluye hacia la tubería de descarga y al condensador.

Cuando el pistón inicia su carrera hacia abajo la reducción de la presión permite que se cierren la válvulas de descarga, dada la elevada presión del condensador y del conducto de descarga, y se repite el ciclo.

Durante cada revolución del cigüeñal se produce una carrera de succión y otra de compresión de cada pistón. De modo que en los moto-compresores de 1750 rpm tienen lugar a 1750 ciclos completos de succión y compresión en cada cilindro durante cada minuto. En los compresores de 3500 rpm se tiene 3500 ciclos completos en cada minuto.

La mayoría de las válvulas del compresor recíprocante son del tipo de lengüeta y deben posicionarse adecuadamente para evitar fugas. El mas pequeño fragmento de materia extraña o corrosión bajo la válvula producirá fugas y deberá tenerse el máximo cuidado para proteger el compresor contra contaminación.

Figura 29. Compresor recíprocante



Fuente: [http:// www.revista.consumer.es/web/es/imgs/aire_acondicionado.swf](http://www.revista.consumer.es/web/es/imgs/aire_acondicionado.swf)

El evaporador tiene como función principal absorber el calor del recinto a una baja temperatura al evaporarse (hervir) un líquido refrigerante a baja presión.

El aire es el medio de transferencia utilizado por el evaporador, pues es éste quien cede calor al fluido frigorífico, provocando su evaporación. Por consiguiente, la evaporación de un líquido o cambio de fase líquido/vapor va acompañada de la absorción de calor del aire.

Es el evaporador el que toma calor de su entorno y lo transfiere al fluido frigorífico en el cual se convierte en calor latente de vaporización, manteniéndose en estado de vapor la mayor parte del circuito.

Los evaporadores suelen estar contruidos por tubos de cobre doblados de una longitud y un diámetro interior determinados. Además se mejoran con paneles armados que llevan aletas de aluminio para una mejor adecuación de la transferencia de calor. Por un extremo se alimenta, por intermedio de una válvula, del fluido frigorífico contenido en un recipiente a presión. Por el exterior del tubo de cobre y ayudado en su labor por las aletas de aluminio, se distribuye el aire que circula impulsado por un ventilador o simplemente el aire atmosférico.

El fluido frigorífico que está a baja temperatura y presión, entre 4 °C y 10 °C, recibe un viento que tiene un nivel térmico de unos 25 °C a 30 °C. Al encontrarse el aire más caliente que el fluido refrigerante, el primero cede calor al segundo, por lo que el aire pierde calor y se enfría, cediendo su energía calorífica al refrigerante, el cual hierve, en lugar de calentarse, pasando del estado líquido al estado gaseoso, es decir, transformándose en vapor. Esto origina un descenso de temperatura del aire a la salida del evaporador estando más frío que el de entrada.

Como el enfriamiento del aire es tan acentuado, sucede que sobre la superficie del evaporador quedará una parte del vapor de agua que contenía, reduciendo su humedad y como consecuencia, el aire será más seco o poseerá menos humedad cuando salga que la que transportaba a la entrada.

Figura 30. Evaporador



Fuente: [http:// www.friotemp.com.pe/productos.htm](http://www.friotemp.com.pe/productos.htm)

El condensador al igual que el evaporador es un cambiador de calor, pero de manera inversa, pues es aquí donde el líquido refrigerante regresa a su estado original, pues recordemos que fue en el evaporador donde había sido transformado en estado gaseoso. Es decir, en lugar de absorber calor del aire ambiente, lo dispersa en la atmósfera que lo rodea. Su función es, pues, inverso al del evaporador.

El compresor es el elemento intermedio entre el evaporador y condensador, pues es éste el que alivia la presión del evaporador recibiendo el refrigerante en estado gaseoso y comprimiéndolo lo manda a una elevada presión al condensador. Entonces tenemos dentro del condensador un gas refrigerante con una elevada temperatura que debemos rebajar.

Un ventilador toma aire del exterior y lo impulsa a través de los tubos de cobre y las aletas de aluminio que lo conforman. Es lógico pensar que la temperatura del aire exterior estará a una temperatura menor que la que se encuentra dentro del condensador, por lo tanto suponemos que el aire exterior está a 35 °C y el refrigerante en estado gaseoso dentro del condensador a unos 55 °C, teniendo enfrentados a dos fluidos con temperaturas diferentes.

Por consiguiente, el que tienen más calor es quién cede su energía al de menos calor, o sea del refrigerante al aire, entonces, el aire que pasa por el condensador se habrá calentado siendo expulsado nuevamente a la atmósfera. A la vez, el gas refrigerante al ceder su energía calorífica al aire, se condensa transformándose en líquido que e acumulado en un depósito, estado de esta manera listo para intervenir nuevamente en el ciclo de refrigeración. Generalmente el depósito esta integrado dentro del cuerpo del propio condensador.

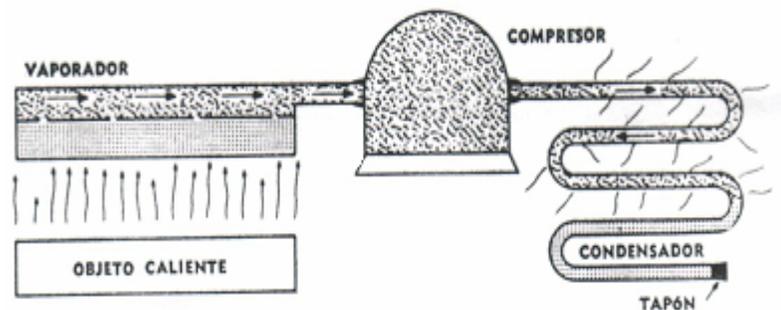
Figura 31. Condensador enfriado por aire



Fuente: [http:// www.friotemp.com.pe/productos.htm](http://www.friotemp.com.pe/productos.htm)

La temperatura a la cual se evapora un líquido (o se condensa un vapor) depende de la presión; así pues, si se hace trabajar la máquina con un fluido adecuado, éste se evaporará a una baja temperatura en el evaporador de baja presión (tomando calor de su entorno) y se condensará a una temperatura más alta en el condensador de alta presión (desprendiendo calor a su entorno). Ver figura 32.

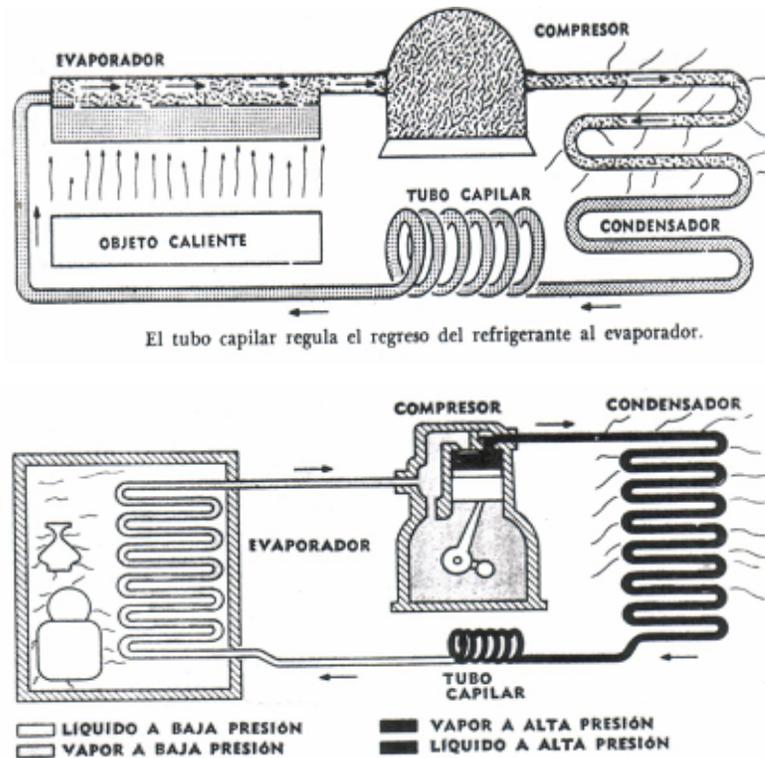
Figura 32. El condensador condensa los vapores



Fuente: Curso completo de aire acondicionado, Gerald Schweitzer. Pág. 1-38

Existe un dispositivo reductor de presión del líquido de retorno al evaporador, y que además controla el caudal, llamado tubo capilar o línea capilar, éste es parte de la línea de líquido, tiene por objeto restringir la circulación del líquido refrigerante. En el circuito de circulación procede inmediatamente al evaporador. Ver figura 33.

