



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad De Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**"Diseño Del Sistema de Climatización de una Sala de Neonatos
en una Clínica de la ciudad de Guayaquil"**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA MECÁNICA

Presentada por:

Silvia Patricia Zevallos Alvarado

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO: 2007

AGRADECIMIENTO

A DIOS.

A mis padres que me apoyaron siempre en todas mis decisiones y fueron la luz que guió mi camino.

A mi hermana que la quiero con todo el corazón.

A Carlos Carranza Sosa quien me apoyo y siempre estuvo a mi lado empujándome para que siga adelante, muchas gracias.

Agradezco sinceramente a todas las personas que siempre me apoyaron y especialmente en el Ing. Ernesto Martínez Director de Tesis, porque supo como guiarme, GRACIAS.

DEDICATORIA

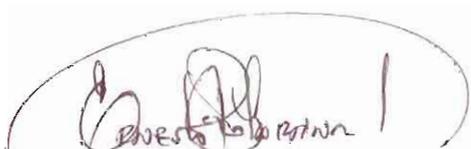
Dedico este trabajo al
Doctor Marco Zevallos y
a la señora Betty
Alvarado; mis Padres.

A Sari mi hermana y a
Carlos Carranza S.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Julián Peña E.
DELEGADO DEL DECANO DE LA
FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Manuel Helguero G.
VOCAL PRINCIPAL



Ing. Francisco Andrade.
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Patricia Zevallos Alvarado

RESUMEN

El aire acondicionado es hoy el mejor método para controlar la temperatura de hogares, oficinas, centros comerciales, patios de comidas, restaurantes, hospitales, clínicas etc.; las ventajas son varias: control de temperatura automática, control de velocidad de salida de aire, la eliminación de la humedad del ambiente, el recirculación del aire, la ausencia de sonido molesto, la posibilidad de obtener un equipo específico para los metros cuadrados de su ambiente, controlar presión; etc.

Sin embargo el mal uso de estos equipos puede ser fatal en lugares donde se requiere un alto grado de limpieza y purificación del aire como es el caso de una sala de operaciones o quirófano, como es el nuestro.

En nuestro país se han dado casos en los cuales los pacientes han entrado a una sala de operaciones y debido a la mala calidad del sistema de climatización han resultado con una infección peor o sus heridas no cicatrizan bien debido a la existencia de bacterias en el ambiente, el último

caso que da ejemplo de esto es el Hospital de niños Napoleón Dávila de Chone (Diario HOY Mayo 23 2006) en donde el mal estado de los equipos, ductos y la mala utilización de estos provocaron la muerte de muchos niños recién nacidos y la enfermedad de unos otros.

Por este motivo se ha llevado a cabo la realización de este proyecto en el cual se tiene como premisa una sala atenciones para neonatos de una clínica donde se atenderán niños sanos y aquellos que tengan alguna clase de patología. Para el cual se requiere la climatización de la misma; debemos tener en cuenta muchos parámetros para realizar el diseño; presión positiva requerida, filtros de alta eficiencia, grado de humedad, velocidad de aire, incluso el número de personas dentro de la sala al momento del funcionamiento del equipo, horas de trabajo del equipo, cantidad de luminarias, etc. Para el cálculo de carga se lo realizará basado en cálculos matemáticos y se comparará o comprobará con un programa o software para el efecto y así corroborar nuestro análisis, además se hará un programa de mantenimiento de equipos y ductos para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.

El objetivo del presente trabajo es el diseño de un sistema de climatización, donde se obtendrá la capacidad del equipo de acondicionador de aire

adecuada para los requerimientos del área, se seleccionaran los filtros adecuados dependiendo de la aplicación de la sala, obtención de presión requerida, como se controla temperatura, presión, humedad y además se realizará un cuadro comparativo entre los equipos Expansión Directa y los equipos enfriados por agua.

Se procederá a desarrollar una solución adecuada que cumpla con especificaciones técnicas, todo esto usando los conocimientos adquiridos en la ESPOL y la experiencia de haber trabajado en una empresa especializada en la climatización

Como resultado se espera obtener el diseño completo del Sistema de Climatización de una sala de cuidados para neonatos que cumpla con todas las normas para el efecto y con todos los requerimiento o especificaciones técnicas del la clínica otorgando una solución efectiva donde el cliente tenga la libertad de elegir que equipo de aire acondicionado es el que se acopla a sus posibilidades de adquisición y a los requisitos que él imponga, además se entregará los procedimientos adecuado para el diseño de un Sistema de Climatización con diferentes requerimientos y que sea aplicable a cualquier área donde se realicen otras labores.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

| | |
|--|------|
| RESUMEN..... | II |
| ÍNDICE GENERAL..... | III |
| ABREVIATURAS..... | IV |
| SIMBOLOGÍA..... | V |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | VII |
| ÍNDICE DE PLANOS..... | VIII |
| INTRODUCCION..... | 1 |
| CAPITULO 1 | |
| 1. AMBITO DE LA TEORÍA..... | 3 |
| 1.1. Infraestructura de Funcionamiento de la Clínica | 4 |
| 1.1.1 Características Generales de la Obra. | 5 |
| 1.1.2. Características Generales del Área de Estudio | 6 |
| 1.2. Requerimientos Técnicos de Diseño para la Sala de Neonatos... 9 | |
| 1.2.1 Temperatura de Confort | 11 |
| 1.2.2 Renovación de Aire..... | 13 |

| | |
|---|----|
| 1.2.3 Humedad Relativa Permisible..... | 14 |
| 1.2.4 Sistema de Filtrado..... | 14 |
| 1.2.5 Niveles de Ruido..... | 16 |
| 1.2.6 Niveles de Velocidad en Ductos..... | 17 |
| 1.2.7 Condiciones Exteriores de Diseño..... | 18 |

CAPITULO 2.

| | |
|---|-----|
| 2. SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA CLIMATIZACIÓN | 19 |
| 2.1 Cálculo de Carga..... | 21 |
| 2.2 Selección de Equipo..... | 70 |
| 2.2.1 Sistema de Expansión Directa | 71 |
| 2.2.2 Equipos Enfriados por Agua..... | 74 |
| 2.2.3 Ventajas y Desventajas..... | 79 |
| 2.3 Selección de Filtros..... | 82 |
| 2.4 Selección de Ventiladores..... | 95 |
| 2.5 Accesorios de Control | 101 |

CAPITULO 3.

| | |
|--|-----|
| 3. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN..... | 102 |
| 3.1. Ductos de Aire Acondicionado..... | 123 |
| 3.1.1 Velocidad de Aire..... | 123 |
| 3.1.2 Material de los Ductos..... | 125 |

| | |
|---|-----|
| 3.1.3 Dimensiones..... | 126 |
| 3.2. Selección de Difusores de Aire y Rejillas..... | 139 |
| 3.3. Diseño de planos..... | 142 |
| CAPITULO 4 | |
| 4. PLAN DE MANTENIMIENTO..... | 145 |
| 4.1 Mantenimiento de Equipos..... | 148 |
| 4.2 Mantenimiento de Ductos..... | 155 |
| 4.3 Mantenimiento de Filtros y accesorios..... | 160 |
| CAPITULO 5 | |
| 5. ANÁLISIS DE COSTOS | 163 |
| 5.1. Costo de Materiales..... | 162 |
| 5.2. Costo de Equipos..... | 167 |
| 5.3. Costo de Mano de Obra..... | 169 |
| CAPITULO 6 | |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 172 |
| ANEXOS. | |
| BIBLIOGRAFÍA. | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | Pág. |
|----------|--|------|
| Tabla 1 | Temperatura de Bulbo Seco y Bulbo Húmedo aproximados En la Ciudad de Guayaquil..... | 24 |
| Tabla 2 | Datos de Área de Estudio..... | 27 |
| Tabla 3 | Posición Solar, Intensidad, Factor de Ganancia Solar, Latitud de Guayaquil 2,19 grados Sur..... | 28 |
| Tabla 4 | Coefficiente de Sombra para vidrios Sencillos con Sombra Interna por Persiana Venecianas..... | 30 |
| Tabla 5 | Coefficiente de Transmisión U de Paredes Verticales..... | 31 |
| Tabla 6 | Resultados de Cálculo de Transmisión de Calor a Través de Ventanas..... | 32 |
| Tabla 7 | Diferencia de Temperatura (Grados F) de paredes..... | 37 |
| Tabla 8 | Coefficiente de Transmisión U para puertas de Madera Sólida..... | 41 |
| Tabla 9 | Ganancia de Calor debido a personas | 42 |
| Tabla 10 | Ganancia de Calor debido a Luminarias | 45 |
| Tabla 11 | Ganancia de Calor debido a Varias Aplicaciones..... | 46 |
| Tabla 12 | Resultados de Calor Latente y Sensible Neonatos Sanos..... | 47 |
| Tabla 13 | Estándares para Ventilación..... | 48 |
| Tabla 14 | Resultados de la Carga Térmica para Neonatos Sanos..... | 59 |
| Tabla 15 | Ganancia de Calor debido a Motores Eléctricos..... | 65 |
| Tabla 16 | Resultados de Calor Latente y Sensible Neonatos No Sanos..... | 66 |
| Tabla 17 | Resultados De Carga Térmica y Capacidad de Equipo Neonatos No Sanos..... | 69 |
| Tabla 18 | Matriz de Decisión entre Equipos de Expansión Directa y Equipos de Agua Helada..... | 81 |
| Tabla 19 | Referencia Aproximada entre Filtros Normas ASHRAE 52.1 y 52.2..... | 89 |
| Tabla 20 | Aplicación de Filtros Clasificados Según el Tipo de Eficiencia..... | 91 |
| Tabla 21 | Eficiencias de Filtros Para Sistemas Centrales de Ventilación o Aire Acondicionado en Hospitales..... | 92 |
| Tabla 22 | Relación General de Presión y Ventilación de Ciertas Áreas de Hospital..... | 97 |
| Tabla 23 | Capacidades Típicas y Tipo de Compresores de los | |

| | | |
|----------|---|-----|
| | Chillers..... | 106 |
| Tabla 24 | Velocidades del Agua basada en el Tipo de Servicio... | 115 |
| Tabla 25 | Pérdida de Fricción en Tuberías de Acero Cédula 40... | 116 |
| Tabla 26 | Factor K de Pérdida de fricción para unión roscable en tubería de agua..... | 117 |
| Tabla 27 | Factor K de Pérdida de fricción para unión Soldable en tubería de agua..... | 118 |
| Tabla 28 | Velocidades Recomendadas en Ductos de Baja Velocidad... | 124 |
| Tabla 29 | Matriz de Decisión de Materiales para la construcción de Ductos..... | 125 |
| Tabla 30 | Resultados de Dimensiones de Ductos en Sala de Neonatos..... | 134 |
| Tabla 31 | Dimensiones Equivalentes para Ductos Rectangulares..... | 135 |
| Tabla 32 | Diámetro de Ducto Flexible para conexión entre ductos Y rejillas..... | 139 |
| Tabla 33 | Dimensiones de Difusores Cuadrados de Suministro de Aire | 140 |
| Tabla 34 | Dimensiones de Rejillas de Retorno, Toma de Aire fresco y de Extracción..... | 141 |
| Tabla 35 | Costo de Materiales Para el Proyecto de Neonatos..... | 164 |
| Tabla 36 | Costo de Equipos Para el Proyecto de Neonatos..... | 168 |
| Tabla 37 | Costo de Mano de Obra Para el Proyecto de Neonatos..... | 169 |
| Tabla 38 | Resumen de Costos Totales..... | 170 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | Pág. |
|-------------|--|------|
| Figura 1.1 | Esquema de la Clínica..... | 3 |
| Figura 1.2 | Orientación del Edificio..... | 7 |
| Figura 1.3 | Área de Estudio..... | 8 |
| Figura 1.4 | Carta de Confort..... | 12 |
| Figura 2.1 | Sistema Básico y Funcionamiento de un Acondicionador de Aire..... | 20 |
| Figura 2.2 | Esquema de Transferencia de Calor de un Espacio a Climatizar..... | 22 |
| Figura 2.3 | Paredes Divisorias de Sala de Neonatos Sanos..... | 26 |
| Figura 2.4 | Resistencia Térmicas y Malla Térmica..... | 34 |
| Figura 2.5 | Pared Compuesta..... | 35 |
| Figura 2.6 | Conversión de Carga Eléctrica a Carga Térmica para Luminarias Incandescentes..... | 44 |
| Figura 2.7 | Conversión de Carga Eléctrica a Carga Térmica para Luminarias Fluorescentes..... | 44 |
| Figura 2.8 | Carta Psicrométrica..... | 51 |
| Figura 2.9 | Esquema de la Carta Psicrométrica mostrando el uso del Punto de Rocío de Equipos y Factor de Desviación..... | 52 |
| Figura 2.10 | Diagrama para encontrar el Punto de Temperatura de Rocío del Aparato..... | 56 |
| Figura 2.11 | Esquema de Área de Neonatos No sanos..... | 60 |
| Figura 2.12 | Incubadora..... | 63 |
| Figura 2.13 | Esquema del Funcionamiento General de una Incubadora..... | 64 |
| Figura 2.14 | Sistema de Equipos Acondicionadores de Aire de Expansión Directa..... | 73 |
| Figura 2.15 | Equipos Acondicionadores de Aire con Sistema de Agua Helada..... | 75 |
| Figura 2.16 | Esquema de fan Coil de Agua Helada..... | 76 |
| Figura 2.17 | Diagrama Básico de un Enfriador de Agua Helada o Chiller..... | 78 |
| Figura 2.18 | Filtro de 90% de Eficiencia..... | 94 |
| Figura 2.19 | Filtro de 30% de Eficiencia..... | 94 |
| Figura 2.20 | Ventana de Programa de Selección de Ventiladores..... | 99 |
| Figura 3.1 | Pantalla de Selección de Equipos; Selección de Ciudad..... | 104 |
| Figura 3.2 | Esquema de Disposición de Equipos para el Sistema De Climatización..... | 107 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 3.3 | Pantalla de Ingreso de Carga de Refrigeración..... | 108 |
| Figura 3.4 | Esquema Completo de la Selección de Equipos | 109 |
| Figura 3.5 | Esquema completo del Sistema de Aire Acondicionado para la Sala de Neonatos..... | 110 |
| Figura 3.6 | Elementos que componen el Sistema de Aire Acondicionado..... | 111 |
| Figura 3.7 | Esquema de Fuljo para Cálculo de Diámetro de tubería..... | 112 |
| Figura 3.8 | Diagrama de MOODY..... | 114 |
| Figura 3.9 | Selección de Bombas..... | 119 |
| Figura 3.10 | Curva de Funcionamiento de varios modelos de Bombas de circulación..... | 120 |
| Figura 3.11 | Bomba de Circulación de Agua helada Modelo IL22..... | 120 |
| Figura 3.12 | Selección de Separador De Aire..... | 121 |
| Figura 3.13 | Circuito para Distintos Diámetros de Tubería de Agua Hlada..... | 122 |
| Figura 3.14 | Diagrama para Calcular pérdida por Fricción en Pulgadas de Agua por 100 cada 100 pies..... | 128 |
| Figura 3.15 | Recorrido de Ductos y División de Tramos de Área a Climatizar..... | 131 |
| Figura 3.16 | Gráfico De Método de Diseño de Ductos con Pérdida Constante..... | 133 |
| Figura 3.17 | Dimensiones de Ductos en Sala de Neonatos..... | 137 |
| Figura 3.18 | Dibujo Esquemático Completo del Sistema de Climatización de la Sala de Neonatos..... | 144 |
| Figura 4.1 | Hoja de Plan de Mantenimiento..... | 154 |
| Figura 4.2 | Purificador de Aire con Emisión de Ozono..... | 158 |
| Figura 4.3 | Lámparas Ultravioletas..... | 159 |
| Figura 4.5 | Uso de Desinfectante en Rejillas..... | 162 |

ÍNDICE DE PLANOS

| | |
|----------|--|
| Plano 1 | Sala de Neonatos |
| Plano 2 | Detalle de Chiller y Bomba |
| Plano 3 | Detalles Para sistemas de Aire Acondicionado |
| Plano 3A | Detalles Para sistemas de Aire Acondicionado |
| Plano 3B | Detalles Para sistemas de Aire Acondicionado |
| Plano 3C | Detalles Para sistemas de Aire Acondicionado |
| Plano 3D | Detalles Para sistemas de Aire Acondicionado |
| Plano 3E | Detalles Para sistemas de Aire Acondicionado |
| Plano 3F | Detalles Para sistemas de Aire Acondicionado |
| Plano 3G | Detalles Para sistemas de Aire Acondicionado |

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata del "Diseño del Sistema de Aire Acondicionado de una Sala de Cuidados para Neonatos de una Clínica de la Ciudad de Guayaquil", enfocado a conseguir una adecuada climatización (control de temperatura) y además un control en las partículas que se encuentran suspendidas en el aire, lo cual conlleva a la selección de filtros para un filtrado adecuado, control de presión en la sala, control de humedad, etc.