Figura 33. Sistema de refrigeración completo



Fuente: Curso completo de aire acondicionado, Gerald Schweitzer. Pág. 1-38

El tubo por el que circula el fluido frigorífico, entre el evaporador y el compresor, se le llama línea de admisión. Siempre se encuentra en el lado de baja presión de un circuito.

El tubo intercalado entre el compresor y el condensador se conoce por línea de descarga. Siempre se halla en el lado de alta presión del sistema.

Otros tubos de cobre que forman el conjunto de tuberías corresponden a la línea de líquido que lleva el refrigerante en estado líquido a una elevada presión. Procede del condensador y va hacia el evaporador.

5.1.1 Determinación de la clase del equipo

Luego de conocer la diversidad de equipos existentes en el mercado, debemos considerar todos aquellos factores que nos lleven a elegir el equipo con las mejores características y por ende el más indicado para nuestro local. El análisis es relativamente sencillo en lo que se refiere al cálculo de las pérdidas y ganancias del local a tratar, del volumen del aire a manejar, de la temperatura y grado higrométrico del mismo, todo ello con el margen apropiado para contrarrestar las ganancias o pérdidas de calor aportadas al local.

Debido a las dimensiones, del local, la masa de aire a suministrar (w), la cantidad de carga a contrarrestar, por las exigencias higiénicas y tipo de actividad del local, utilizamos el sistema de aire acondicionado tipo paquete o central.

Por la necesidad del local en lo que respecta a capacidad de enfriamiento, se recomiendan dos equipos tipo paquete. Un equipo contaría con la capacidad de 60,000 Btu/hr (5 ton) y el otro con una capacidad de 120,000 Btu/hr (10 ton).

La elección fue un equipo marca Miller, modelo. P4SN – 120C, con un consumo de 72.7/83.7 A., 26.2/ 34.8 Kw, 208/230 voltios y 60 hertz. Un blower motor (turbina) de 3 Hp, fan motor (ventilador) de $\frac{1}{2}$ Hp y una capacidad de enfriamiento de 120,000 Btu/hr equivalente a 10 toneladas de refrigeración. Ver figura 34.

Figura 34. Unidad acondicionador tipo paquete de 120,000 Btu/hr



Vista trasera



Vista frontal

Y un equipo marca Miller, modelo. P3RA – 060K, con un consumo de 17.3/20 A., 3.6/4.8 Kw, 208/240 voltios y 60 hertz. Un blower motor (turbina) de ½ Hp; fan motor (ventilador) de ¼ Hp, 1,100 rpm, 60 hertz y una capacidad de 60,000 Btu/hr (5 toneladas de refrigeración). Ver figura 35.

Figura 35. Unidad acondicionador tipo paquete de 60,000 Btu/hr



Los dos equipos aportan conjuntamente al local una capacidad de refrigeración de 15 toneladas equivalente a 180,000 Btu/hr, que son las necesarias para contrarrestar la carga generada en el área de central de equipos del hospital San Juan de Dios.

5.2 Clasificación de rejillas

La selección correcta de los elementos de distribución de aire es de máxima importancia en todo sistema de acondicionamiento para garantizar una adecuada proporción de bienestar en los espacios tratados. Dicho material es una pieza básica dentro de conjunto total, consiguiendo, mediante una elección apropiada, uniformidad de temperatura y humedad, así como una circulación del aire sin corrientes perjudiciales puesto que, además de la temperatura y humedad, la velocidad del aire en el interior de la zona ocupada es otro factor determinante de comodidad para las personas que se alojan en ella al tener un perfecto desplazamiento del aire en sus alrededores.

Consideramos que el aire del local cerrado nunca se mantiene totalmente estático, debido al ir y venir de las personas, ya que por su desplazamiento y por el efecto térmico es imposible que una habitación convencional tenga la misma temperatura en todos sus puntos, no se puede asegurar que el aire esté en situación de reposo e el sentido estricto de la palabra. Por lo común, se juzga como aire en reposo cuando su velocidad es inferior 3 m/min. o 0.05 m/s.

Para conseguir, por lo tanto, las condiciones óptimas, es necesario un arrastre del aire de la habitación (secundario) por la corriente de aire impulsado (primario) fuera del espacio ocupado, de tal forma que las diferencias de velocidad y temperatura se hayan reducido al límite aceptable, antes de entrar en contacto con las personas.

Como regla general, se puede establecer que la velocidad del aire no tendría que superar el valor de 0.25 m/s de normal ocupación sedentaria y a una altura del suelo inferior a 2 m, conforme a la norma IT.IC.02.4. Desde luego, hay que desechar totalmente en lugares habitados velocidades residuales superiores a 0.5 m/s por in período prolongado de tiempo.

Una velocidad por encima de los 0.25 m/s produce un efecto desagradable, que se hace difícil de soportar, tanto más cuanto más frío sea el aire. Por el contrario, una velocidad por debajo de 0.1 m/s puede dar una sensación de ahogo, de falta de aire, que ocasiona incomodidades.

Como muestra se establece el siguiente cuadro de sensaciones producidas por el movimiento del aire. Tabla XIII.

Tabla XIII. Sensaciones por movimiento de aire

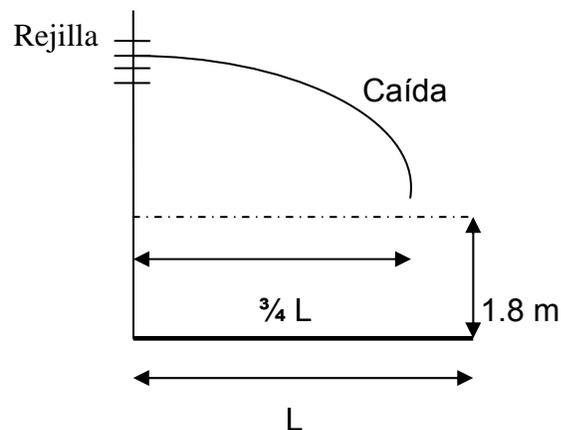
Invierno	Sensación
Velocidad inferior a 0.1 m/s	molesto
Velocidad entre 0.1 m/s y 0.2 m/s	agradable
Velocidad mayor a 0.2 m/s	molesto
Velocidad igual 0.15 m/s	sensación óptima
Verano	
Velocidad inferior a 0.2 m/s	molesto
Velocidad entre 0.2 m/s y 0.55 m/s	agradable
Velocidad entre 0.55 m/s y 1.10 m/s	agradable para poco tiempo.
Velocidad superior a 1.10 m/s	desagradable, evítese.

Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 102

En virtud de todo lo relatado, la selección y situación de los elementos de distribución debe efectuarse tomando las debidas precauciones para evitar que la corriente de aire no alcance la zona ocupada hasta que si energía cinética disminuya de velocidad y se disperse, ya que la tendencia inherente de la corriente del aire comprimido a extenderse, motivado por el arrastre del aire inducido y a la diferencia de temperatura entre dicha corriente y la del ambiente, causa una caída de la misma por debajo de la rejilla.

En términos generales, es válida la siguiente regla, seleccionar las rejillas con un alcance equivalente a $\frac{3}{4}$ de la distancia a la pared opuesta y una caída que garantice para dicho alcance una altura sobre el suelo de 1.8 m. Figura 36.

Figura 36. Alcance adecuado de la corriente de aire



Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 103

Definimos como alcance a la distancia recorrida por el aire desde la rejilla o difusor de impulsión hasta donde el aire alcanza una velocidad residual del orden de 0.2 a 0.25 m/s.

Los alcances se modifican sustancialmente si la rejilla está situada a una distancia del techo superior a 0.5 m. Para una correcta disposición de montaje con efecto techo, la rejilla tiene que colocarse a una distancia de 0.2 a 0.3 m del techo.