Los equipos necesarios para este proyecto podrán ser escogidos los de venta nacional (capacidades estándar) o si el caso lo amerita equipos especiales, sin embargo se necesitarán accesorios de exportación (como los filtros de alta eficiencia), los demás accesorios para la instalación, conductos, rejillas, difusores, filtros secadores, tubería de cobre, soldadura plata 5%, refrigerante, etc. se podrán adquirir en el mercado nacional.

Se calculará la carga necesaria para la climatización del área y de esta manera se obtendrá el equipo correspondiente a las necesidades y los accesorios precisos para los controles, dando así solución al problema que se ha presentado en algunos hospitales de nuestro país, ya que se ha descuidado lo que significa el acondicionamiento de aire en una sala de

operaciones mayores, ocasionando muchas víctimas sin tomar medidas para evitar estos problemas

Se analizará las ventajas y desventajas de la utilización de dos equipos con funcionamiento es diferente: equipos de expansión directa y los equipos enfriadores de agua; dando así soluciones adecuadas dejando a libre elección del inversionista de elegir la alternativa que más se adapte a su necesidad y a su poder de adquisición.

El proyecto incluirá además los planos del sistema de aire acondicionado con la ubicación de equipos, conductos de aire, rejillas, difusores y demás componentes como controladores de temperatura, filtros de alta eficiencia, ventiladores, toma de aire fresco, etc. Se buscará la alternativa de instalación más económica posible para bajar costos, además de un plan de mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento de los equipos y limpieza adecuada de conductos de aire, tiempo de cambio de filtros, etc.

Este es un proyecto cuyo trabajo es en conjunto con los contratistas de obra civil, arquitectónico, eléctrico y el contratista de la obra de aire acondicionado ya que se deberá coordinar los trabajos para llegar a obtener los resultados deseados, en el tiempo que se ha destinado para ésta obra.

CAPITULO 1

1. ÁMBITO DE LA TEORÍA

El presente proyecto está basado en la climatización de una sala de atenciones para neonatos (recién nacidos) de una Clínica muy conocida que está ubicada en el Km. 2, vía a Samborondón



El edificio funcionará 24 horas con una densidad de uso y ocupación muy variable; se espera obtener un edificio inteligente, con sistemas de comunicación sofisticados, que garantizará su operación.

Los adelantos tecnológicos y la comodidad serán evidenciados en las once habitaciones, en los cinco quirófanos y en cada espacio del hospital, que tendrá el servicio de Internet inalámbrico para sus pacientes.

1.1 Infraestructura de Funcionamiento de la Clínica

La clínica en mención es la más completa infraestructura de funcionamiento, en la cual se ofrecerán los siguientes servicios:

- Servicio de Emergencia
- Servicio de Cirugía
- Unidad de Cuidados Intensivos – UCI
- Unidad de Neonatos
- Servicio de Hospitalización
- Laboratorio Clínico
- Centro de Diagnóstico por Imágenes – CDI
- Farmacia
- Servicio de ambulancias las 24 horas
- Consultorios de especialidades

1.1.1 Características Generales de la obra:

El edificio constará de tres secciones en un terreno de 5.000 m² y una construcción de 14.500 m².

Las secciones en la que se levantan:

- 140 consultorios
- Atenderán 130 especialistas
- 6 quirófanos
- 10 habitaciones para hospitalización (con 11 camas)
- Un área de cuidados intensivos para adultos y
- Un área de cuidados para neonatos.

Además, de farmacia, área de emergencia y un laboratorio.

El espacio busca dar atención a toda la familia, por eso habrá desde especialistas en neonatología hasta en geriatría

Adicional:

- Parqueos Subterráneos
- Ascensores

- Cableado estructurado
- Sistema de vigilancia 24 horas
- Planta de energía eléctrica de emergencia
- Planta de tratamiento de Aguas Residuales
- Incinerador de desechos sólidos

1.1.2 Características Generales del Área de Estudio:

El área de estudio como ya se mencionó es Neonatos o Cunereros donde especialmente se tratarán a niños recién nacidos en dos áreas separadas que conforman este sistema de cuidados, una de las cuales se encuentra un pequeño cuarto para la lactancia y está dividida en dos espacios más, uno de los cuales estará destinado a cuidados especiales.

El edificio que está actualmente conformado por la dos secciones, las cuales se dividen a partir del segundo piso. La planta Baja y el Primer piso están unidos por un pasillo que los atraviesa, el área de cunereros se encuentra de lado de la torre Beta la cual está orientada hacia al Oeste

El edificio está ubicado de tal manera que el ingreso está hacia el sur dejando, como se ilustra en la figura 1.2, que la sala de niños sanos esté orientada hacia el norte donde se encuentra un ventanal, que es un factor importante que se usará más adelante en el cálculo de la carga de Aire Acondicionado.

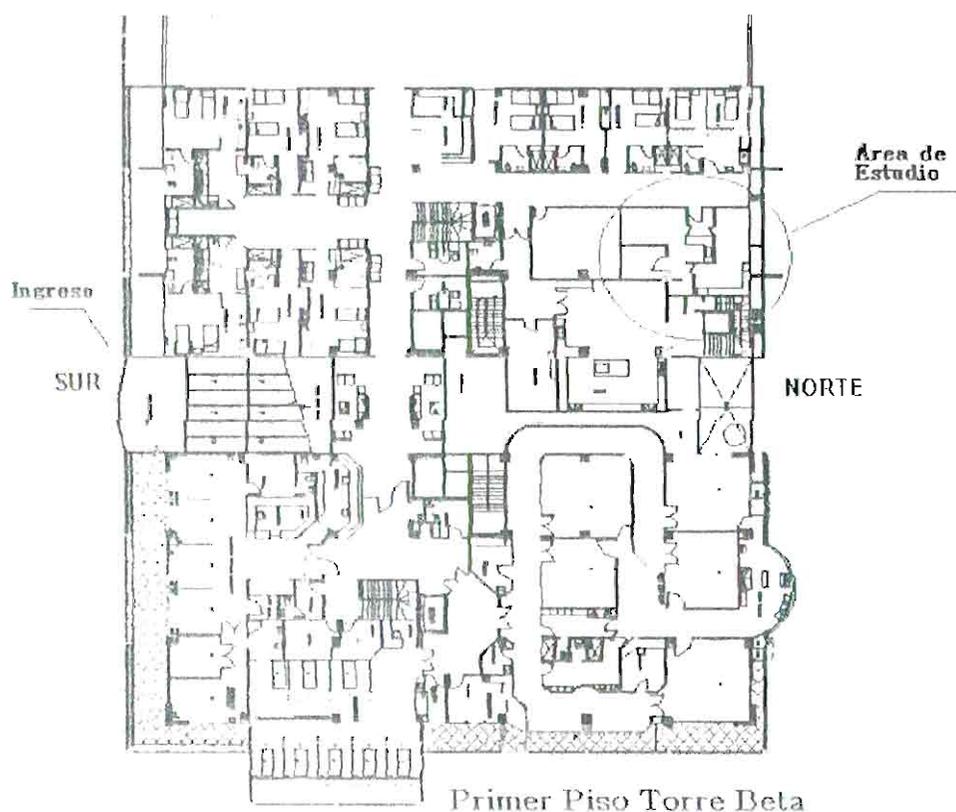


FIGURA 1.2: ORIENTACIÓN DEL EDIFICIO

El área total está compartida en dos partes que son:

- Niños Sanos
- Niños No sanos.

- Y una pequeña área de Ingreso: 3.6 m².

Las salas de niños no sanos donde se encuentra la sala de cuidados especiales, la cual requiere de un manejo específico ya que no se puede mezclar el aire de esta sala con el de la sala de los niños sanos.

1.2 Requerimientos Técnicos de Diseño para la Sala de Neonatos.

El sistema de Aire Acondicionado tiene un rol importante en un hospital o clínica. Sus funciones son diversas:

- Obtener temperaturas y humedad adecuadas muy confortables.
- Evacuar aire contaminante, gases desinfectantes, anestésicos y otros gases residuales
- Eliminar riesgo de flujo de aire desde zonas menos higiénicas a zonas más higiénicas.
- Acondicionar a través de aire limpio de contaminantes (microorganismos, bacterias y hongos).

En un hospital o clínica se distinguen dos clases de nivel higiénico:

Nivel I (nivel higiénico normal): Departamento de endoscopía, psioterapia, radio diagnóstico, examinación, etc.

Nivel II (nivel higiénico alto): Zonas que nuclear, las Salas de operaciones (quirófanos), Salas de cuidados intensivos (post-operatorios), Salas de urgencia y las adyacencias a cada una de éstas.

Para la Climatización del edificio se ha puesto especial énfasis en los diseños de los sistemas de las siguientes zonas:

- Quirófanos
- Post Operatorio y Esterilización
- Corredores estériles de Quirófanos
- Corredores que conducen a Quirófanos
- Neonatos

Para todas estas áreas se ha utilizado una filtración estricta de aire y flujos relativos entre cuartos de acuerdo a las exigencias de cada caso.

Los valores mínimos de renovación y circulación de aire utilizados para todas las zonas acondicionadas están basados en las normas establecidas por la "AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS, INC. (ASHRAE)".

Para optimizar la higiene en un hospital con respecto al sistema de aire acondicionado, hay que tener en cuenta las siguientes características técnicas de los climatizadores y Condiciones del área:

1.2.1 Temperatura de Confort.

El confort humano está influenciado tanto por factores psicológicos como fisiológicos. No hay un método preciso para establecer cuáles son las condiciones medio ambientales térmicas que hacen sentir confort al ser humano. El confort térmico del hombre está influenciado no sólo por la temperatura del aire y la humedad, sino también por la velocidad de movimiento del aire, actividad del cuerpo y cantidad de ropa.

Para poder determinar esta magnitud se establecieron los "Índices de Confort", los cuales pueden ser directos o empíricos.

Los índices directos son:

- Temperatura de Bulbo seco.
- Temperatura de Rocío
- Humedad Relativa.

Sólo existe un índice empírico denominado "Temperatura Efectiva". La cual esta basada en estudios realizados por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos de Calefacción y Aire Acondicionado (ASHARE). Estos estudios ha sido representado mediante la "Carta de Confort" (Figura 1.4), esta carta es aplicable a condiciones de aire razonablemente tranquilo (velocidad de 0.07 m/seg 0.13 m/seg.) en situaciones donde los ocupantes están en reposo o efectúan un trabajo ligero, y a espacios cuyas superficies interiores tienen un temperatura media igual a la de bulbo seco del aire.

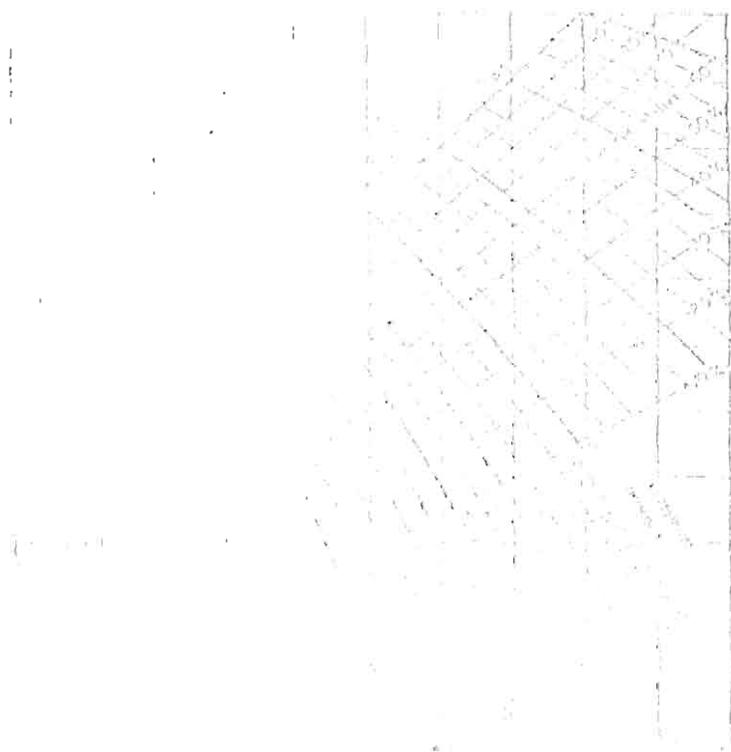


FIGURA 1.4 CARTA DE CONFORT.

Fuente: Aire Acondicionado y Refrigeración; Burgess H Jennings (2) Cáp. 10

Según este índice, se puede afirmar que la temperatura de mayor aceptación es de 23.8 °C (75 F) y una humedad relativa entre 25 y 60 % con una velocidad de aire menor a 0.25 m/seg. O 50 FPM. En la práctica es común diseñar los sistemas de aire acondicionado, para que proporcionen una temperatura de 75 ° F; para nuestro estudio se utilizará una:

- *Temperatura de bulbo seco de 74° F +/- 1° F (23 +/- 0.5 °C)*
- *Temperatura de bulbo húmedo de 62° F +/- 1° F (17 +/- 0.5 ° C)*

1.2.2 Renovación de Aire

El aire que se utiliza en el espacio, deberá en todo tiempo ser libre de humos tóxicos, insalubres o desagradables además libre de polvos. Lo óptimo es, usar solamente el aire de la intemperie y desechar todo aire de retorno

La entrada de aire debería ser desde un punto óptimo (3 metros desde el suelo). Dado que sobre el suelo existen altas concentraciones de microorganismos además de polvo

La renovación de aire se realizará según:

Norma ASHRAE 62-1981

La otra opción, será el aire de retorno, con ciertos reparos; este aire debe pasar por todos los filtros y nunca utilizar aire de retorno de una zona de nivel II para acondicionar una de nivel I.

1.2.3 Humedad Relativa Permisible

Los humidificadores y enfriadores suelen ser una fuente de goteo constante (aún en los mejores equipos, con el tiempo y uso esto es inevitable). De hecho, el agua puede mojar los filtros, donde no solo evita un óptimo filtrado sino que también, genera la creación de colonias de hongos.

Se establece que para el sistema de climatización que se desea, la humedad del aire que ingresará al área en estudio será:

- *Humedad Relativa:* $50 \% \pm 5\%$

1.2.4 Sistema de Filtrado

Es fundamental filtrar bien el aire en el equipo. Para este efecto se utilizará un Nivel de filtrado: Desde lavables a filtros 95% DOP (en las áreas que se requieran).

Cada equipo tendrá una sección de depuradores de aire compuesto por filtros de 30% ASHRAE, 90% ASHRAE lavables (Para tomas de aire fresco) y todo el sistema que se requiera, de acuerdo a las indicaciones que a continuación se mencionaran. Se suministrarán e instalarán Filtros Terminales (área de Quirófanos)

FILTRO 30% ASHRAE

Los filtros de aire del 30% de eficiencia serán del tipo desechable contruidos con un medio filtrante diseñado para una gran capacidad de captura de polvo y baja resistencia al paso de aire.

Estos filtros permitirán el paso de aire entre 300 y 700 pies/minuto con una resistencia inicial máxima de 0.10" ca.

FILTRO 90 % ASHRAE

Los filtros de alta eficiencia serán contruidos con fajas continuas de fibra fina plegada con separadores de aluminio, sellados en fábrica en un marco metálico o de madera aglomerada resistente al fuego (U.L. Class 1).

Estos filtros se montarán en un marco construido en chapa galvanizada con clips retenedores y empaque para sello hermético.

Estos bancos de filtros tendrán una carcasa construida en tol galvanizado US gauge 16 con soporte para pre-filtros de 2" y 30% ASHRAE.

Las puertas de acceso tendrán empaques que impedirán cualquier fuga de aire, y que permitan reemplazar los filtros con facilidad.

1.2.5 Niveles es de Ruido

El nivel de sonido en las zonas servidas por los sistemas de aire acondicionado no deberá exceder las siguientes normas de ASHRAE:

Oficinas: NC-35

Corredores y salas de espera: NC-40

Otras zonas: NC-35

Además debemos tomar en cuenta que según la norma DIN 1946 Capítulo 4 (Norma obligatoria en el diseño y construcción de los hospitales europeos), hay una cierta necesidad de reducir los niveles de sonorización.

Para finalizar entre ciertos aspectos de diseño mecánico se tiene la siguiente observación: Las parte mecánicas -en su diseño- no deben tener ángulos agudos (donde es usual la acumulación de suciedad), previendo la entrada de aire exterior o agua de los filtros. Para nuestro diseño se utilizará los siguientes niveles de ruido.

- 1.2
- Consultorios, Hall y Áreas Públicas: De 35 a 40 NC.
 - Área de Neonatos De 25 a 35 NC.

Para el caso específico de la sala de neonatos se deberá tener en cuenta que el aire de niños no sanos no deberá mezclarse en ninguna ocasión con el aire de la sala contigua (niños sanos), así evitar contagios masivos. Para lo cual se deberá tener un control de presiones para crear presiones positivas, de manera tal que no exista la posibilidad de que el sistema de aire acondicionado sea el transporte de bacterias contagiosas de un lugar a otro; esto se lo realiza utilizando la Norma 62 de ventilación que se encuentra en Capítulo 7 de Aplicaciones.

1.2.6 Niveles de Velocidad en Ductos de Suministro y retorno

Velocidad del aire en los ductos:

Ductos Principales: 1100 -1200 FPM

Ductos secundarios: 900 FPM

Velocidad de salida del aire:

Rejillas y Difusores de suministro: 500 FPM

Rejillas de retorno: 450 a 500 FPM.

1.2.7 Condiciones exteriores para el Diseño

Las condiciones exteriores de diseño para la ciudad de Guayaquil son:

Temperatura de Bulbo seco: 90 ° F

Temperatura de Bulbo húmedo: 79.5 ° F

CAPÍTULO 2

2. SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA CLIMATIZACIÓN.

Para la climatización de nuestra área de estudio: la Sala de Neonatos, se realizará una comparación entre equipos con diferentes características como son los enfriados por agua y los equipos de expansión directa. Para lo cual primero hablaremos un poco del funcionamiento general de cada uno de ellos, indicando diferencias entre los mismos, y luego realizar los cálculos respectivos.

Recordemos primero que nada, que un equipo de aire acondicionado se encarga de producir frío y calor además de impulsar el aire tratado a una zona determinada. Generalmente los equipos de aire acondicionado tienen cuatro componentes principales que son:

- Evaporador
- Compresor
- Condensador
- Válvula de expansión

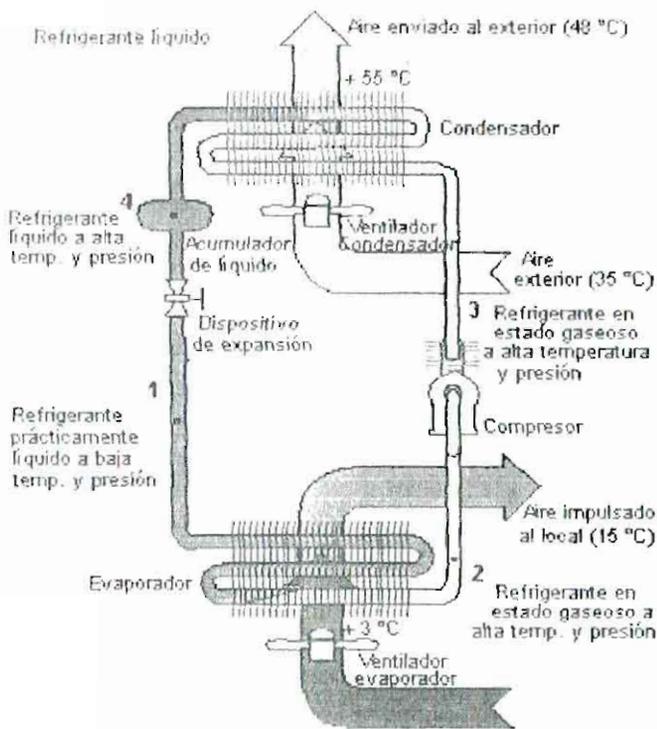


FIGURA 2.1: SISTEMA BÁSICO Y FUNCIONAMIENTO DE UN ACONDICIONADOR DE AIRE

En la figura 2.1, se muestra el esquema básico de un aire acondicionado, ahora se procederá a realizar los cálculos correspondientes para obtener la carga de enfriamiento necesaria para el área de estudio.

2.1 Cálculo de Carga

Antes de que la carga de enfriamiento sea calculada, es indispensable se realice un estudio comprensivo para asegurar la evaluación exacta de los componentes de la misma.

La ganancia de calor o la pérdida es la cantidad de calor que entra o sale instantáneamente del espacio (haciendo un esquema de transferencia de calor). La carga real se define como esa cantidad de calor que es removida por el equipo. La ganancia de calor instantánea y la carga real en el equipo raramente serán iguales, debido a la inercia termal o efecto de almacenamiento de la estructura que rodea el espacio a ser climatizado.

La ganancia de calor tiene dos componentes: *calor sensible* y *calor latente*, ésta ganancia puede ocurrir de las siguientes formas:

1. Radiación Solar
2. Conducción de calor a través de paredes exteriores.
3. Conducción de calor a través de paredes interiores
4. Calor generado por personas, equipos, luces

5. Ventilación, Infiltración

6. Otras

La carga de enfriamiento es la razón a la cual la energía es removida para mantener la temperatura y humedad deseada.

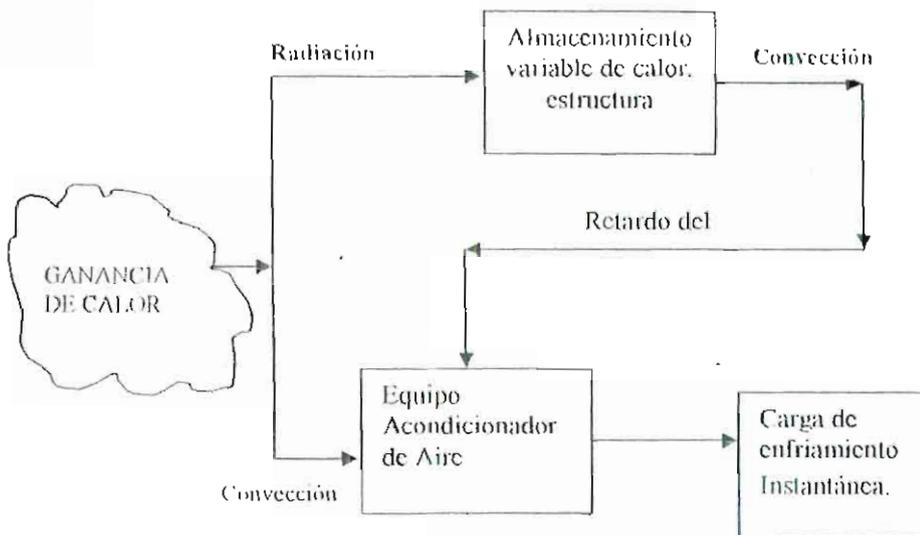


FIGURA 2.2: ESQUEMA TRANSFERENCIA DE CALOR DE UN ESPACIO A CLIMATIZAR

Las Características espaciales y fuentes de carga de calor.-

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

1. Orientación del Edificio; (norte, sur, este oeste), localización.
2. Uso del espacio: Hospital, oficinas, departamento, centro comercial, etc.
3. Dimensiones físicas: Altura, largo, ancho.
4. Alturas entre tumbado y losa, losa y piso.
5. Material de construcción: espesor de paredes, losa, pisos, paredes compartidas (internas)
6. Ventanas: tamaños, orientación, etc.
7. Personas: número, tiempo de ocupación
8. Luces.
9. Motores o equipos que generen calor.
10. Ventilación. CFM (Cubic feet per minute, pie cúbico por minuto) por persona.

Para realizar el cálculo de carga y seleccionar el equipo necesario se debe tener en cuenta el calor que entra en el espacio de estudio y así como el que se generó en el día escogido para el diseño (en la figura 2.2 se muestra un esquema de esta ganancia de calor).

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

calor solar, y las cargas internas de calor sean normales. El tiempo de máxima carga se puede establecer por inspección, pero se recomienda realizar varios cálculos durante el día.

Local

Empezaremos seleccionando las condiciones exteriores para el cálculo respectivo, la Tabla 1 muestra las diferentes condiciones de temperaturas en la ciudad de Guayaquil en los seis primeros meses del año, también se indica las condiciones interiores, que fueron mencionadas anteriormente.

TABLA 1

TEMPERATURA DE BULBO SECO Y BULBO HÚMEDO [F]
 APROXIMADOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL ENERO A JUNIO

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

Condiciones exteriores de diseño son:

Temperatura de Bulbo Seco: 33° C [91.4 ° F]

Temperatura de Bulbo Húmedo: 26.67° C [80 ° F]

Localización: Guayaquil; 2.19 grados latitud sur

Condiciones interiores de diseño:

Temperatura de Bulbo Seco: 23.3° C [74 ° F]

Temperatura de Bulbo Húmedo: 16.67° C [62 ° F]

Humedad Relativa: 50 +/-3%

Debemos recordar que trataremos las áreas por separado: niños sanos y no sanos, en donde primero nos referiremos al área que se encuentra expuesta al sol: Neonatos sanos cuya pared se encuentra orientada hacia el norte.

Cabe observar que la pared expuesta (norte), está compuesta de vidrio, para lo cual se deberá dividir lo que corresponde a cada de las partes; en la figura 2.3, se muestran las paredes expuestas al sol y además las que conforman las divisiones o particiones.

TABLA 2
DATOS DEL ÁREA DE ESTUDIO

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

Elaborada por autor de Tesis

Radiación solar a través de vidrio.-

La ecuación fundamental es

$$Q_v = A[(SC^*) \times (SHFG) + U(T_e - T_i)] \quad \text{ec. (1)}$$

Donde:

Q_v : Ganancia de calor total a través de los vidrios [BTU/h]

A: Área del vidrio [Ft^2]

SC: Coeficiente del vidrio

SHFG: Factor de ganancia solar [BTU/h Ft^2]

U: Coeficiente Global de transferencia de calor [BTU/ h Ft² ° F]

To: Temperatura Exterior [° F]

Ti: Temperatura interior [° F]

De donde los factores SHFG se obtienen de la Tabla 3, donde se encuentra la orientación que para nuestro estudio es conocida. (En Anexo 1 se encuentra la tabla completa para todas las orientaciones y además para todos los meses).

TABLA 3

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

| FECHA | TIEMPO SOLAR A.M | Posición Solar | | IDN Btu/h°Ft2 | SHFG FACTOR DE GANANCIA SOLAR (Btu/h°Ft2) Norte | TIEMPO SOLAR PM |
|--------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|---|--------------------|
| | | Altitud Grados | Azimuth Grados | | | |
| ene-21 | 7 | 8 | 70,2 | 89 | 4,5 | 5 |
| | 8 | 22 | 69,3 | 229 | 11 | 4 |
| | 9 | 35,9 | 66,8 | 279,5 | 14 | 3 |
| | 10 | 49,4 | 61,3 | 302,9 | 15 | 2 |
| | 11 | 61,9 | 49,3 | 314,5 | 16 | 1 |
| | 12 | 70,8 | 0 | 319,5 | 16 | 12 |
| feb-21 | 7 | 7,3 | 79,4 | 81,5 | 4,1 | 5 |
| | 8 | 22,1 | 79,3 | 230 | 11 | 4 |
| | 9 | 36,8 | 78,2 | 280,7 | 14 | 3 |
| | 10 | 51,4 | 75,4 | 303,6 | 15 | 2 |
| | 11 | 65,7 | 68,3 | 314,9 | 16 | 1 |
| | 12 | 78,3 | 0 | 319,8 | 16 | 12 |
| mar-21 | 7 | 8,7 | 89,6 | 118,3 | 6 | 5 |
| | 8 | 23,6 | 89 | 246,6 | 12 | 4 |
| | 9 | 38,6 | 88,2 | 288,8 | 14 | 3 |
| | 10 | 53,6 | 86,9 | 307,8 | 15 | 2 |
| | 11 | 68,6 | 84,2 | 317,1 | 16 | 1 |
| | 12 | 83,3 | 180 | 320,9 | 24 | 12 |

| | | | | | | |
|--------|----|------|-------|-------|-----|----|
| abr-21 | 7 | 10,1 | 167,9 | 147,9 | 104 | 5 |
| | 8 | 24,7 | 166,2 | 250,5 | 195 | 4 |
| | 9 | 39,2 | 163,1 | 285,1 | 186 | 3 |
| | 10 | 53,3 | 157,2 | 300,8 | 133 | 2 |
| | 11 | 66,5 | 143,8 | 308,4 | 67 | 1 |
| | 12 | 75,6 | 180 | 311,3 | 48 | 12 |

Fuente: Fundamentos de Aire Acondicionado (4)

Como se puede observar se obtiene los factores de ganancia de calor para los días de mayor temperatura de todos los meses del año, sin embargo en nuestro análisis se ha escogido los días y la hora donde se encuentre una temperatura exterior de 92° F de bulbo seco para lo cual se van a realizar varios cálculos de ganancia de calor y así obtener un promedio general de cuánto calor puede absorber la parte que se encuentra expuesta al sol.

El factor SC, que corresponde al coeficiente de sombra del vidrio; la cual se obtiene de tablas ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1972 [1].