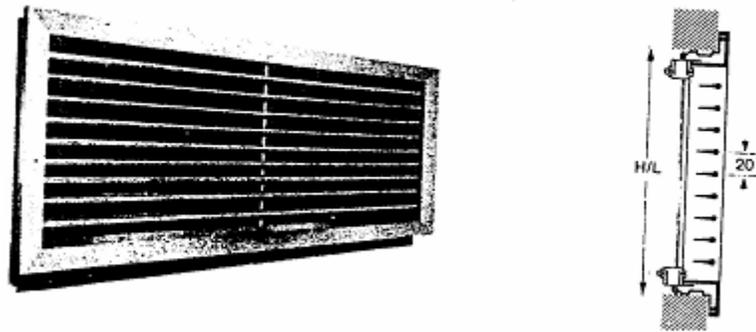
Seguidamente nos proponemos a presentar ciertos modelos de rejillas y difusores más frecuentemente usados en la distribución del aire. No se pretende facilitar una descripción detallada de los diferentes modelos cuya reseña sería exhaustiva, ya que los citados elementos cubren una gama muy variada de posibilidades conforme al caudal, velocidad, área libre, presión estática, grado de deflexión, caída de presión, alcance y nivel sonoro, que tienen su propia metodología de cálculo y selección de acuerdo con el fabricante.

Por lo tanto trataremos de dar una amplia visión de conjunto, señalando aquellos rasgos que diferencian unos de otros, sin entrar a mayores detalles.

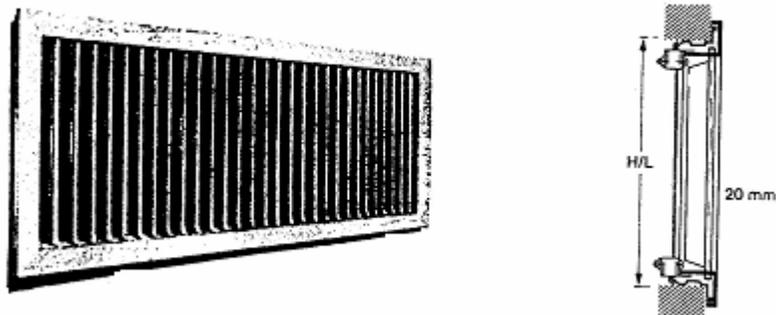
Las primeras a considerar serán las rejillas de impulsión de simple deflexión, que se emplean básicamente en montajes murales o aleros cuando se precisa una difusión del aire, ya sea en sentido horizontal o en sentido vertical. Al ser las láminas o aletas orientables individualmente, permiten graduar, además del alcance, la altura del dardo de aire en las rejillas con láminas horizontales, o la anchura del dardo en las rejillas con láminas verticales.

Como se muestra en las figuras, tienen forma rectangular y están compuestas de una serie de láminas horizontales y/o verticales, con una separación entre ellas de 20 mm teniendo diversos sistemas de fijación y de registros acoplables para la regulación del caudal.

Figura 37. Rejillas de impulsión



Rejilla de impulsión con láminas horizontales



Rejilla de impulsión con láminas verticales

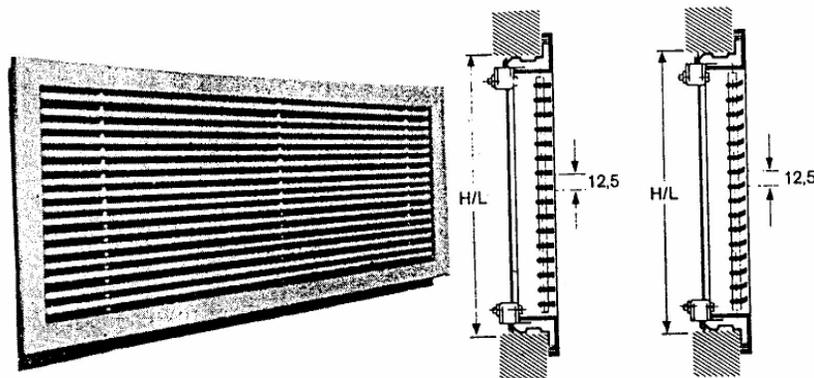
También pueden encontrarse en el mercado rejillas de impulsión de doble deflexión, con aletas en sentido vertical y en horizontal, que pueden alternarse los términos en que están colocadas. Tienen la ventaja de proporcionar una mejor distribución del aire, ya que es posible controlar la dirección del aire tanto en sentido vertical como horizontal.

Las hojas de metal reciben diferentes nombres según los fabricantes; así, se conocen como láminas, lamas o aletas.

Las rejillas conocidas con el nombre de lineales o rejillas continuas son similares a las descritas anteriormente y se distinguen porque su largo es siempre mucho mayor que el ancho.

Pueden colocarse una al lado de otra, empalmándolas, exteriorizando la apariencia de un frente continuo enrejillado de la longitud que se desee. Este modelo de rejilla suele tener las láminas horizontales fijas, aunque con un ángulo de deflexión a elección entre 0° o 15° , presentando una equivalencia entre la distancia de las láminas y el espesor de las mismas.

Figura 38. Rejillas de impulsión lineal o continua

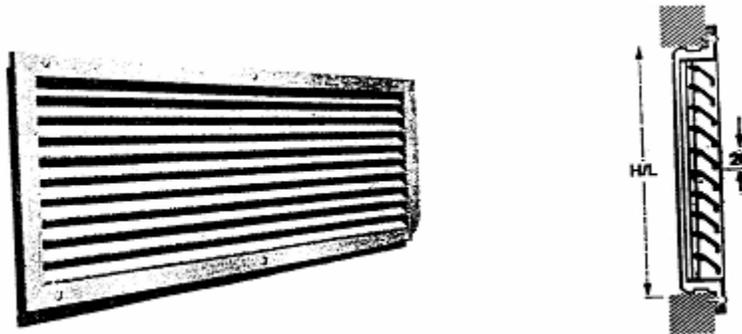


Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 108

Ahora bien, sabemos que debemos extraer el aire suministrado para aliviar el área o impedir la sobrepresión, en otras palabras, debemos presurizar el local.

Los elementos principales para tal función son las rejillas de retorno. Su aspecto y construcción es igual a las de impulsión, corrientemente sus lamas o aletas, horizontales o verticales, suelen ser fijas con un ángulo de deflexión de 45° , con la posibilidad de incorporar malla metálica o filtro para purificar el aire.

Figura 39. Rejillas de retorno



Rejilla de retorno con láminas fijas horizontales



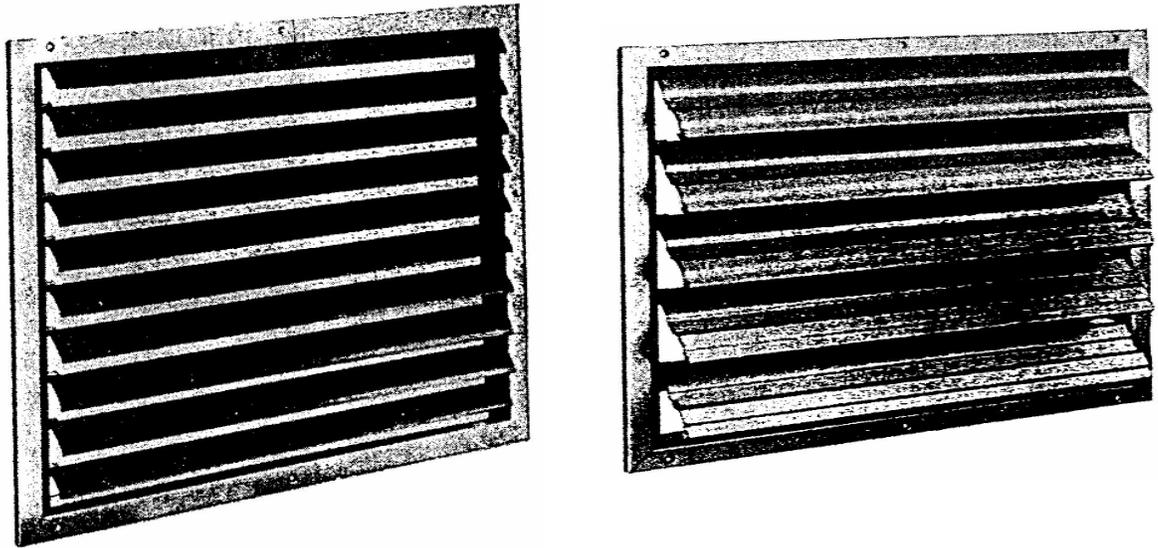
Rejilla de retorno con láminas e forma reticular

Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado.** Pág. 110

También encontramos las rejillas de expulsión de aire cuyas láminas se abren por efecto de la sobrepresión interior, quedando cerradas e cualquier otra situación, llevando aparejadas la abertura o el cierre automático.