TABLA 4

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

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

| Tipo de Vidrio | Espesor Nominal | | Solar Transmisión | Tipo de Sombra | | | | |
|------------------------------------|-----------------|---------|-------------------|---------------------|------|--------|--------------|--------|
| | in | mm | | Venecianas Cerradas | | Sombra | | |
| | | | | Medio | Baja | Opacas | Translucidas | |
| | | | | | | Ocuro | Blanca | Ligera |
| Hoja Regular | 3/16 to 1/4 | 2 to 6 | 0.87 0.80 | | | | | |
| Ópera estándar (Opaca) | 1/4 to 1/2 | 6 to 12 | 0.40 0.71 | | | | | |
| Modelo Regular | 1/4 to 1/2 | 1 to 6 | 0.47 0.79 | 0.64 | 0.55 | 0.59 | 0.25 | 0.39 |
| Modelo que Absorve Calor | 1/8 | 5 | | | | | | |
| Hoja Gris | 3/16 to 1/4 | 5 to 6 | 0.74 0.71 | | | | | |
| Placa flotante Absorbente de Calor | 3/16 to 1/4 | 5 to 6 | 0.46 | | | | | |
| Modelo que Absorve Calor | 1/16 to 1/4 | 5 to 6 | | 0.57 | 0.53 | 0.49 | 0.3 | 0.36 |
| Hoja Gris | 1/8 to 1/4 | 3 to 6 | 0.59 0.45 | | | | | |
| Placa flotante Absorbente de Calor | 3/16 to 1/4 | | 0.44 0.30 | | | | | |
| Placa Absorbente de Calor | 3/16 to 1/4 | 10 | 0.34 | 0.54 | 0.52 | 0.4 | 0.28 | 0.32 |
| Hoja Gris | 1/8 to 1/4 | | 0.29 0.15 0.24 | 0.42 | 0.4 | 0.36 | 0.28 | 0.31 |
| Cubierta Reflectiva | | | | | | | | |
| Vidrio (sin sombra interna) | | | | | | | | |
| Coefficiente de Sombra = 0.30 | 3/8 | | 0.25 | 0.23 | | | | |
| Coefficiente de Sombra = 0.40 | | | 0.33 | 0.29 | | | | |
| Coefficiente de Sombra = 0.50 | | | 0.42 | 0.38 | | | | |
| Coefficiente de Sombra = 0.60 | | | 0.5 | 0.44 | | | | |

Traducido de Manual: ASHRAE Handbook [1]

De la tabla 4 se puede obtener el valor de SC, para una ventana con vidrio regular plano y espesor de 6 milímetros a 13 milímetros medio:

$$SC = 0.64$$

Para el coeficiente global de Transferencia de calor U, también nos apoyamos en tablas.

[1]ASHRAE Handbook of Fundamentals 1972, Capitulo 8

TABLA 5

COEFICIENTE DE TRANSMISION U DE PANELES VERTICALES

| Descripción | COEFICIENTES U DE TRANSMISIÓN PARA PANELES CLAROS | | | | | |
|--|---|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | Exterior | | | | Interior | |
| | Invierno | | Verano | | BTU | W |
| | BTU | W | BTU | W | BTU | W |
| | hr-ft ² -F | m ² -C | hr-ft ² -F | m ² -C | hr-ft ² -F | m ² -C |
| Vidrio Claro | | | | | | |
| Hoja Sencilla | 1.13 | 6.42 | 1.06 | 6.02 | 0.73 | 4.15 |
| Vidrio Aislado - doble | | | | | | |
| 1/4 plg o 6 mm espacio de aire | 0.65 | 3.69 | 0.61 | 3.46 | 0.49 | 2.78 |
| 1/2 in or 13 mm espacio de aire | 0.58 | 3.29 | 0.56 | 3.18 | 0.46 | 2.61 |
| 1/2 in or 13 mm espacio de aire | | | | | | |
| Emisión Cubierta | | | | | | |
| emisión = 0.20 | 0.38 | 2.16 | 0.36 | 2.04 | 0.32 | 1.82 |
| emisión = 0.60 | 0.52 | 2.95 | 0.5 | 2.84 | 0.42 | 2.38 |
| Vidrio Aislado - triple | | | | | | |
| 1/4 in or 6 mm espacio de aire | 0.47 | 2.67 | 0.45 | 2.56 | 0.38 | 2.16 |
| 1/2 in or 13 mm espacio de aire | 0.36 | 2.04 | 0.36 | 1.99 | 0.3 | 1.7 |
| Ventanas para Tótemas | | | | | | |
| 1 - 4 in or 25 a 100 mm espacio de aire | 0.56 | 3.18 | 0.54 | 3.07 | 0.44 | 2.5 |
| Bloque de Vidrio | | | | | | |
| 6 x 6 x 4in or 150 x 150 x 100 mm espesor | 0.6 | 3.41 | 0.57 | 3.24 | 0.46 | 2.61 |
| 12 x 12 x 4 in or 300 x 300 x 100 mm espesor | 0.52 | 2.95 | 0.5 | 2.84 | 0.41 | 2.33 |
| Con Cavidad Divisora | 0.44 | 2.5 | 0.42 | 2.38 | 0.36 | 2.04 |
| Hoja Simple de Plástico | 1.09 | 6.19 | 1 | 5.68 | 0.7 | 3.97 |

Traducido de Fuente: ASHRAE Handbook [1]

Según la Tabla 5 para vidrio de hoja sencilla; escogiendo en condiciones de verano; que son las adecuadas para la ciudad de Guayaquil tenemos:

$$U = 1.06 \text{ BTU / Hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}.$$

Las temperaturas exteriores e interiores de diseño ya son conocidas y con la ayuda de una hoja de cálculo se procede a obtener la ganancia de calor a través de las ventanas para cada 21 de mes durante un año cuando las condiciones externas sean las escogidas para el diseño.

Se obtiene:

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

$$Q_v = 11,084 \text{ BTU/hr [3.25 Kw]}$$

Ganancia de Calor a Través de Paredes y Techos.-

La ecuación fundamental es:

$$Q_p = U \times A (\Delta T_{eq}) \quad \text{ec. (2)}$$

Donde:

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

A = Área de Paredes y techos

ΔT_{eq} = Diferencia de Temperatura equivalente.

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

$$U = \frac{1}{R_f} \quad \text{ec. (3)}$$

Donde:

$$R_f = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad \text{ec. (4)}$$

R_1, R_2, R_3, R_4 : corresponden a cada una de las resistencias térmicas de los materiales que conforman la pared; incluso la resistencia térmica de los alrededores:

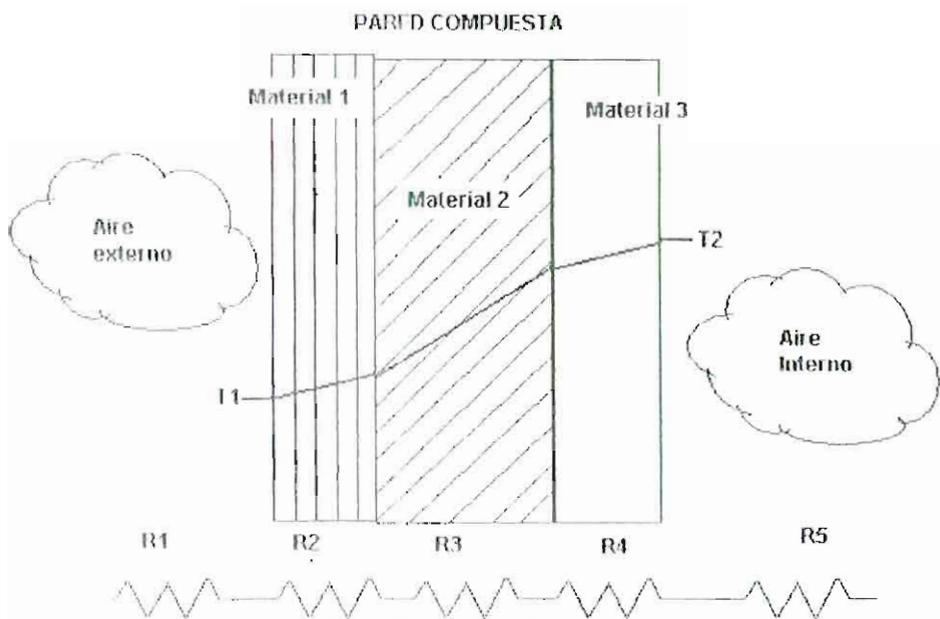


FIGURA 2.4: RESISTENCIAS TÉRMICAS Y MALLA TÉRMICA

Cabe recalcar que cada capa de la cual está compuesta la pared tiene una resistencia correspondiente, en el ANEXO 2, se encuentra una tabla donde se muestran diferentes materiales con sus respectivas resistencias, y en el Anexo 3 presenta varios materiales con los valores de U directamente.

Para obtener el factor de U, debemos conocer la estructura de la pared para lo cual tenemos

Cemento 1.3 cm. (1/2")

Ladrillo 10.16 cm. (4")

Cemento 1.3 cm. (1/2")

Bloque de Concreto 20.32 cm. (8")

Cemento 1.3 cm. (1/2")

Gypsum 1.3 cm. (1/2")

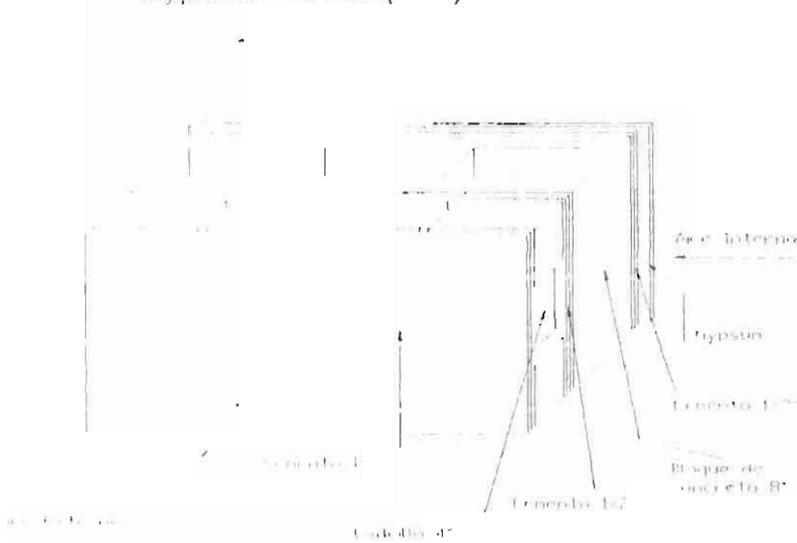


FIGURA 2.5: PARED COMPUESTA

Tomando en cuenta que además de la composición de la pared en sí tenemos que considerar el aire que se encuentra tanto al interior del cuarto como al exterior y ayudados con las tablas presentadas en el ANEXO 2, tenemos los siguientes valores:

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

Dando como resultado:

$$U = 0.27 \text{ BTU/ hr } \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F} \text{ [1.533 W/m}^2 \text{ K]}$$

Para obtener la diferencia de temperatura Equivalente nos referiremos a la Tabla 7, para la orientación adecuada con un peso de pared de 60 Lb/ft² [293.56 Kg/m²]

TABLA 7

DIFERENCIAS DE TEMPERATURA EQUIVALENTS (GRADOS F)

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

Fuente: Fundamentos de Aire Acondicionado (4)

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

$$\Delta T_{eq} = 6^\circ \text{F} [14.47^\circ \text{C}]$$

P.E.

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

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

Para las paredes que son parte de las divisiones, se utiliza la misma fórmula (1), sin embargo la diferencia consiste en el cálculo de la resistencia térmica, además por la diferencia de temperatura.

Para realizar este cálculo se asumirá que los alrededores, que corresponden a pasillos y cuartos aledaños tienen una temperatura igual a la temperatura exterior (no están climatizados)

Calcularemos primero las divisiones 1, 2, 3, 4:

$$A_{area} = 31.85 \text{ m}^2 (342.83 \text{ Ft}^2)$$

$$T_i = 23.33^\circ \text{C} (74 \text{ F})$$

$$T_p = 33^\circ \text{C} (92 \text{ F})$$

Donde T_p (temperatura de partición) corresponde a la temperatura de corredores y cuarto aledaño.

Para el cálculo de U se procede como se realizó anteriormente, se tienen las siguientes resistencias:

| | |
|---------------------|------|
| Aire Interno | 0,68 |
| Cemento (1/2") | 0,1 |
| Ladrillo Común (4") | 0,8 |
| Cemento (1/2") | 0,1 |
| Aire Interno | 0,68 |
| Total resistencias | 2,36 |

Con lo cual tenemos:

$$U_p = 0,42 \text{ BTU/hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F} [2.38 \text{ W/m}^2 \text{ K}]$$

Reemplazando valores en total por paredes divisorias tenemos:

$$Q_{partición\ total} = 3735.44 \text{ BTU/hr} [1094.73 \text{ W/hr}]$$

Para el cálculo de la carga de calor por tumbado y piso se calcula los coeficientes globales de transferencia de calor para cada uno teniendo en

cuenta los materiales que los componen, se presume que la temperatura entre tumbado y entre piso es menor que la temperatura exterior ya que no está en planta baja ni en un último piso.

Coeficiente de Transferencia de Calor del Tumbado:

| | |
|----------------------|------|
| Gypsum | 0,45 |
| Espacio de Aire | 0,85 |
| Aire interno | 0,61 |
| Bloque de Concreto | 1 72 |
| Total de Resistencia | 3.7 |
| U Tumbado = | 0.27 |

Coeficiente de Transferencia de Calor del Piso:

| | |
|----------------------|------|
| Aire interno | 0,61 |
| Cemento (1/2") | 0,1 |
| Concreto (2") | 2,22 |
| Espacio de Aire | 0.85 |
| Cemento (1/2") | 0,1 |
| Total de Resistencia | 3.78 |
| U Piso = | 0,26 |

Con estos datos tenemos:

$$Q_{\text{lambado}} = 1015.88 \text{ BTU/hr [297.72 W/hr]}$$

$$Q_{\text{piso}} = 994.38 \text{ BTU/hr [291.42 W/hr]}$$

No debemos desestimar la carga de calor por puertas; con la ayuda de la Tabla 8 obtenemos el coeficiente global de transferencia de calor para una puerta de espesor real 1 3/8 de pulgadas. Con lo cual se obtiene $U_{\text{puerta}} = 0.48$; y tenemos:

$$Q_{\text{puerta}} = 241.80 \text{ BTU/h [70.86 W/hr]}$$

TABLA 8

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

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN (U) PARA PUERTAS DE MADERA SÓLIDA

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

* Calculado usando $f_0 = 1,10$ (para madera), $f_0 = 1,15$, $f_0 = 6,0$ 1,03 para espacio de aire

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

80.00 de vidrio y entrepaños delimitados de madera

Fuente: Aire Acondicionado y Refrigeración; Burgess [2]

Carga Térmica debido a personas.-

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

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

TABLA 9
GANANCIA DE CALOR DE PERSONAS

| GANANCIA DE CALOR DEBIDO A PERSONAS | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|--------------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Grados de Actividad | Aplicación, Ejemplos | Promedio Metabólico (Hombres Adultos) Btu/h | Promedio Metabólico Ajustado ¹ Btu/h | TEMPERATURA BULBO SECO DE HABITACIÓN | | | | | | | | | |
| | | | | 82 F | | 80 F | | 76 F | | 75 F | | 70 F | |
| | | | | Btu/h | | Btu/h | | Btu/h | | Btu/h | | Btu/h | |
| | | | | Sensible | Latente | Sensible | Latente | Sensible | Latente | Sensible | Latente | Sensible | Latente |
| Sentado en Escritorio | Tenir y usar un teléfono | 300 | 350 | 175 | 175 | 195 | 155 | 210 | 140 | 230 | 120 | 260 | 90 |
| Sentado, muy ligero trabajo | Escritorio Secundario | 150 | 400 | 140 | 220 | 195 | 205 | 215 | 185 | 240 | 160 | 275 | 125 |
| Trabajo de Oficina | Clasificar, escribir, Apoyarse en el escritorio | 400 | 400 | 140 | 170 | 200 | 230 | 215 | 215 | 245 | 205 | 285 | 165 |
| De Pie, Caminando lento | Muy leve trabajo (Vendedores) | 500 | 500 | 180 | 180 | 200 | 300 | 220 | 280 | 255 | 245 | 290 | 210 |
| Caminando y sentado | Trabajos | 500 | 500 | 180 | 180 | 200 | 300 | 220 | 280 | 255 | 245 | 290 | 210 |
| Trabajo Sedentario | Redes de cables | 700 | 550 | 190 | 190 | 220 | 300 | 245 | 310 | 240 | 270 | 320 | 230 |
| Trabajo de Mano ligera | Trabajos de tipo manual | 800 | 700 | 190 | 190 | 220 | 300 | 245 | 305 | 245 | 255 | 365 | 285 |
| Bajo Metabólico | El trabajo de bajo metabolismo | 1000 | 800 | 220 | 190 | 245 | 300 | 275 | 325 | 305 | 325 | 400 | 370 |
| Caminando - Trabajo por pie | Trabajo de tipo manual pesado | 1000 | 1000 | 220 | 220 | 300 | 300 | 330 | 370 | 340 | 320 | 460 | 340 |
| Trabajo Pesado | El trabajo de tipo manual pesado | 1400 | 1100 | 300 | 1000 | 465 | 385 | 465 | 445 | 505 | 425 | 605 | 445 |

¹ Promedio Metabólico Ajustado: promedio tabulado que se usa para determinar la ganancia de calor sensible y latente por persona en los siguientes factores:

Promedio Metabólico de Niños: Promedio Metabólico de Hombres $\times 0.75$

Promedio Metabólico de Mujeres: Promedio Metabólico de Hombres $\times 0.75$

² Puntos de rocío: El valor de equilibrio con un nivel de 10 Btu/h por persona de comida individual (20 Btu/h sensible y 20 Btu/h por latente)

³ Basting: Añade una persona por persona conjunta baño y todos los demás sedentarios, promedio metabólico 400 Btu/h o desde 870 Btu/h

Traducido de Fuente: Manual Carrier Air Conditioned - [3]

Para este tipo de aplicaciones; una sala de neonatos, solo están tres personas adultas: una enfermera de turno, 2 enfermeras auxiliares, no se va a tomar en cuenta el pediatra que entrará a la sala cada cierto tiempo y no aumenta la carga debido a personas.