Las compuertas de sobrepresión están destinadas a equipar las aberturas de extracción de aire, de expulsión de aire y de sobrepresión en las instalaciones de ventilación.

Figura 40. Compuertas de sobrepresión



Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado.** Pág. 112

5.2.1 Determinación del tipo de rejilla

Así como las rejillas tienen una ubicación preferente en murales o aleros, los difusores están diseñados para colocarlos en el mismo techo o a su nivel, construyéndose en diversos modelos según las exigencias de construcción de manera que satisfagan los problemas de espacio.

Normalmente se emplea para impulsión y retorno de aire, no siendo usual destinarlos para toma de aire exterior o como expulsión de aire.

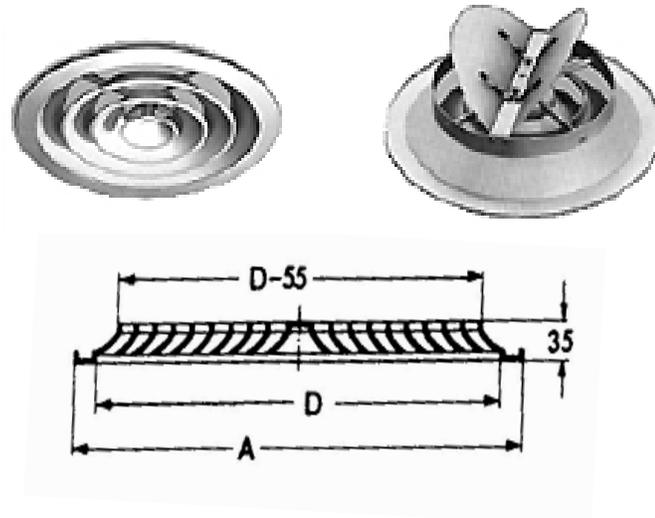
Existe una gran variedad de difusores, pero hablaremos de aquellos que se presentan más comúnmente y que son de fabricación estándar.

Difusores circulares, el sistema más sencillo de distribución por el techo consiste en disponer un agujero en el mismo con un difusor debajo de dicho agujero que distribuya el aire de un modo homogéneo en todas las direcciones.

La base del difusor tiene un diámetro que sea lo suficientemente grande como para ocultar el agujero desde cualquier ángulo de visión que sea posible, para no romper la presentación o estética del local.

El dato de partida para seleccionar un difusor de techo es conocer su alcance. Dado que la descarga del aire por difusores circulares, descarga horizontal a nivel del techo, permite al aire caliente del local mezclarse rápidamente con el aire frío de impulsión por ser distribuido de un modo uniforme en todas las direcciones, es reglamentario el situar el difusor tan cerca como sea posible del centro de espacios cuadrados en los que se haya subdividido la zona a tratar.

Figura 41. Difusores circulares



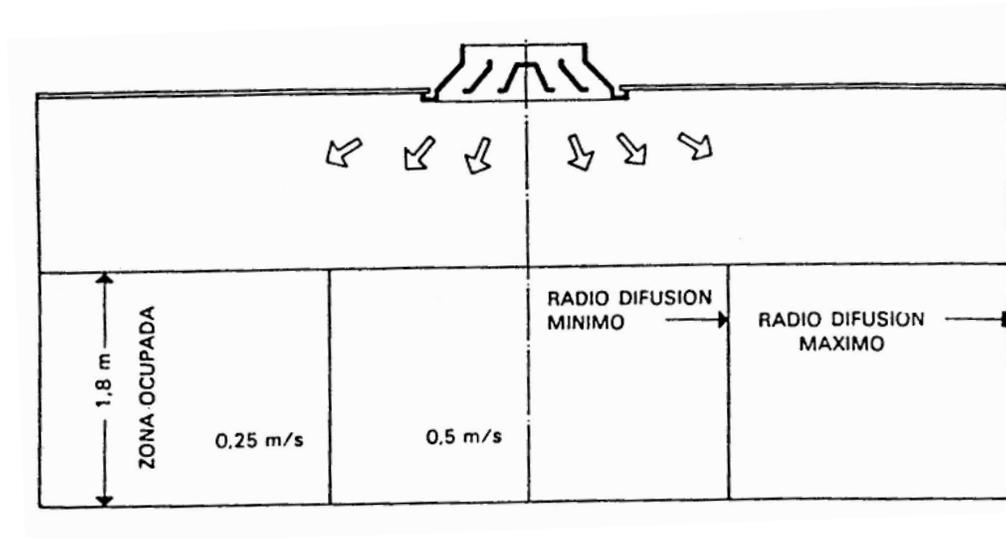
Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/rejilla-y-difusor-de-ventilacion>

Es necesario explicar qué se entiende por radio de difusión máximo y mínimo. Conoceremos por radio mínimo a la distancia horizontal desde el centro del difusor a la zona donde la velocidad residual de la mezcla del aire impulsado y del aire ambiente se ha reducido entre 0.4 y 0.5 m/s.

Mientras que el radio máximo es la distancia horizontal desde el centro del difusor a la zona donde la velocidad residual de la mezcla del aire impulsado y el aire ambiente se ha reducido a 0.25 m/s.

A la distancia vertical desde el techo hasta la zona donde la velocidad de la mezcla del aire impulsado y del aire ambiente se ha reducido a 0.25 m/s le llamamos caída. Se requiere que la caída no exceda de la distancia comprendida entre el techo y la zona ocupada, entendiéndose como zona ocupada aquel espacio limitado por el suelo y una altura que tenga entre 1.65 y 1.80 m, véase la figura 42.

Figura 42. Radio de difusión mínimo, máximo y caída

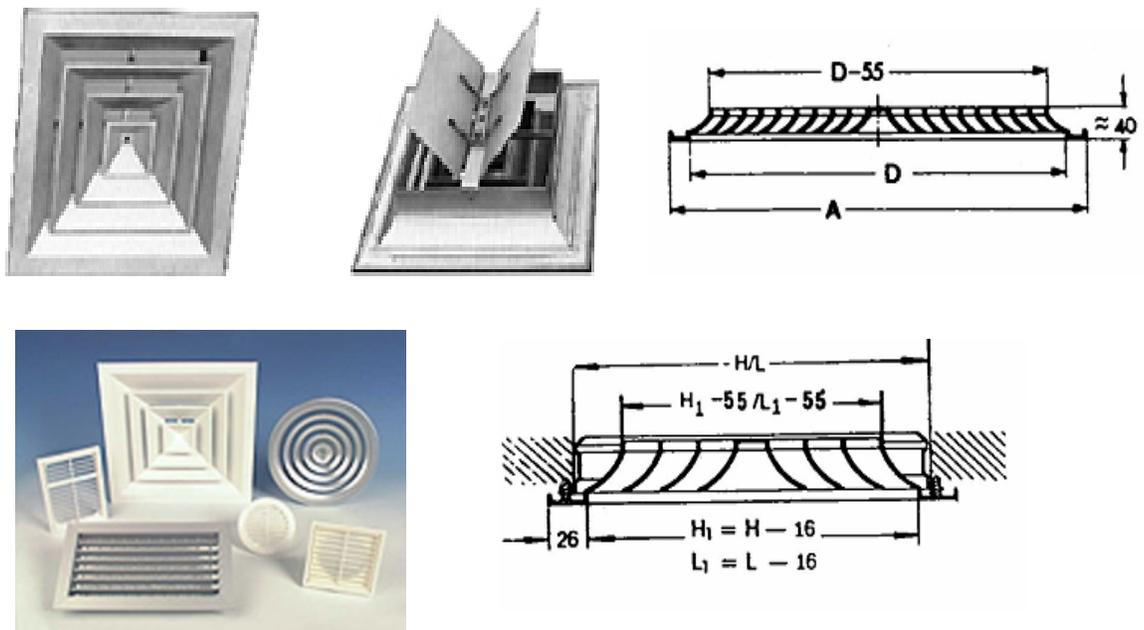


Fuente: MSPAS. **Manual de aire acondicionado**. Pág. 117

Los difusores cuadrados y los rectangulares, también conocidos como multidireccionales, al igual que los circulares, son de techo y reparte la carga por el espacio vital, están pensados, por su especial geometría, para interiores en donde la decoración sea un factor primordial.

Se caracterizan por la peculiar proyección del dardo de aire, ya que la dirección de impulsión de aire puede estar enfocada en un sentido o en otro, es decir, la salida es por algunos de sus frentes exclusivamente o por todos; fabricándose una amplia gama que comprende 1, 2, y 4 vías o direcciones de salida del flujo de aire.

Figura 43. Difusores cuadrados y rectangulares



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/rejilla-y-difusor-de-ventilacion>

La teoría explicada para los difusores circulares se adapta completamente a los difusores cuadrados o rectangulares. Entonces para encontrar la cantidad de difusores que nos harán falta para acondicionar un local, dividiremos el espacio total en un número determinado de cuadrados iguales, eligiendo el número de vías de acuerdo con la situación prevista de los difusores y la distribución de la carga.

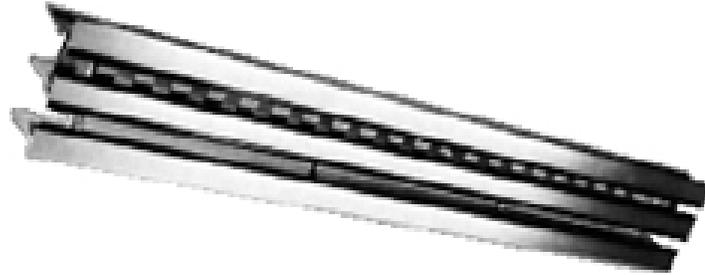
Por último tenemos a los difusores lineales o con ranuras longitudinales, adquiriendo el carácter de lineal cuando uno de los costados posee una dimensión mayor o larga que el otro, es un elemento de difusión muy estético empleado principalmente en falsos techos prefabricados y también acoplados a pantallas de luz, construyéndose con 1, 2, 3 o 4 ranuras.

Sus principales características, tanto de distribución de aire como de decoración, lo hacen apto para sustituir al sistema convencional de vario focos de salida de aire, cambiándolo por línea continua que permita combinar en el mismo difusor, alcances, caudales y dirección del flujo del aire para lograr reunir en un solo elemento una perfecta distribución del aire de acuerdo con las exigencias de cada zona.

Estos difusores permiten con la aleta superior regular el caudal de aire hasta su cierre total, y con la aleta inferior se consigue dirigir el flujo del aire según la zona a acondicionar. Mediante la regulación de sus aletas se puede lograr una distribución horizontal del aire en una u otra dirección o una proyección vertical del mismo.

Luego de conocer las características de cada tipo de difusor pasamos a determinar el más conveniente para el local, analizando ciertos factores como la altura, velocidad de flujo, clase de conductos la longitud del cuello, estableciendo así para el área de central de equipos los difusores cuadrados, ya que la ductería ya existía y por reducción de costo nos inclinamos por los ya mencionados.

Figura 44. Difusores lineales



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/rejilla-y-difusor-de-ventilacion>

5.3 Consideración de accesorios

Los elementos tales como rejillas, difusores, compuertas de sobrepresión son esencialmente primordiales en una instalación, pero en éste espacio contemplaremos todos aquellos elementos que son de utilidad y que no se han mencionado aún.

Empezaremos con los filtros, pues juegan un papel muy importante en una instalación y más cuando las exigencias higiénicas son elevadas como en el caso de un hospital.

a) Filtros

Los filtros generalmente se clasifican por el porcentaje de eficiencia. Existen filtros electrostáticos que brindan un 95% de filtración y el costo depende de éste factor, siendo más económicos los que menos porcentaje de eficiencia brindan.

Los filtros electrostáticos generalmente se emplean como prefiltros por su bajo porcentaje de eficiencia y tienen como función principal retener las partículas mayores, con el objetivo de incrementar la vida útil del filtro HEPA, ya que éste representa un mayor costo al reemplazarlo.

Los filtros electrostáticos emplean el fenómeno natural de la electricidad estática para crear un limpiador de aire pasivo (no eléctrico). Funcionan de tal manera que, al pasar el aire a través de los medios filtrantes, una carga eléctrica inofensiva atrae y atrapa los contaminantes del aire, los cuales se adhieren sobre las placas con la ayuda de una cubierta adhesiva, mientras el aire limpio pasa a través de ellas, son fácil de lavar y es por eso que su uso es muy prolongado.

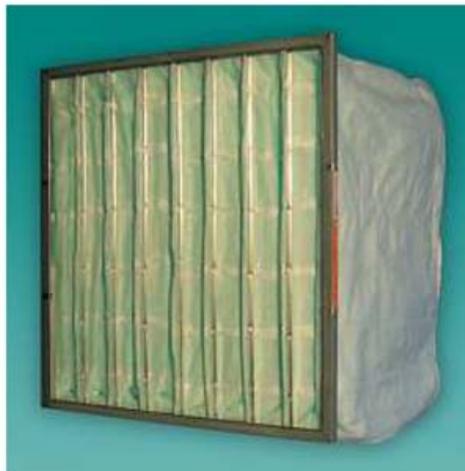
También están los filtros de bolsa de alta eficiencia HF que poseen un medio filtrante compuesto por microfibras de polipropileno de densidad progresiva, formando 8 bolsillos iguales en el modelo de 595 mm x 595 mm, y 6 bolsillos en el modelo de 595 mm x 497 mm y están vinculados por una marco metálico de chapa galvanizada en la cara de ingreso del aire, de 22 mm de espesor.

Cada bolsillo cuenta con separadores que permiten el máximo aprovechamiento de la superficie de filtración.

Aplicables en instalaciones de aire acondicionado y ventilación donde se necesite aire de muy alta calidad, como en laboratorios farmacéuticos, hospitales, plantas procesadoras de alimentos, industrias lácteas.

Muy utilizados como prefiltros de los filtros absolutos (H.E.P.A) en las unidades de tratamiento de aire.

Figura 45. Filtro de bolsa de alta eficiencia HF



Fuente: <http://www.casiba.com/productos-filtros-absolutos.htm>

Se recomienda, para éste tipo de filtros, no superar los 250 Pa, ya que están limitados a un caudal nominal de 177 Pa.

En la tabla se presenta la clasificación según las normas de eficiencia para cada modelo de los filtros HF.

Tabla XIV. Modelos de filtros HF

Modelo	Clasificación según normas				
	DIN 24185/2	DIN EN 779	INDICE MERV	ASHRAE 52-1-92	
HF 6	EU6	F6	12	66%<Em<80%	97 < Am
HF 8	EU8	F8	14	90%<Em<95%	99 < Am

Em.: Eficiencia a velocidad facial constante de 100 m/min., según ensayo colorimétrico.

Am: Arrestancia promedio en % según ensayo con peso con polvo sintético.

Tabla XV. Cuadro de medidas estándar y caudales nominales (filtros HF)

Modelo	Ancho (mm)	Largo (mm)	Prof. (mm)	Peso (Kg)	Caudal Nominal (m ³ /seg)	Pérdida de carga (Pa)
HF-6	495	595	559	1.95	0.71	43
	595	595	559	2.34	0.95	43
	495	595	559	2.05	0.71	160
HF-8	595	595	559	2.46	0.95	160
	495	595	762	2.25	0.85	177
	595	595	762	2.68	1.13	177

Fuente: <http://www.casiba.com/productos-filtros-absolutos.htm>

Las exigencias en un hospital son muy altas, por lo tanto es recomendable utilizar filtros con eficiencias por encima de los 99% de filtración, eficiencia que solo el filtro absoluto (H.E.P.A) pueden brindar, ya que están disponibles en eficiencias de 95%, 99.97% y 99.99%.

“Absoluto” fue el nombre elegido para describir el comportamiento de estos filtros especiales (High Efficiency Particulate Air HEPA Filters), creados hace mas de cuarenta años.

Para tener una idea aproximada de la capacidad limpiante del aire que tienen estos filtros, máximo nivel de calidad en purificación, tengamos en cuenta que un pie cúbico (un cubo de aprox. 30 cm de lado) de aire atmosférico sin tratar, posee aproximadamente 10 millones de partículas, mientras que en un área limpia, con aire filtrado por filtros absolutos, solo se encuentran 100 partículas por pie cúbico, y en áreas especiales, se logran 10 y hasta 1 sola partícula por pie cúbico.

Existen varios modelos de filtros absolutos, tomando en cuenta su eficiencia en forma ascendente, tenemos los filtros absolutos de pliegue profundo (filtros HEPA).