La Tabla 9 indica incluso la temperatura del cuarto donde se está realizando el cálculo. Como no hay para la temperatura de diseño de 74 F se escogerá la temperatura que más se aproxime de 75 F para una actividad de oficina tenemos; 245 BTU/ hr por persona como calor sensible ($Q_{per.s}$) y 205 BTU/hr por persona como calor latente ($Q_{per.l}$):

$$Q_{per.s} = 735 \text{ BTU/Hr [215.41 W/Hr]}$$

$$Q_{per.l} = 615 \text{ BTU/Hr [180.25 W/hr]}$$

Cargas térmicas por equipos varios.-

Para los equipos varios tenemos

Luminarias



FIGURA 2.6: CONVERSIÓN DE CARGA ELÉCTRICA A CARGA TÉRMICA PARA LUMINARIAS INCANDESCENTES.

La figura 2.6; muestra la conversión para obtener la carga térmica generada por luces incandescentes.



FIGURA 2.7: CONVERSIÓN DE CARGA ELÉCTRICA A CARGA TÉRMICA PARA LUMINARIAS FLUORESCENTES.

La figura 2.7; muestra a su vez la conversión necesaria para conseguir la carga térmica generadas por luces fluorescentes.

De estos datos tenemos la siguiente tabla que resume ambas situaciones:

TABLA 10
GANANCIA DE CALOR DEBIDO A LUMINARIAS

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

* Referido a Tablas 12 y 13, pag. 35-37 para determinar carga actual de refregera

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

Traducido de Fuente: Manual Carrier Air Conditioned (3)

Tenemos 6 fluorescentes de 100 Watts cada una:

$$Q_{luces} = 2559.75 \text{ BTU/Hr } [750.18 \text{ W/hr}]$$

De la Tabla 11 obtenemos para un esterilizador de instrumentos de 6" x 8" x 17":

$$Q_{eq,s} = 2700 \text{ BTU/Hr } [791.3 \text{ W/hr}]$$

$$Q_{eq,l} = 2400 \text{ BTU/Hr } [703.36 \text{ W/hr}]$$

Donde $Q_{eq,s}$ corresponde a la porción de calor sensible de equipos y $Q_{eq,l}$ corresponde a la parte de calor latente de equipos.

TABLA 11

GANANCIA DE CALOR PARA VARIAS APLICACIONES

GANANCIA DE CALOR PARA APLICACIONES VARIADAS

* sin campanas

| Aplicaciones | Tipo de Control | Datos Varios | Clasificación Máxima Btu/h | Ganancia de Calor Recomendada | | |
|--|-----------------|---|----------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|
| | | | | Calor Sensible BTU/HR | Calor Latente BTU/HR | Calor Total BTU/HR |
| ELECTRIC | | | | | | |
| Secadora de Cabello, Ventilador, 115 voltios AC | Manual | Ventilador 165 W (Bajo 915 W, Alto 1580 W) | 5370 | 2300 | 400 | 2700 |
| Secadora de Cabello, 6.5 amps, 115 voltios AC | Manual | Ventilador 80 W (Bajo 300 W, Alto 710 W) | 2400 | 1870 | 330 | 2200 |
| Máquina para Permanente | Manual | 60 Calentadores con 25 Watts cada uno, 36 en uso normal | 5100 | 850 | 150 | 1000 |
| Instrumento de Presurización Lavadoras y esterilizador | | 11"x11"x22" | | 12000 | 23460 | 35460 |
| Señal Neon, por tubos lineales | | 1/2" afuera en el día 3/8" afuera en el día | | 30 60 | | 30 60 |
| Frazada de Calefacción | | 18" x 30" x 72" 18" x 24" x 72" | | 1200 1050 | 300 2400 | 4200 3450 |
| Esterilizador de Vestimenta | Automático | 16" x 24" 20" x 36" | | 9400 23300 | 8700 2400 | 18300 47300 |
| Esterilizador, Rectángulo, baño | Automático | 24" x 24" x 36" | | 34800 | 21000 | 55800 |
| | | 24" x 24" x 48" | | 41700 | 27000 | 68700 |
| | | 24" x 36" x 48" | | 56100 | 36000 | 92100 |
| | | 24" x 36" x 60" | | 68500 | 45000 | 113500 |
| | | 36" x 42" x 84" | | 161700 | 97500 | 259200 |
| Esterilizador de Agua | Automático | 10 galones | | 4100 | 16500 | 20600 |
| | | 15 galones | | 6100 | 24600 | 30700 |
| Esterilizador de Instrumentos | Automático | 6" x 8" x 17" | | 2700 | 2400 | 5100 |
| | | 6" x 10" x 20" | | 3100 | 3900 | 9000 |
| | | 10" x 12" x 22" | | 8100 | 5900 | 14000 |
| | | 10" x 12" x 36" | | 10200 | 9400 | 19600 |
| | | 12" x 16" x 24" | | 9200 | 8600 | 17800 |
| Esterilizador de Utensilios | Automático | 16" x 16" x 24" | | 10600 | 20400 | 31000 |
| | | 20" x 30" x 24" | | 12300 | 25600 | 37900 |
| Esterilizador de Aire Caliente | Automático | Modelo 120 Amer Sterilizer Co | | 200 | 4200 | 6200 |
| | | Modelo 10 Amer Sterilizer Co | | 1200 | 25600 | 3300 |
| Suministrador de Agua | | 5 Galones/Hora | | 1700 | 2700 | 4400 |
| Máquina Rayos X para páncrea | | Cámaras de Dentistas y Físicas | | no | no | no |
| Máquina Rayos X para Terapia | | Carga de calor puede ser apreciables escribir mfg para datos | | | | |
| QUEMADORES A GAS | | | | | | |
| Quemadores pequeños (barril tipo) | | Diámetro de barril de gas 7/14 | 1800 | 980 | 240 | 1200 |
| Quemador calde de pesado | Manual | Diámetro de barril 7/17 sin gas | 3000 | 1680 | 420 | 2100 |
| | | Diámetro 7/16 sin gas | 3500 | 1960 | 490 | 2450 |
| Quemador calde de pesado grande | Manual | Diámetro 7/14 sin gas | 5500 | 3080 | 770 | 3850 |
| | | Diámetro 1/2" | 6000 | 3350 | 850 | 4200 |
| Cajavillo | Manual | Tipo llama continua | 2500 | 900 | 100 | 1000 |
| Sistema Secador de Cabello 5 Cascos 10 Cascos | Automático | Consiste en quemadores y ventiladores que soplan aire caliente a través de un sistema | 3300 | 1500 | 4000 | 19000 |
| | Automático | | | 2100 | 6000 | 27000 |

* Se diseñó originalmente con campana de fibra de vidrio, múltiple por el valor recomendado de 50

Traducido Fuente: Manual Carrier Air Conditioned (3)

A continuación tenemos una tabla con los resultados de ganancia de calor latente y sensible totales:

TABLA 12

RESULTADOS DE CALOR LATENTE Y CALOR SENSIBLE NEONATOS

SANOS

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

Elaborada por Autor de Tesis

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

A continuación nos apoyamos en las tablas de rangos de ventilación estándar recomendadas para diferentes aplicaciones:

TABLA 13
ESTANDARES DE VENTILACIÓN

| APLICACIÓN | | FUMADORES | CFM POR PERSONA | | CFM POR PIE CUADRADO DE ÁREA *mínimo |
|---|----------------------------|--------------|-----------------|----------|---|
| | | | Recomendado | Mínimo † | |
| Apartamento | De día | Some | 20 | 15 | - |
| | De noche | Some | 30 | 25 | 0.33 |
| Españoles en Paises Barberías Salones de Belleza | | Occasional | 10 | 7 1/2 | - |
| | | Considerable | 15 | 10 | - |
| | | Occasional | 10 | 7 1/2 | - |
| Cuncho de caminadores Bares Grandes Tiendas por Departamento Distribución | | Muy Alto | 50 | 30 | - |
| | | Alto | 30 | 25 | - |
| | | --- | - | - | 0.25 |
| | | No | 7 1/2 | 5 | 0.05 |
| Farmacias Fabricas Tiendas pequeñas Salones de Ventilación Garajes | | Extremo | 50 | 30 | - |
| | | Considerable | 10 | 7 1/2 | - |
| | | no | 10 | 7 1/2 | 0.10 |
| | | no | 7 1/2 | 5 | - |
| | | no | 10 | 7 1/2 | - |
| Hospitales | Químicos de + personas**** | No | - | 25 | 2.0 |
| | Cuidados Privados | No | 30 | 15 | 0.33 |
| | Fábricas | No | 30 | 25 | - |
| Habitaciones de Hotel | | Alto | 30 | 25 | 0.33 |
| Coronas | Restaurantes | - | - | - | 4.0 |
| | Casas | - | - | - | 2.0 |
| Laboratorios | | Algunos | 20 | 15 | - |
| Sala de Reuniones | | Muy Alto | 50 | 30 | 1.25 |
| Oficinas | Generales | Poco | 15 | 10 | - |
| | Privadas | No | 25 | 15 | 0.25 |
| | Privadas | Considerable | 30 | 25 | 0.25 |
| Restaurantes | Cafeterías | Considerable | 12 | 10 | - |
| | Sala de Cena | Considerable | 15 | 12 | - |
| Aulas de Escuela | | No | - | - | - |
| Tiendas al por menor | | No | 10 | 7 1/2 | - |
| Teatros | | No | 7 1/2 | 5 | - |
| Teatros | | Poco | 15 | 10 | - |
| Baños (estricción) | | - | - | - | 2.0 |

† El punto de equilibrio entre el suministro de CFM por persona y por pie cuadrado de área

‡ No códigos locales

§ Puede variar la tabla con

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

** Estos los tiempos de aire son recomendados prevenir experiencias de asbestosis

Traducido de Fuente: Manual Carrier Air Conditioned (3)

Según esta tabla tenemos que para hospitales de cuartos privados, donde se indica los caudales de aire en (CFM: pies cúbicos por minuto), para cada habitación, se deben escoger tanto la ventilación por persona como la correspondiente al cuarto y obtener una ventilación total:

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

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

Las ecuaciones a utilizar en este caso son [2].

Para carga sensible

$$Q = W C_p (T_r - T_o) \quad \text{ec. (5)}$$

Donde

Q_s = Carga de enfriamiento del espacio (interna) (BTU/Hr)

W = aire suministrado al espacio, en Lb/Hr

C_p = Calor específica del aire húmedo (aprox. 0.244 (BTU/Lb F))

T_s, T_i = Temperatura de aire de suministro que está entrando al área,
Temperatura interna del área (F Bulbo seco).

Para carga latente:

$$Q_L = W(W_{s2} - W_{s1}) \frac{3}{20} \quad \text{ec. (6)}$$

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

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

La siguiente ecuación de la relación de calor sensible:

$$SHR = \frac{Q_s}{Q_T} \quad \text{ec. (7)}$$

Donde:

Q_s = Calor Sensible total

Q_T = Calor Sensible total más Calor latente total

PSYCHROMETRIC CHART
Normal Temperatures

- 1. 100% RH (saturation) line
- 2. 90% RH line
- 3. 80% RH line
- 4. 70% RH line
- 5. 60% RH line
- 6. 50% RH line
- 7. 40% RH line
- 8. 30% RH line
- 9. 20% RH line
- 10. 10% RH line

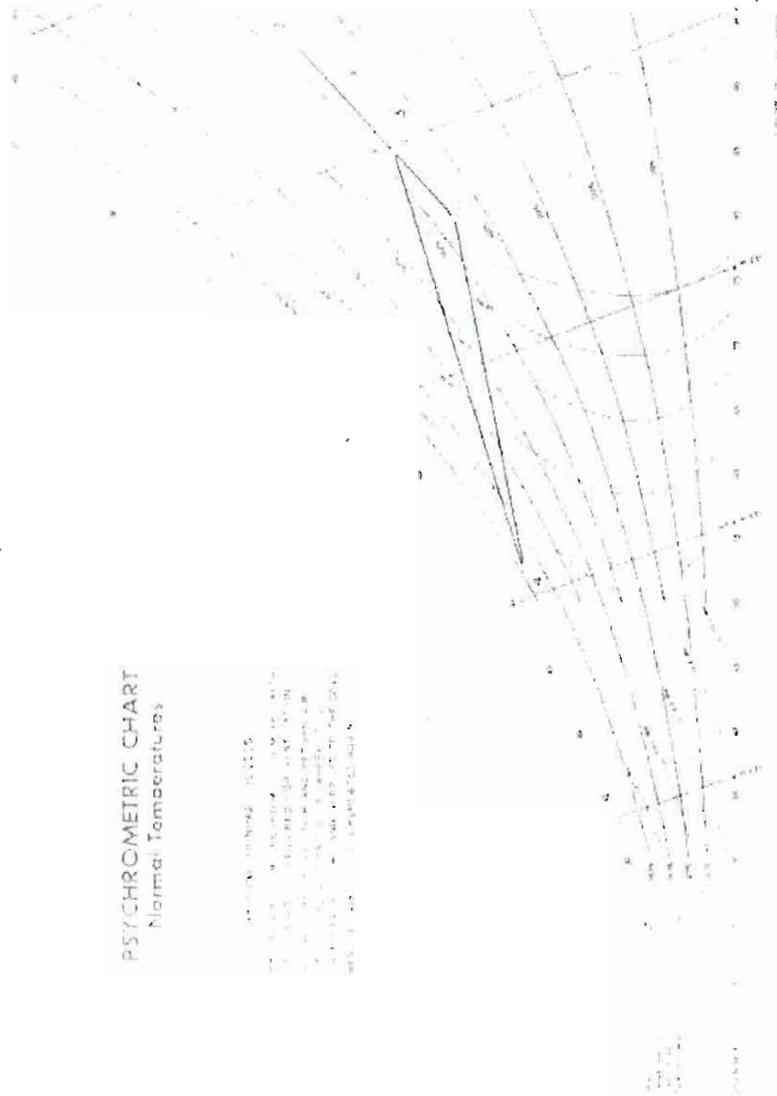


Fig. 2.8. Psychrometric Chart for Air Conditioning Processes

FIGURA 2.8: CARTA PSICROMÉTRICA.