El filtro de pliegue profundo se encuentran con eficiencias de 95%, 99.97% y 99.99%, para partículas de 0.3 μm , está fabricado con marco metálico de chapa galvanizada de 1.25 mm de espesor que ofrece máxima protección al medio filtrante. El medio filtrante es de microfibras de vidrio extrafina resistente a la humedad (100%) y está encapsulado en su totalidad, para asegurar la ausencia de fugas.

Con burlete de neopreno en una de sus caras, su temperatura máxima de trabajo es de 85 °C, y es apto para trabajar en ambientes con 100% de humedad relativa.

Figura 46. Filtro HEPA de pliegue profundo



Fuente: <http://www.casiba.com/productos-filtros-absolutos.htm>

El filtro absoluto de pliegue profundo se utiliza en áreas limpias, ambientes controlados. Ideal para la industria farmacéutica, hospitalaria, alimenticia entre otras.

En la tabla se presenta la clasificación según las normas de eficiencia para cada modelo de los filtros absolutos de pliegue profundo.

Tabla XVI. Modelos de filtros HEPA de pliegue profundo

Según Norma EN 1822	H 11	H 12	H 13
Según Norma DIN 24183	EU11	EU12	EU13
	95%<Aa<99.97%	99.97%<Aa<99.99%	99.99%<Aa<99.995%

Aa: Eficiencia para partículas de 0.3 micrones, según ensayo de aerosoles DOP bajo norma Mil. STD 282.

Tabla XVII. Cuadro de medidas estándar y caudales nominales

Eficiencia EN 1822	Modelo	Caudal (m ³ /h) vs. Perdida de carga (PA)			Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Peso (Kg)
		165 Pa	254 Pa	343 Pa				
H 11	H11 -12126	365	560	730	305	305	150	3.6
	H11 -24126	781	1189	1545	610	305	150	5.3
	H11 -24246	1698	2598	3396	610	610	150	10.4
	H11-242412	2335	3396	4347	610	610	292	18.1
H 12	H12 -12126	153	229	314	305	305	150	3.6
	H12 -24126	323	422	662	610	305	150	5.4
	H12 -24246	696	1070	1443	610	610	150	10.5
	H12-24306	900	1375	1834	610	762	150	13.6
H 13	H13 -12126	153	229	314	305	305	150	3.6
	H13 -24126	323	422	662	610	305	150	5.4
	H13-243012	1647	2547	3396	610	762	292	21.8

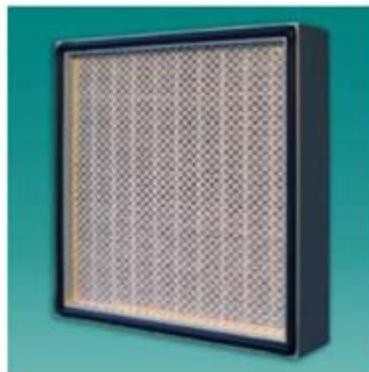
Fuente: <http://www.casiba.com/productos-filtros-absolutos.htm>

Pero uno de los filtros con mayor porcentaje de eficiencia entre los HEPA son los filtros absolutos minipliegue con eficiencias de 99.99% y 99.999%, es más compacto y de menor espesor que los filtros absolutos HEPA de pliegue profundo.

Están fabricados con un marco metálico de aluminio extruido anodizado, de gran estabilidad dimensional y resistencia a la corrosión. Ofrece máxima protección al medio filtrante. Su medio filtrante es de microfibra de vidrio extrafina resistente a la humedad (100%) y está encapsulado en su totalidad, para asegurar la ausencia de fugas. Posee burlete de neopreno y grilla de protección en una de sus caras. Su temperatura máxima de trabajo es de 85 °C y puede trabajar en ambientes con 100% de humedad relativa.

Algunos de los ambientes controlados en los cuales se utilizan son quirófanos, salas de aislamiento, centrales de pesadas y demás sectores críticos de trabajo; entre ellos, plantas procesadoras de alimentos, salas de envasado aséptico, equipos de flujo laminar, venteo de tanques para almacenamiento de productos, entre otros.

Figura 47. Filtro absoluto HEPA minipliegue



Fuente: <http://www.casiba.com/productos-filtros-absolutos.htm>

Tabla XVIII. Modelos de filtros absolutos minipliegue

Según Norma EN 1822	H 13	H 14
Según Norma DIN 24183	EU13	EU14
	99.99% < Aa < 99.995%	99.995% < Aa < 99.9995%

Aa: Eficiencia para partículas de 0.3 micrones, según ensayo de aerosoles DOP bajo norma Mil. STD 282.

Tabla XIX. Cuadro de medidas estándar y caudales nominales

Eficiencia EN 1822	Modelo	Caudal (m ³ /h) vs. Perdida de carga (PA)			Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor (mm)	Peso (Kg)
		125 Pa	175 Pa	254 Pa				
H 13	H13 -12123	160	181	234	305	305	72	1.8
	H13 -24123	321	380	486	610	305	72	2.1
	H13 -24243	642	763	1032	610	610	72	5.1
	H13-24303	810	963	1296	610	762	72	5.4
H 14	H14 -12123	128	162	201	305	305	72	1.8
	H14 -24123	268	326	418	610	305	72	2.1
	H14 -24243	542	656	888	610	610	72	5.1
	H14-24303	684	827	1115	610	762	72	5.4

Fuente: <http://www.casiba.com/productos-filtros-absolutos.htm>

b) Gases refrigerantes

Los gases refrigerantes han tenido un papel muy protagónico en los últimos años, por ser uno de los más dañinos a la capa de ozono. El refrigerante R-22 es el que habitualmente se utiliza en los equipos de aire acondicionado para aplicaciones residenciales y comerciales.

Es un HCFC (hidroclorofluorocarburo CHClF_2), una serie de sustancias que, debido a su contenido en cloro, afectan a la capa de ozono. Es inodoro, ininflamable e incombustible y su temperatura de ebullición en °C a presión normal es de - 40,6. El Protocolo de Montreal, acuerdo internacional de 1987 para la protección de la capa de ozono, especificó en sus directivas, primero la eliminación de los clorofluorocarburos (CFC) de mayor contenido en cloro, y ahora la retirada gradual de los HCFC.

En Europa, la producción de R-22 se está reduciendo progresivamente a partir del 2004, llegándose al mínimo en el 2015. Está ya prohibido su uso en transporte por carretera y ferrocarril, y por encima de una cierta capacidad frigorífica.

Por lo tanto se ha considerado una serie de alternativas para refrigerantes con el propósito de reducir el R-22.

Alternativas:

R-410A

Es un refrigerante libre de cloro (sin CFC ni HCFC) y por lo tanto no produce ningún daño a la capa de ozono y su uso no está sujeto a ningún proceso de retirada marcado por la legislación. Tiene un elevado rendimiento energético, es una mezcla única y por lo tanto facilita ahorros en los mantenimientos futuros. No es tóxico ni inflamable y es reciclable y reutilizable.

R-407C

Es un refrigerante libre de cloro (sin CFC ni HCFC) y por lo tanto no produce ningún daño a la capa de ozono y su uso no está sujeto a ningún proceso de retirada marcado por la legislación. Posee propiedades termodinámica muy similares al R-22. A diferencia del R-410A, es una mezcla de tres gases R-32, R-125 y R-134a. Si se precisa reemplazar un componente frigorífico o se produce una rotura de uno de ellos, el sistema se debe purgar completamente. Una vez reparado el circuito y probada su estanqueidad, se rellenará de nuevo, cargando refrigerante con la composición original.

R-134a

Es un refrigerante libre de cloro (sin CFC ni HCFC) y por lo tanto no produce ningún daño a la capa de ozono y su uso no está sujeto a ningún proceso de retirada marcado por la legislación. Es ampliamente usado en otras industrias: aire acondicionado en automóviles, frigoríficos, propelente de aerosoles farmacéuticos. En aire acondicionado se utilizan desde unidades transportables o deshumidificadores, hasta unidades enfriadoras de agua con compresores de tornillo o centrífugos de gran capacidad.

c) Aislamiento de envoltura para ductos

El aislamiento de tubería también lo consideramos como un accesorio importante para conservación de la temperatura dentro del ducto y así reducir la pérdida de calor en el trayecto del mismo.

Es un aislamiento térmico y acústico tipo cobertura, liviano y muy elástico, fabricado con fibras de vidrio adheridas con una resina blanca sin formaldehído. Se recomienda como aislamiento térmico para el exterior de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado u otros espacios y superficies donde sea necesario controlar la temperatura.