Fuente: Manual Carrier Air Conditioned (3)

En términos de la línea total desde D hasta 2, la línea D – 1 es proporcional a la cantidad de aire desviado (b) y, la longitud de 1 – 2 es proporcional al aire no desviado (1-b)

$$b \equiv \frac{T_s - T_D}{T_i - T_D} \quad \text{ec. (8)}$$

Y

$$1-b = \frac{T_i - T_s}{T_i - T_D} \quad \text{ec. (9)}$$

Donde:

b = factor de desviación del serpentín y

T_D = temperatura de rocío del equipo.

Si reemplazamos en (5) tenemos:

$$Q_s = W(0.244)(T_i - T_D)(1-b) \quad \text{ec. (10)}$$

Con lo cual podemos obtener la carga sensible y latente del espacio en función del factor de desviación.

$$Q_{s'} = (CFM)(1.08)(T_i - T_D)(b) \quad \text{ec. (11)}$$

$$Q_{\text{of}} = 0.685(\text{CFM})(W_{\text{oe}} - W_{\text{oa}})(b) \quad \text{ec. (12)}$$

Q_{of} = Ganancia de calor sensible del aire de ventilación desviado hacia el espacio (BTU/hr);

Q_{ol} = Ganancia de calor latente del aire de ventilación desviado hacia el espacio (BTU/Hr);

CFM = Aire de ventilación;

$W_{\text{oe}}, W_{\text{oa}}$ = Humedades específicas del aire exterior y del espacio acondicionado, en granos por libra de aire seco;

b = Factor de desviación.

Para la utilización de estas fórmulas se ha considerado calor específico del aire $C_p = 0.244$ (BTU/lb $^{\circ}$ F) y con un volumen específico de $v = 13.5$ Ft 3 /lb.

Para los cálculos se asumirá el factor de desviación $b = 0.10$, para estas aplicaciones y la mayoría de serpentines trabajan con este factor. (Ver ANEXO 4)

Reemplazando valores en (11):

$$Q_{cs} = 279.95 \text{ BTU/Hr} \quad [82.04 \text{ W/Hr}]$$

Para la ecuación (12) debemos obtener de la tabla Psicrométrica (Anexo 5) las humedades específicas del aire exterior y del aire interior, con los datos de Temperatura de Bulbo seco de 92 F y bulbo húmedo 80 F para el exterior y para el interior 74 F de bulbo seco y 62 F de bulbo húmedo tenemos:

$$W_{se} = 136 \text{ (granos/lb)}$$

$$W_{si} = 63 \text{ (granos/lb)}$$

Reemplazando en (12) tenemos:

$$Q_{di} = 720.07 \text{ BTU/Hr} \quad [211.03 \text{ W/Hr}]$$

Por lo tanto la relación de calor sensible es.

$$SHR = \frac{(23221.26) + (279.85)}{(23221.26 + 3015) + (279.85 + 720.07)}$$

$$SHR = 0.86$$

Graficamos las líneas correspondientes en la Carta Psicrométrica:

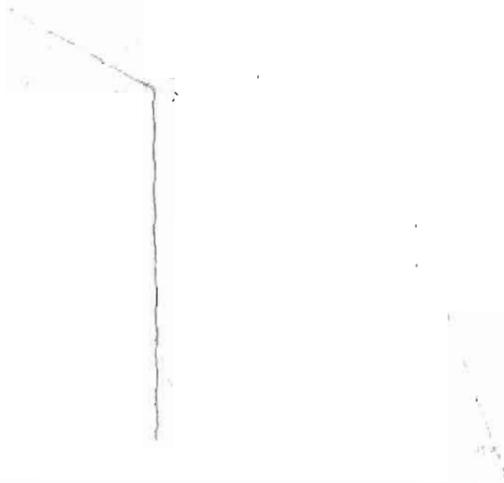


FIGURA 2.10: DIAGRAMA PARA ENCONTRAR EL PUNTO DE TEMPERATURA DE ROCÍO DEL APARATO

Con lo cual obtenemos aproximadamente $T_D = 53$ F, así reemplazamos en

(8):

$$T_s = h(T_i - T_D) + T_D$$

$$T_s = 55.10 \text{ F} \quad [12.8^\circ \text{C}]$$

Para obtener la carga total necesaria del equipo debemos agregar la carga de enfriamiento para pasar al aire de ventilación de las condiciones exteriores a las condiciones del cuarto, para este efecto se utilizan las ecuaciones (11) y (12) considerando la fracción $(1 - b)$ del aire exterior:

$$Q_s = (VM)(1.08)(T_i - T_r)(1 - b) \quad \text{ec. (13)}$$

$$Q_{cs} = (144)(1.08)(92 - 74)(0.9)$$

$$Q_{cs} = 2519.42 \text{ BTU/Hr [738.36 W/Hr]}$$

$$Q_{ca} = (0.685)(0.7)(144)(136 - 63)(1 - b) \quad \text{ec. (14)}$$

$$Q_{ca} = (0.685)(144)(136 - 63)(0.9)$$

$$Q_{ca} = 6480.65 \text{ BTU/Hr [1899.26 W/Hr]}$$

Por lo tanto la carga total en el acondicionador es:

$$Q_S = 23221.26 + 279.94 + 2519.52$$

$$Q_S = 26020.62 \text{ BTU/Hr [768.01 W/Hr]}$$

$$Q_L = 3015 + 720.07 + 6480.65$$

$$Q_L = 10215.72 \text{ BTU/Hr [2993.89 W/Hr]}$$

Para una carga total del equipo de:

$$Q_T = 36236.34 \text{ BTU/Hr [10.619 KW/Hr]}$$

Para obtener el caudal de suministro debemos utilizar la ecuación (5):

$$Q_S = W C_p (T_s - T_r)$$

Tenemos que para un volumen específico $v=13.5$ Pies³/lb y calor específico igual a 0.244:

$$Q_s = \frac{\left(\frac{\text{pies}^3}{\text{min}} \right)}{13.5} (60)(0.244(T_i - T_s))$$

De donde tenemos:

$$CFM = \frac{Q_s}{(1.08)(T_i - T_s)} \quad \text{ec. (15)}$$

Reemplazando valores tenemos un suministro mínimo de aire para la climatización de:

$$CFM = 1147.29 [0.54 \text{ m}^3/\text{seg}]$$

Para lo cual se escogerá un caudal de 1200 CFM (corresponde a caudales estandarizados para equipos de 36.000 Btu/h).

TABLA 14

RESULTADOS DE CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO DE SALA DE NEONATOS

| CARGA DE CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO | | | | | | | | | |
|--|------------|---|----------|--|------|--|--------------------|--------------------|----------|
| Trabajo No: TESIS (neonatos Sanos) | | Localización: Vía Samborombón (Guayaquil) | | Temperatura Exterior de diseño: 92 °F Bulbo Seco | | Temperatura Interior de Diseño: 74 °F Bulbo seco | | 62 °F bulbo húmedo | |
| 1 Cuarto | | Sanos | | | | | | | |
| 2 Pared Expuesta (pies) | 95 | | | | | | | | |
| 3 Dimensión del Cuarto (pies2) | 208.82 | | | | | | | | |
| 4 Altura al Tumbado (pies) | 3.5 | | | | | | | | |
| | Área (ft2) | Orientación | U | SC | SHFG | IT | Q (sensible) Btu/h | Q (latente) Btu/h | |
| 5 Paredes Expuestas | 97.41 | Norte | 0.27 | | | | 6 | 155.45 | |
| 6 Ventanas Expuestas | 155.00 | Norte | 1.06 | 0.64 | | 81.92 | 18 | 11083.56 | |
| 7 Particiones | 489.76 | | 0.42 | | | | 18 | 3735.44 | |
| 8 Piso | 208.82 | | 0.26 | | | | 18 | 994.38 | |
| 9 Tumbado | 208.82 | | 0.27 | | | | 18 | 1015.88 | |
| 10 Puertas | 27.99 | | 0.48 | | | | 18 | 241.80 | |
| | Cant. | | Factor | | | | | | |
| | | | Sensible | Latente | | | | | |
| 11 Personas | 3 | | 245 | 205 | | | 735 | 615 | |
| 12 Equipos | 1 | | 2700 | 2400 | | | 2700 | 2400 | |
| 13 Luminarias (W) | 600 | | 4.26625 | 0 | | | 2569.75 | | |
| 14 Ventilación | | | | | | | | | |
| Carga total de enfriamiento del Cuarto | | | | | | | 23221.26 | 3015 | |
| Ventilación | | | | | | | | 144 | |
| Carga Total de Enfriamiento Latente por Ventilación | | | | | | | | 7200.72 | |
| Carga Total de Enfriamiento Sensible por Ventilación | | | | | | | 2799.36 | | |
| Carga Total de Enfriamiento Necesaria | | | | | | | | | 36236.34 |

Así mismo para la segunda parte de nuestra área de estudio (neonatos no sanos) realizaremos los cálculos teniendo en cuenta que para estos no tenemos paredes expuestas al sol, para lo cual se han considerado todas como particiones con las mismas características que lo anterior y también se debe recalcar que para esta sala la ventilación es al 100 % de toma de aire fresco no se realizará retorno de aire.

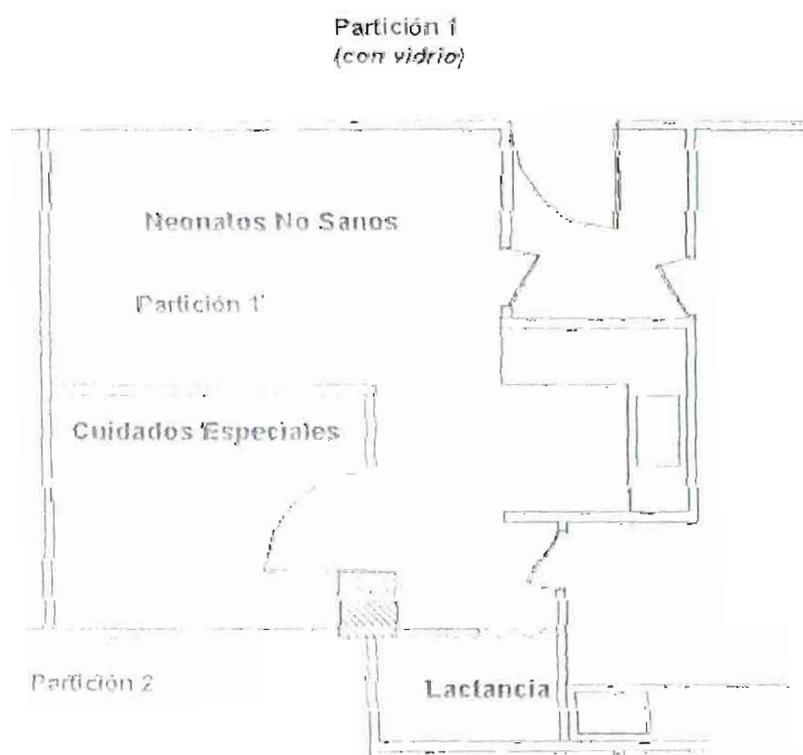


FIGURA 2.11: ESQUEMA DE ÁREA DE NEONATOS NO SANOS

En la figura 2.11, se muestran las paredes divisorias de área de neonatos no sanos, de las cuales las particiones 1 tienen una temperatura por el otro lado del cuarto a climatizar de 91 ° F [33 °C].

Entonces todos los cálculos se basan en la ecuación (2); los datos de áreas de las paredes son:

| | | Área | |
|-------------|--------|-------------------|--------------------|
| | | (m ²) | (ft ²) |
| Partición 1 | vidrio | 5,13 | 55,18 |
| | pared | 53,46 | 575,49 |
| | puerta | 7,24 | 77,94 |
| Partición 2 | pared | 17,73 | 190,85 |
| piso | | 30,89 | 332,50 |
| tumbado | | 30,89 | 332,50 |

El coeficiente global de transferencia de calor de las particiones es el mismo que el calculado en anteriormente: $U_{\text{partición 1}} = 0,42$.

Asimismo para el tumbado y el piso respectivamente: $U_{\text{Tumbado}} = 0,27$ Btu/hr*ft²*F; $U_{\text{Piso}} = 0,26$ Btu/hr*ft²*F

Para el coeficiente global de transferencia de calor nos referimos a la tabla 5 donde para vidrio interiores $U = 0.73 \text{ Btu/hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$.

Para el cálculo de carga debido a personas en esta ocasión tenemos 5 personas que son: dos enfermeras de turno, una enfermera auxiliar, y en la lactancia generalmente están dos personas

Para equipos varios, tenemos: Siete Luces fluorescentes de 100 Watts cada una. Asimismo para los equipos que se encuentran en la sala tenemos: dos incubadoras y una termo - cuna.

Para los equipos como incubadoras (figura 2.12) y termo-cunas se conoce que no funcionan todas al mismo tiempo y se multiplicará por un factor de 0.70 de funcionamiento.

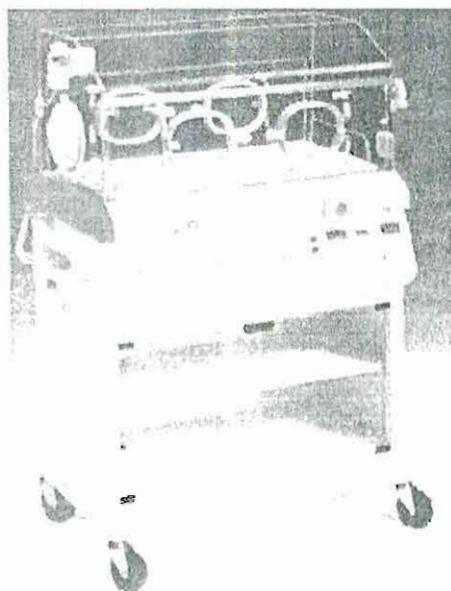


FIGURA 2.12: INCUBADORA

Las incubadoras principalmente constan de un ambiente cerrado, ventilador, una resistencia eléctrica (calefactor), y un pequeño sistema de control, para lo cual lo único que nos interesa para nuestro cálculo es la carga térmica expedida por el ventilador ya que la resistencia eléctrica sirve para restar humedad al aire que entra a la termo-cuna o incubadora (ver figura 2.13).