El límite de temperatura de operación es de 40 °F 250 °F (4 °C a 121 °C). El aislamiento sin formaldehído se ofrece en varias densidades, espesores, anchos y largos de rollos. Cuentan con un revestimiento FSK (papel kraft con soportes de lámina fina), que actúa como barrera contra el vapor para cumplir con los requisitos de instalación.

Figura 48. Aislamiento para ductos



Fuente: <http://www.casiba.com>

d) Ductos

Son los encargados de transportar el aire refrigerado tanto de impulsión como de retorno, del equipo acondicionador hasta las bocas de salida ubicadas en el lugar a acondicionar. Éstos pueden ser flexibles, metálicos o de fibra de vidrio, con sección rectangular, circular u oval, dependiendo su elección de la arquitectura del recinto, de las condiciones presupuestarias o de lo que más convenga.

Entre los flexibles están los ductos de aluminio flexible (A 100, AKT 100, COMBIFOC 905, entre otros) y los ductos de PVC flexibles (NYLGAINÉ, PHA, AK PHA, entre otros).

Todos tienen características muy similares respecto a su aplicación, ya que la mayoría son empleados para sistemas de aire acondicionado, ventilación y calefacción, y la diferencia entre ellos puede estar en sus dimensiones, temperatura de trabajo, componente que los constituyen, entre otros.

- **Ductos de aluminio flexible**, el alcance del ALUFOC (aluminio flexible), es constituido de ventilación diferente, flexible afuera del papel de aluminio o complejo de aluminio/poliéster.

Para obedecer con M1 de clasificación de fuego o M0 en Francia y con reglas de otros países, se presenta la siguiente tabla.

Tabla XX. Ductos de aluminio flexible (clasificación)

Alcance	Árbitro	Descripción
Alufoc	A 100	Flexible afuera del aluminio/poliéster
Alufoc	AKT 100	Corriente térmica aislada, flexible afuera del aluminio/poliéster
Alufoc	AKPH 100	Phonic aislar flexible afuera de aluminio/poliéster
Alufoc	A 101	Flexible afuera del aluminio/poliéster
Alufoc	AKT 101	Corriente térmica aislada, flexible afuera del aluminio/poliéster
Alufoc	AKPH 101	Phonic aislar flexible afuera de aluminio/poliéster
Alufoc	A 205	Flexible afuera del aluminio/poliéster
Alufoc	AKPH 405	Phonic aislar flexible afuera de aluminio/poliéster
Alufoc	AKT 405	Corriente térmica aislada, flexible afuera del aluminio/poliéster
Alufoc	AKT 205	Corriente térmica aislada, flexible afuera del aluminio/poliéster MO/MO
Alufoc	AKPH 205	Phonic aislar flexible afuera de aluminio/poliéster MO/MO
Alufoc	ALUFOC P	Conducto flexible polyester aluminizado
Alufoc	ALUFOC P AKT	Corriente térmica aislada, flexible afuera del poliéster
Alufoc	COMBIFOC 901	Flexible afuera del aluminio y PVC
Alufoc	COMBIFOC 905	Flexible afuera del aluminio y PVC
Alufoc	AKPH 200	Phonic aislar flexible afuera de aluminio/poliéster
Alufoc	NC 10	Completamente de aluminio M0, flexible semirrígido
Alufoc	AKT NC10	Completamente aluminio M0, flexible semirrígido con protección.
Alufoc	NC10 T NC10	Completamente aluminio MO flexible, semirrígido "Duplica Piel"
Alufoc	Silencieux	Silenciadores

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/ductos>

Los ALUFOC A100 son flexibles afuera del aluminio/poliéster:

Descripción: Conducto flexible que consta de una hélice de acero contrario alto, condensado entre aluminio/poliéster laminado.

Aplicación: Para toda ventilación de poca presión, aire acondicionado y sistemas de calefacción.

Figura 49. Ducto de aluminio flexible tipo A 100



Características Técnicas	
Alcance de diámetros	Ø 76 a Ø 630 mm
Temperatura de trabajo	-20°C a +120°C
Color	Aluminio
Longitud usual	10 m
Embalaje	Caja individual

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/ductos>

Los ALUFOC AKT 100 son de corriente térmica aislada, flexible afuera del aluminio/poliéster.

Descripción: El conducto flexible para el aislado térmico consta de un ALUFOC flexible tipo A 100 sin el aluminio/poliéster y una protección térmica de lana de vidrio con un grosor de 25 mm y una densidad de 16 Kg/m³.

Una barrera de vapor que consta de papel de aluminio y una capa de papel de plata de poliéster por una fibra de vidrio.

Aplicación: Para toda ventilación de poca presión, aire acondicionado y sistemas de calefacción. Necesitar una protección térmica.

Figura 50. Ducto de aluminio flexible tipo AKT 100



Características Técnicas	
Alcance de diámetros	Ø 76 a Ø 630 mm
Temperatura de trabajo	-20°C a +120°C
Color	Aluminio
Clasificación de fuego	M1
Longitud usual	10 m
Embalaje	Caja individual

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/ductos>

Los COMBIFOC 905, flexibles en la parte de afuera de aluminio y PVC.

Descripción: Conducto flexible que consta de una hélice de acero contrario alto, condensado entre un aluminio/poliéster complejo reforzado laminado y complemento de PVC.

Aplicación: Para toda ventilación de poca presión, aire acondicionado y sistemas de calefacción y gases de escape para soldar emanaciones de armas.

Figura 51. Ducto de aluminio flexible tipo COMBIFOC 905



Características Técnicas	
Alcance de diámetros	Ø 76 a Ø 630 mm
Temperatura de trabajo	-20°C a +90°C
Color exterior	Negro, gris o blanco
Longitud usual	10 m
Embalaje	Caja individual

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/ductos>

- **Ductos de PVC flexible**, El alcance del CALORFOC es constituido por un conductor de ventilación flexible afuera de PVC, polietileno o PVC cubierto de tela.

Tabla XXI. Ductos de PVC flexible (clasificación)

Alcance	Árbitro	Descripción
Calorfoc	CP	Conducto completamente flexible hecho de papel de plata de polietileno
Calorfoc	PLE	Conducto completamente flexible hecho de papel de plata de PVC fina
Calorfoc	AK PLE	Corriente térmica aislada, flexible afuera de PVC
Calorfoc	RGPL	Conducto completamente flexible hecho PVC reforzado
Calorfoc	PK RG	Corriente térmica aislada, flexible afuera de PVC, reforzado M1
Calorfoc	POLYFOC	Poliéster flexible conducto transparente
Calorfoc	NYLGAINÉ	Tela de poliamida afuera de PVC cubierta flexible
Calorfoc	AK PHA	Phonic aislado flexible, M1
Calorfoc	PHA	PVC cubierto de una malla de fibra de vidrio, M1

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/ductos>

Los **NYLGAIN**, son tela de poliamida, afuera de PVC, con cubierta flexible.

Descripción: Conducto completamente flexible que consta de una hélice de acero contrario alto, condensado entre dos capas de una tela de poliamida de PVC.

Aplicación: Para todas las instalaciones de ventilación, aire acondicionado o sistemas de calefacción, para presiones bajas, medianas y altas.

Figura 52. Ducto de PVC flexible tipo NYLGAIN



Características Técnicas	
Alcance de diámetros	Ø 60 a Ø 630 mm
Temperatura de trabajo	-10°C a +80°C
Color	Gris
Clasificación de fuego	Fuego retardante
Longitud usual	6 o 10 m
Embalaje Ø < 315	Comprimir en una bolsa de polietileno transparente
Embalaje Ø >315	Caja individual

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/ductos>

Los **SPIRAFLEX S**, son de tela de poliamida afuera de PVC cubierta flexible, aplicables para ventilación de edificios, gases de escape, calefacción para carpas de circos.

Descripción: Tipo ligero, Conducto flexible que consta de una hélice de acero contrario alto, condensado entre dos capas de PVC cubierta de poliamida o tela de poliéster.

Figura 53. Ducto SPIRAFLEX S



Características Técnicas	
Alcance de diámetros	Ø 100 a Ø 1210 mm
Temperatura de trabajo	-10°C a +80°C
Color	Preferentemente amarillo
Longitud usual	10 m
Peso	320 gr/m ²

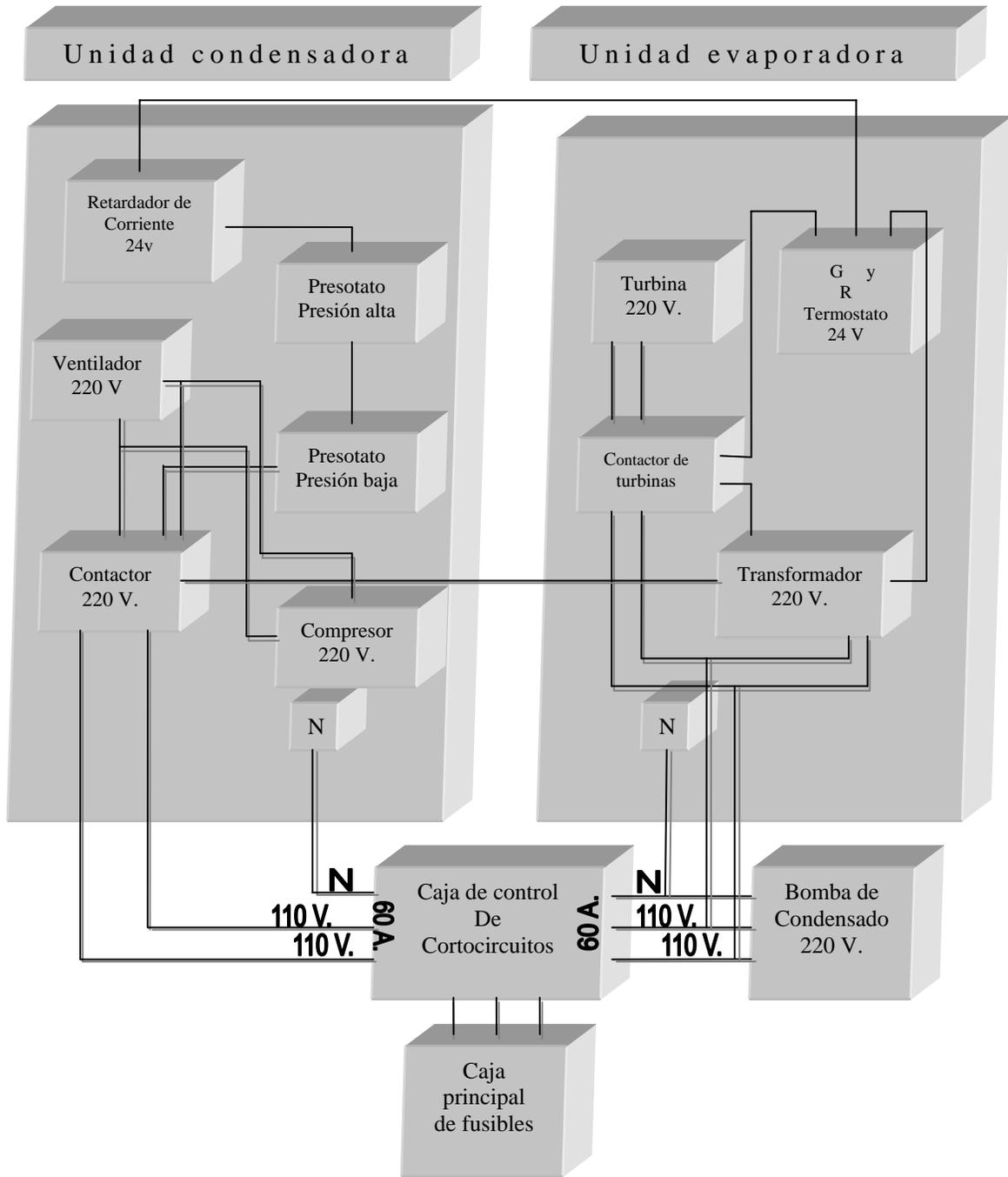
Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/stif/ductos>

5.3 Instalación eléctrica del equipo

La potencia destinada para alimentar los equipos en el área de esterilización es adecuada, ya que anteriormente existía la red para otro sistema de aire acondicionado, tanto monofásico como trifásico, como es en el caso del equipo de 120,000 Btu/hr (10 toneladas).

El diseño de la red eléctrica es el mismo para el equipo de 60,000 Btu/hr (5 Ton.) como para el de 120,000 Btu/hr (10 Ton.), con la diferencia de que se tiene un condensador de 208/240 voltios monofásico y un condensador de 208/230 voltios trifásico respectivamente.

Figura 54. Diseño de red eléctrica



Como recomendación se deberá verificar la distancia que exista entre la caja principal y el punto de entrada de corrientes que es donde se conectarán los equipos de aire acondicionado, ya que no se debe sobrecargar el amperaje de la red existente, pues se debe procurar que el cable de alimentación sea lo más corto posible.

El tipo de protección (flipón) para el sistema dependerá del consumo que haya en totalidad dentro del local, como por ejemplo 60 amperios para el equipo de 120,000Btu/hr y 40 amperios para el de 60,000 Btu/hr, ya que deben estar arriba del valor de consumo para evitar una sobrecarga en el equipo.

CONCLUSIONES

1. La persona es el centro fundamental del proceso de aire acondicionado, ya que por ella se intenta crear un ambiente artificial confortable.
2. El sistema de aire acondicionado es el principal medio de purificación y será el principal contribuyente para cumplir con las exigencias higiénicas del lugar tratando las cinco propiedades del aire para conseguirlo.
3. Para obtener una atmósfera sana y confortable apta para envolver el cuerpo humano deben tratarse cinco propiedades del aire: temperatura (enfriamiento o calefacción), contenido de humedad (humidificación o deshumidificación), movimiento del aire, limpieza del aire y ventilación (introducción de aire exterior).
4. La eficiencia de filtración en un hospital con función de esterilización debe de ser de 99.99 a 99.995%, porcentaje proporcionado por los filtros HEPA.
5. El estudio y evaluación de los factores generadores de calor ayudará a determinar la capacidad y tipo de equipo acondicionador que mejor se adapte al área de central de equipos.

RECOMENDACIONES

1. Debido a las altas exigencias higiénicas y al alto nivel de riesgo de contaminación que existe en el área de central de equipos del hospital San Juan de Dios, se implementará un sistema de refrigeración capaz de controlar la cinco propiedad del aire atmosférico como lo son la temperatura, humectación, circulación, ventilación y limpieza.
2. Implementar un programa de mantenimiento no solo para el sistema de aire acondicionado sino también, para la correcta operación de las autoclaves, ya que de éstas dependerá el buen funcionamiento del equipo acondicionador.
3. Una buena administración del uso de las autoclaves con respecto al encendido y horas de trabajo dará una reducción de carga al área y ayudará a un mejor rendimiento del sistema de aire acondicionado.
4. Revisar fugas tanto para el equipo acondicionador como para los autoclaves, remover índices de corrosión haciendo una limpieza superficial.
5. Cumplir con el manual de operación del autoclave para un mejor manejo y distribución de equipo médico.

6. Conocer los tiempos de esterilización para cada tipo de equipo o materia prima a esterilizar y no sobrepasar el tiempo estipulado y así no sobrecargar el sistema de refrigeración.
7. Medir la temperatura y humedad relativa interior constantemente, y controlar el ambiente para monitorear cualquier tipo de variación.
8. Revisar que el equipo trabaje en las mejores condiciones, que el suministro de aire sea el adecuado y esté en su eficiencia óptima.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gerald Schweitzer, A. Ebeling. **Curso completo de aire acondicionado.**
2. Burgess H. Jennings. **Aire acondicionado y refrigeración.**
3. Chacón Paz, **Manual de aire acondicionado y refrigeración.** 3a. edición; México editorial Prentice-Hall, 2000.
4. MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social), Aire acondicionado. España editorial Paraninfo sa, pág. 131.
5. Jean-Georges Conan. Refrigeración Industrial. Editorial Paraninfo sa, pag. 472.
6. Enrique Carnicer. Aire Comprimido. Teoría y cálculo de las instalaciones. Editorial Paraninfo sa, pág. 296.

Referencia electrónica

7. <<http://www.directindustry.es/prod/stif/ductos.com>, febrero 2007.
8. <[http:// www.acrweb.com/paquete.htm](http://www.acrweb.com/paquete.htm), marzo 2007.
9. <<http://bdd.unizar.es/paq3/PAG6-2/11.htm>, marzo 2007.