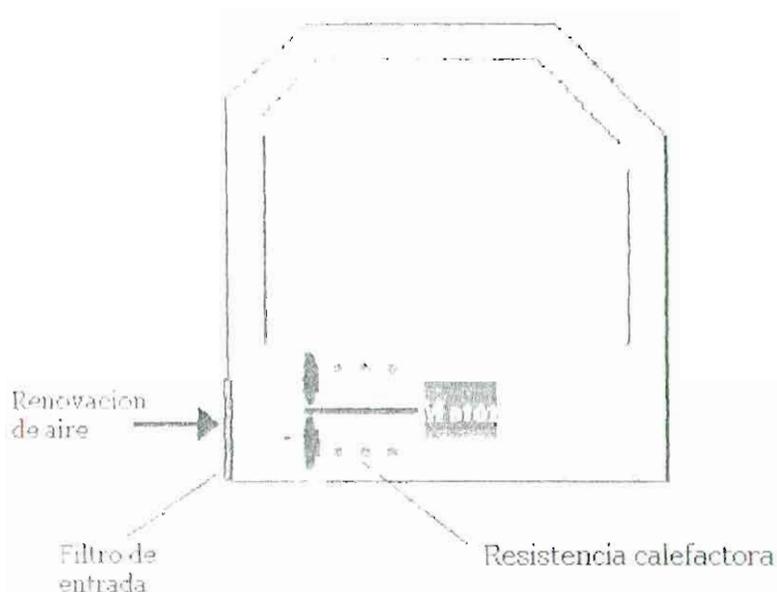


FIGURA 2.13: ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO GENERAL DE UNA INCUBADORA.

Entonces tenemos para un motor de 0.25 HP del ventilador y una eficiencia de 80% según Tabla 15 tenemos:

$$\frac{BTU}{Hr} = \frac{HP * 2545}{\text{efic.}} \quad \text{ec. (16)}$$

$$\frac{BTU}{Hr} = \frac{(0.25) * (2545)}{0.80}$$

$$Q_{eq} = 795.31 \frac{BTU}{Hr} \quad \left[233.08 \frac{W}{Hr} \right]$$

Donde Q_{eq} es la ganancia de calor por los equipos: incubadora y termo-cuna.

Para cada incubadora teniendo en cuenta el factor de función, para las incubadoras y termo-cunas:

$$Q_{eq} = 1669.5 \text{ BTU/Hr [583.72 W/hr]}$$

TABLA 15

GANANCIA DE CALOR DE MOTORES ELÉCTRICOS

GANANCIA DE CALOR DEBIDO A MOTORES ELÉCTRICOS
OPERACIÓN CONTINUA

| Potencia de Freno l | Porcentaje de Eficiencia con Motor a toda Carga | UBICACIÓN DEL EQUIPO CON RESPECTO AL ESPACIO ACONDICIONADO O AL VAPOR DE AIRE | | |
|---------------------|---|---|------------------------------|------------------------------|
| | | Motor Dentro Máquina Dentro | Motor Fuera - Máquina Dentro | Motor Fuera - Máquina Afuera |
| | | HPx 2545 % Eff | HPx2545 | HPx2545(1-%eff) %eff |
| | | | BTU/HR | |
| 1/20 | 40 | 320 | 130 | 190 |
| 1/12 | 49 | 430 | 240 | 220 |
| 1/8 | 55 | 580 | 320 | 260 |
| 1/6 | 60 | 710 | 430 | 280 |
| 1/4 | 64 | 1000 | 640 | 360 |
| 1/3 | 66 | 1290 | 850 | 440 |
| 1/2 | 70 | 1820 | 1280 | 540 |
| 3/4 | 72 | 2680 | 1930 | 750 |
| 1 | 79 | 3220 | 2540 | 880 |
| 1 1/2 | 80 | 4770 | 3820 | 950 |
| 2 | 80 | 6380 | 5100 | 1280 |
| 3 | 81 | 9450 | 7650 | 1800 |
| 5 | 82 | 15600 | 128000 | 2900 |
| 7 1/2 | 85 | 22500 | 19100 | 3400 |
| 10 | 85 | 30000 | 25500 | 4500 |
| 15 | 86 | 44500 | 38200 | 6300 |
| 20 | 87 | 58500 | 51000 | 7500 |
| 25 | 88 | 72400 | 63600 | 8800 |
| 30 | 89 | 85800 | 76400 | 9400 |
| 40 | 89 | 110000 | 102000 | 13000 |
| 50 | 89 | 143000 | 127000 | 16000 |
| 60 | 89 | 172000 | 153000 | 19000 |
| 75 | 90 | 212000 | 191000 | 21000 |
| 100 | 90 | 284000 | 255000 | 29000 |
| 125 | 90 | 354000 | 318000 | 36000 |
| 150 | 91 | 420000 | 382000 | 38000 |
| 200 | 91 | 560000 | 51000 | 50000 |
| 250 | 91 | 700000 | 636000 | 64000 |

Si el motor está sobre dimensionado y es de servicio, multiplicar el factor de ganancia de calor del siguiente cuadro de máxima factor de servicio.

Factor de Servicio Máximo

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

Sobre carga no está permitida en motores cerrados

Traducido de Fuente: Manual Carrier Air Conditioned (3)

La carga por infiltración es nula por este motivo no se realizará el cálculo para esta, sin embargo en el Anexo 6 se muestra una tabla que nos ayuda mucho para el cálculo de esta ganancia térmica. Finalmente tenemos estos resultados de ganancias de calor internas:

TABLA 16

**RESULTADOS DE CALOR LATENTE Y CALOR SENSIBLE NEONATOS
NO SANOS**

| | Q Sensible (BTU / Hr) | Q Latente (BTU / Hr) |
|---|--------------------------|-------------------------|
| Vidrio | 725.60 | 0 |
| Particiones | 5844.58 | 0 |
| Puertas | 673.41 | 0 |
| Tumbado | 1617.57 | 0 |
| Piso | 1583.54 | 0 |
| 5 Personas | 1225 | 1025 |
| Luces 7 FLOURESCENTES | 2986.36 | 0 |
| Aparatos eléctrico (incubadoras y termo-cunas 3) | 1669.5 | 0 |
| TOTAL | 16325.78 | 1025 |

Realizado por autor de Tesis

Ahora para esta carga interna de enfriamiento calculada procederemos a obtener el caudal de aire de suministro, utilizando la ecuación (5), donde se asumirá un factor de desviación del equipo de 0.1 para poder encontrar T_s

Utilizamos la ecuación (6) pero antes de todo debemos hallar el Factor de Calor Sensible con la ecuación (7):

$$SHR = \frac{1625.78}{1625.17 + 1025}$$

$$SHR = 0.94$$

Vamos a la Carta Psicrométrica (ANEXO 5) y hallamos T_D

$$T_D = 49 \text{ F } [9.5 \text{ } ^\circ\text{C}]$$

Con la ecuación (8) o (9) hallamos T_s .

$$T_s = b(T_i - T_D) + T_D$$

$$T_s = 51.51 \text{ F } [11 \text{ } ^\circ\text{C}]$$

Asumiendo un volumen específico $v = 13.5 \text{ pies}^3/\text{lb}$. Y un $C_p = 0.244 \text{ BTU/Lb}$

F_i , reemplazando en (15) tenemos:

$$CFM = \frac{16325.78}{(1.08)(74 - 49)}$$

Para lo cual obtenemos el aire frío mínimo entregado por el equipo:

$$\text{Aire de Suministro} = 737.48 \text{ CFM } [0.35 \text{ M}^3/\text{seg}]$$

Para lo que se escogerá un valor estándar de 800 CFM [0.38 m³/seg] de aire de suministro

Si nos referimos a la Tabla 13 de los Estándares de Ventilación, para cuartos de quirófanos o cuidados intensivos (de esta manera se esta tratando esta parte del área de estudio), indica que será necesario 2 CFM por pie cuadrado de área, si obtenemos el aire necesario de suministro de esta manera se obtiene, aire de ventilación igual a 665 CFM.

Lo cual indica que al realizar la ventilación con el 100% del aire de suministro estamos al mismo tiempo cubriendo las exigencias de ventilación normalizadas en los manuales ASHRAE

Ahora como sabemos en esta área se realizará 100% de toma de aire fresco, se procederá a realizar los cálculos de carga térmica utilizando el mismo método anterior sabiendo que el aire de ventilación es 100 % o sea: 800CFM.

Con este dato y el resultado del cálculo de carga interna tenemos los siguientes resultados mostrados en la siguiente tabla:

TABLA 17

RESULTADOS DE CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO NEONATOS NO SANOS

| HOJA DE CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|---|--------------------------|--|------------|--------------------|-------------------|------|--|--|
| Trabajo No: NESIS (neonatos NO Sanos) | | Localización: Vía Samborombón (Guayaquil) | | | | | | | | |
| Temperatura Estaripo de diseño: 81 °F Bulbo Seco | | 30°F Bulbo húmedo | | Temperatura Interior de Diseño: 74 °F Bulbo seco | | 52 °F Bulbo húmedo | | | | |
| 1 Cuarto NO SANOS | | | | | | | | | | |
| 2 Pared Expuesta (pies) | | | | | | | | | | |
| 3 Dimension del Cuarto (pies ²) | | | | | | | | | | |
| 4 Altura al Tumbado (pies) | | | | | | | | | | |
| | Area (ft ²) | Orientación | U | SC | \$HFG_{IT} | Q (sensible) Btu/h | Q (latente) Btu/h | | | |
| 5 Paredes Expuestas | 0 | | | | | | | | | |
| 6 Ventanas no Expuestas | 55.22 | | 0.73 | | 18 | 725.60 | | | | |
| 7 Paredes | 766.24 | | 0.42 | | 18 | 5844.98 | | | | |
| 8 Piso | 332.50 | | 0.26 | | 18 | 1583.33 | | | | |
| 9 Tumbado | 332.50 | | 0.27 | | 18 | 1617.57 | | | | |
| 10 Puertas | 71.94 | | 0.48 | | 18 | 673.40 | | | | |
| 11 Personas | | | | | | | | | | |
| 12 Equipos | | | | | | | | | | |
| 13 Iluminarias (W) | | | | | | | | | | |
| 14 Ventilación | | | | | | | | | | |
| | | Cant. | Factor de Funcionamiento | | Sensible | Latente | | | | |
| | | 5 | 0.7 | 245 | 795 | 205 | | | | |
| | | 700 | 4.28625 | | | | | | | |
| | | 100% | | | | | | | | |
| Carga total de enfriamiento del Cuarto | | | | | | | 16325.76 | 1025 | | |
| Ventilación | | | | | | | 737.48 | | | |
| Carga Total de Enfriamiento Latente por Ventilación | | | | | | | 33595.48 | | | |
| Carga Total de Enfriamiento Sensible por Ventilación | | | | | | | 13080.61 | | | |
| Carga Total de Enfriamiento Necesaria | | | | | | | 64006.85 | | | |

2.2 Selección del Equipo.

Antes de seleccionar el equipo adecuado para la climatización del área, vamos a mencionar algunos sistemas de acondicionamiento de aire.

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

- Sistema "todo aire"
- Sistemas "Aire- agua"
- Sistemas "Todo agua"
- Sistemas de Expansión Directa

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

Para nuestro caso esta clase de sistema no es conveniente ya que no existe una planta central de refrigeración en nuestro sitio de estudio, además es necesario un control en la variación de la carga debido a la carga por ventilación.

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

Ahora hablaremos un poco de los sistemas que principalmente son los más usados para nuestro caso y además los que nos proporcionan una mayor cantidad de utilidad.

2.2.1 Sistema de Expansión Directa.

Los sistemas de Expansión Directa son ampliamente usados en nuestro mercado. En estos sistemas el calor es removido por expansión directa del refrigerante.

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

La Figura 2.14 muestra un sistema de Expansión Directa, los componentes básicos del sistema son: Válvula de Expansión, Evaporador, Compresor, Condensador, y Tuberías de conexión. El compresor y la válvula de expansión son los puntos del sistema en los que la presión del refrigerante cambia. El compresor mantiene una diferencia de presión entre los lados de aspiración y de descarga del sistema, y la válvula de expansión separa los lados de alta y baja presión del sistema.

La función de la Válvula de expansión es dosificar el refrigerante del lado de alta presión al lado de baja.

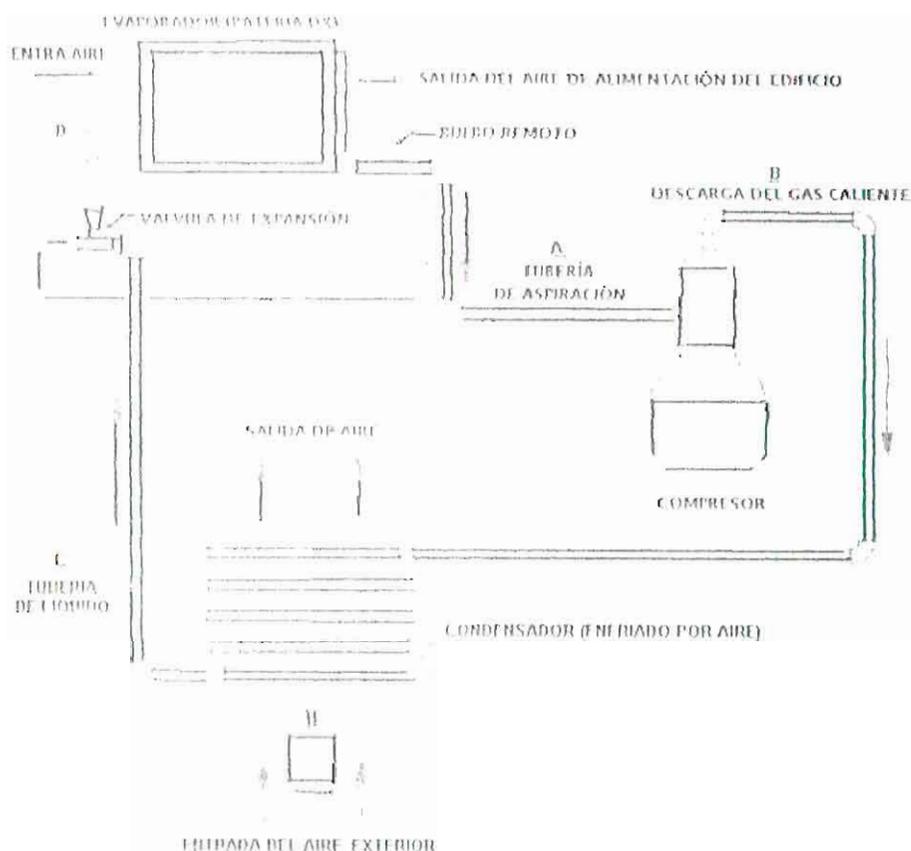


FIGURA 2.14: SISTEMA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DE EXPANSIÓN DIRECTA.

En el compresor, la presión del refrigerante aumenta desde la temperatura y presión de vaporización hasta una presión y temperatura de descarga mucho más altas. En el condensador, el calor de vaporización y compresión es transferido del gas de refrigeración al medio de enfriamiento (puede ser aire o agua).

La válvula de expansión controla la cantidad de líquido refrigerante que entra en el evaporador para impedir que se inunde

En el evaporador, el refrigerante líquido se vaporiza completamente mediante el calor del aire del área a climatizar. De esta forma el aire del cuarto se baja la temperatura y des-humidifica.

2.2.2 Equipos Enfriadores de Agua

Los Sistemas enfriadores de agua (o sistemas agua helada), son utilizados en aplicaciones de climatización para eliminación de calor y des-humidificación. El agua refrigerada es agua pura a temperatura de 39.2 F a 55.4 F [4 a 13 ° C.]

Un sistema de agua helada funciona en combinación con equipos de tratamiento de aire o equipos de proceso para eliminar el calor generado en el área de estudio.

Los componentes como Fan Coil, Chiller (estos pueden ser enfriados por aire o enfriados por agua en nuestro caso son enfriados por aire, ya que no existe espacio ni la infraestructura para instalar torres de enfriamiento en el caso de chillers enfriados por agua.

Estos equipos son diseñados con diferentes propósitos y con especificaciones especiales para cada caso.

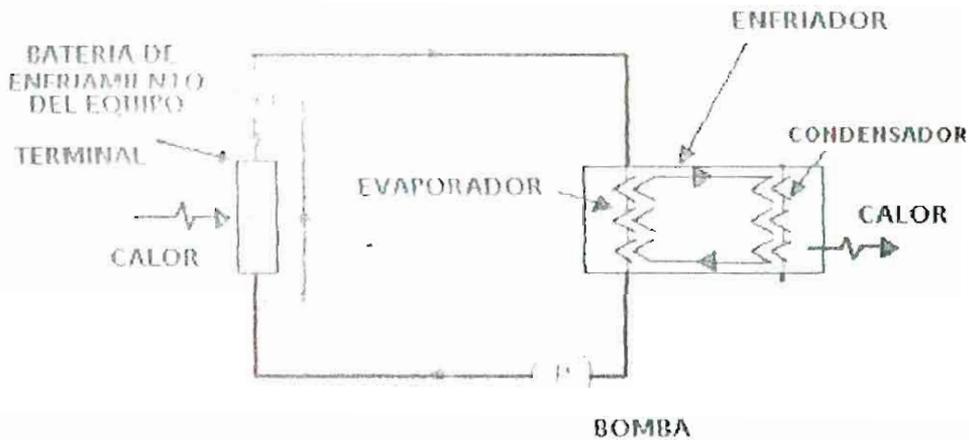


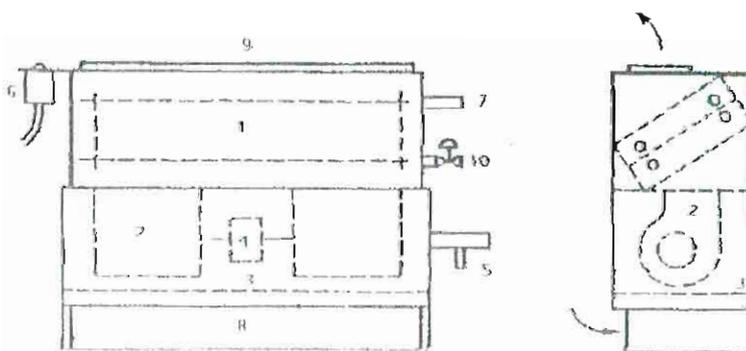
FIGURA 2.15: EQUIPOS ACONDICIONADORES DE AIRE CON SISTEMA DE AGUA HELADA

En la figura 2.15 se muestran un sencillo esquema del funcionamiento del sistema: la unidad manejadora de agua helada "UMA" o en algunos casos Fan Coil de Agua Helada (Batería de enfriamiento de equipo Terminal; en figura) es donde el agua enfriada absorbe el calor del área a climatizar por conducción y convección (de esta forma se baja la temperatura del cuarto), esta agua refrigerada que absorbió calor, es llevada por medio de tuberías de conexión, al lado del evaporador de un intercambiador de calor (enfriador en figura 2.15), donde es enfriada nuevamente con la ayuda de un refrigerante.

Por otro lado, la parte de condensación es donde el calor que el "agua helada" ha cedido al refrigerante es llevado nuevamente a otro medio, que en

nuestro caso es aire directamente con ayuda de ventiladores que ayudan a la transferencia de calor del refrigerante contenido en el Chiller hacia el exterior produciendo así que este baje su temperatura para nuevamente realizar otra transferencia de calor al agua que baja su temperatura hasta 45 F (7.2 °C), la cual se dirige nuevamente al evaporador para repetir el ciclo.

Unidades Manejadoras de Agua Helada o Fan Coil de Agua Helada tiene como elementos básicos: serpentín, filtro y el ventilador. Este último recircula el aire del espacio a climatizar a través del serpentín absorbiendo el calor del ambiente. El filtro suele ser del 35 % que evita que ingrese al ventilador impurezas además protege el motor del ventilador y reduce el nivel de bacterias. La capacidad puede ser controlada por el flujo del agua en el serpentín, Factor de Desviación, velocidad del ventilador o combinación de estos



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

FIGURA 2.16: ESQUEMA DE UN FAN COIL DE AGUA HELADA

La figura 2.16 muestra un esquema básico de un Fan Coil de agua helada donde el agua circula por el serpentín (1) y el ventilador suministra aire a través del serpentín haciendo que la temperatura del aire por contacto con el serpentín descienda; la diferencia del Fan Coil de Agua Helada y la Manejadora de Agua Helada es la ubicación de donde se pueden colocar estos equipos, la manejadora ocupa un cuarto destinado para el efecto mientras que el Fan Coil es instalado en el Tumbado lo que al momento del mantenimiento este ultimo se dificulta un poco, la manejadora tiene más facilidad para colocar un banco de filtros dentro del equipo y los ductos son más cuadrados mientras que el Fan Coil tiene un boquete para ducto rectangular.

Los enfriadores de agua, en la figura 2.17 se muestra un esquema básico de un Chiller.

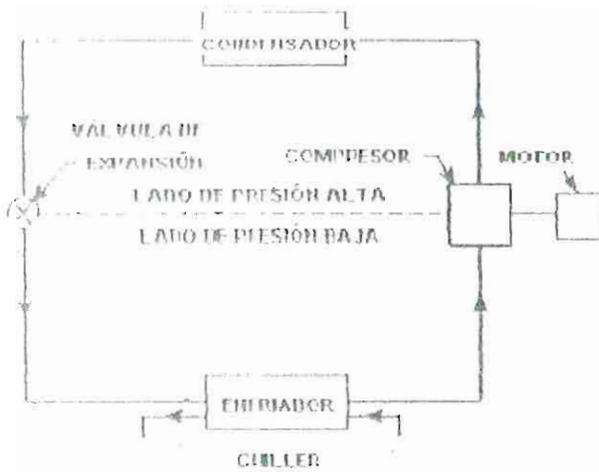


FIGURA 2.17: DIAGRAMA BÁSICO DE UN ENFRIADOR DE AGUA O CHILLER

Este equipo es esencialmente un intercambiador de calor cuyos principales componentes son: Compresor, condensador, evaporador líquido refrigerante, y dispositivo de expansión (como todo equipo de aire acondicionado), Además puede utilizarse ciertos componentes, lubricante, unidad de Puga, bomba de lubricante y válvulas de control. El funcionamiento básico es el siguiente, el agua entra al evaporador donde se enfría por la evaporación del refrigerante líquido a una temperatura más baja, el refrigerante evaporado es llevado al compresor donde se aumenta la presión y temperatura para que luego se condense a temperaturas más altas en el condensador y así se repite el proceso.

2.2.3 Ventajas y Desventajas

Primero enumeraremos las ventajas y desventajas de cada sistema elegido para posteriormente realizar una matriz de decisión la cual nos ayude a escoger el equipo más idóneo para nuestras sugerencias, requerimientos de carga y de control.

Expansión Directa:

Ventajas:

- Fácil Instalación
- Pocos Componentes del Sistema
- Inversión Inicial Baja (en comparación con otros sistemas)
- Disponibilidad de Equipos en el Mercado, de Capacidades Estándar.
- Fácil Control
- Fácil Mantenimiento
- Se puede agregar un sistema de filtrado

Desventajas:

- No flexibilidad en capacidades no estándares.
- El control de capacidad no es exacto.
- Ruidoso

- Control de Temperatura resulta difícil.

Equipos de Agua Helada:

Ventajas:

- Se requiere menos espacio dentro del área a climatizar (utilizando Fan Coil).
- Se requiere una Central Enfriadora de Agua (Chiller) para climatizar varias áreas de forma independiente.
- Capacidad Variable según requerimientos del área.
- Mayor Control de Temperatura.
- Mayor Control de Humedad relativa.
- Se fabrican con requerimientos específicos.
- Mayor tiempo de Vida.
- Abarca mayores longitudes entre equipos
- Sistema de filtrado.

Desventajas:

- Requiere un plan de mantenimiento más estricto.
- Disposición de Agua
- Costo de Inversión inicial alto.
- Más equipos de instalación

A continuación una matriz de decisión para seleccionar el sistema que emplearemos en nuestro análisis. Para la realización de la misma se ha considerado como 100 el puntaje mayor, con lo cual tenemos:

TABLA 18

MATRIZ DE DECISIÓN ENTRE EQUIPOS EXPANSIÓN DIRECTA Y EQUIPOS DE AGUA HELADA

| Objetivo | Costo Inicial | Control de Humedad | Control de Temperatura | Control de Ruido | * Capacidad Adecuada | Costos de Operación | Resultado |
|-------------------------------|---------------|--------------------|------------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------|
| Valores | 10 | 25 | 18 | 18 | 15 | 14 | 100 |
| Alternativa Expansión Directa | 10 | 15 | 12 | 13 | 7 | 12 | 69 |
| Agua Helada | 5 | 20 | 16 | 15 | 14 | 12 | 82 |

* Significa capacidad tanto en refrigeración (Btu/h) y en caudal de aire requerido
Elaborada por Autor de Tesis

Con lo cual queda elegido el sistema con el que se trabajará para la climatización del área donde uno de los mayores requerimientos es el control de humedad; además que la capacidad del equipo necesaria que obtuvimos del cálculo de carga no es estándar y los controles de temperaturas son más exactos con este tipo de sistemas.

A continuación seleccionaremos los filtros adecuados para los controles de ingreso de bacterias al lugar

2.3 Selección de Filtros

El aire acondicionado, como ya lo mencionamos, juega un papel muy importante dentro de los hospitales, clínicas, etc. ya que no solo proporciona confort, sino que puede ayudar a la terapia de un paciente

Estudios muestran que pacientes dentro de un ambiente controlado tienen mayores mejoras físicas que en ambientes no controlados.

Existen muchos factores de controlar dentro de un área como un hospital, entre las cuales está la humedad relativa, velocidad de aire, particular en suspensión, etc.

Las diferencias básicas entre el aire acondicionado de hospitales incluyendo toda institución relacionada con el cuidado de la salud y otro sistema para edificios comunes es:

- 1) La necesidad de restringir el paso de aire entre varios departamentos.
- 2) Requerimientos específicos de ventilación y filtración para diluir olores, microorganismos, virus, químicos peligrosos y sustancias radioactivas.

- 3) Diferentes temperaturas y humedad relativas requeridas para varias áreas
- 4) Diseño sofisticado necesario para permitir el exacto control de las condiciones ambientales.

De aquí que en esta sección hablaremos de todas las normas que se rigen para la selección adecuada de filtros correspondientes a nuestra área de estudio.

La aplicación de filtros varía según los diferentes grados de limpieza requeridos. Según nuestras exigencias debemos realizar una adecuada selección asegurando que no nos vamos exceder en utilizar un filtro con una eficiencia muy alta encareciendo el sistema sin conocer primero cuál o cuales son los adecuados.

Antes de entrar en la selección de éstos mencionaremos primero algo acerca de los contaminantes del aire, las clases de filtros y las normas que los rigen

El aire contiene varias cantidades de agentes, los cuales pueden ser productos de erosión del viento, evaporación de rocío de mar, erupción

volcánica etc. Sin embargo también hay agentes contaminantes productos de combustión, minería, agricultura.

Los contaminantes pueden clasificarse de la siguiente manera:

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

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

- Polvo, humo (incluye el proveniente de cigarrillo) provienen de materia sólida.
- Llovizna y nieblas.
- Gases.

En el Anexo 7 se muestra las características y tamaños de los contaminantes sólidos y líquidos.

Entre las fuentes de infección tenemos: **Infección bacterial**; Bacterias que pueden potencialmente ser transportadas en el aire y el agua están la de tuberculosis y la "Lengioella pneumophilia"; se ha demostrado que estas bacterias pueden ser removidas en un 99.9% con filtros de 90 a 95% de eficiencia (ASHRAE estándar 52.1) ya que éstas normalmente forman colonias de tamaños mayores a 1 μm . **Infección Viral**; como varicela, rubéola, no existe método que elimine el 100% de estos virus, sin embargo la utilización de filtros HEPA y/o ULPA (ultra penetración de aire lento) ofrece grandes eficiencias. **Moho**; como "aspergillis" pueden ser fatales para la leucemia, trasplante de médula, y paciente inmunodeprimidos.

La variedad en los contaminantes hace que la selección del mejor filtro para cada aplicación sea complicada. Motivo por el cual se han creado normas que establecen evaluaciones y características para los equipos de limpieza de aire. Estas normas establecen:

1. Definición y Clasificación

2. Requisitos para pruebas y tasas (los métodos de prueba están descritos en la Norma ASHRAE 52.1)
3. Especificación de los equipos estándares
4. Rendimiento y Seguridad requerido.
5. Señal apropiada
6. Condiciones de Conformidad
7. Escritura y Enunciado de los requisitos.

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

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

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

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

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

Así mismo los filtros deben ser probados según la Norma ASHARE 52.1 según estos métodos de depuradores de aire. Existen cuatro pruebas:

- a. **Detención**, consiste en pruebas con polvos sintéticos estándares en varios tamaños de partículas que pasan a través de los filtros. No distingue filtros de alta eficiencia. Para sistemas de recirculación.
- b. **Eficiencia Polvo-Mancha**, Se pasa polvo atmosférico al aire acondicionado a través del filtro y se mide la decoloración comparando

con el aire que ingresa nuevamente. Esta prueba es muy útil para los filtros de alta eficiencia.

- c. **Penetración**, Partículas uniformes son ingresados por el filtro y el porcentaje removido por el mismo es determinado, por un fotómetro, contador de partículas o por un contador de núcleos de condensación. Esta es prueba para los filtros HEPA (High Efficiency particulate air).
- d. **Eficiencia por tamaño de partícula**, Eficiencia obtenida por remover partículas contra un tamaño de partícula específico dentro de la corriente de aire.

La tabla 19 muestra la aplicación de la Normas ASHRAE 52.1 y 52.2 donde se muestra la utilización de filtros, las capacidades estándares y el filtro típico a utilizar. Esta tabla nos ayuda a escoger el filtro adecuado, ayudándonos también con la guía de cómo deberá ser dicho filtro.

TABLA 19

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

| Estandar 52.2 Valor Reportado de Eficiencia Mínima (MERV) | Resultados Aprox. Std. 52.2 | | Guía de Aplicaciones | | |
|--|-----------------------------|---------|--|--|---|
| | Eficiencia Polvo Mancha | Ataeste | Tipicos Contaminantes Controlados | Aplicaciones y Limitaciones Típicas | Tipo de Filtro/Limpiador de aire |
| 20 | n/a | n/a | Partículas de virus de tornaños 70-300 μm Polvo de Carbon Sal Toda humo de cigarrillo Radio | Habitaciones Limpias Materiales Radioactivos Fabricas Farmaceuticas Materiales Cancerigenos Cirugia Ortopédica | Filtros HEPA/ULPA 799.999% de eficiencia en 0.1 - 0.2 μm IEST tipo F 799.999% eficiencia en partículas 0.3 μm IEST tipo D 799.99% de eficiencia en partículas 0.3 μm IEST tipo C 7.99.97% de eficiencia en partículas 0.3 μm IEST tipo A |
| 19 | n/a | n/a | | | |
| 18 | n/a | n/a | | | |
| 17 | n/a | n/a | | | |
| 16 | n/a | n/a | Tamaño de partículas entre 0.3-1 μm Toxa bacteria Gotas nucleares Cigarrillo | Hospitales pacientes de cuidados Cirugia General Comerciales clase alta Salas de fumadores | Filtro de Bolsillo, Flexible, de fibra de vidrio microfina o medio sintético 300 a 600 mm de profundidad de 6 a 12 bolsillos Filtros de Caja, Estilo cartucho rígido filtra 150 a 300m de profundidad se puede usar aireado o de papel |
| 15 | >95% | n/a | Polvo de Insecticida Polvo de toner de Copiadora | | |
| 14 | 90-95% | >98% | Mayoria de Particulas Mayoria de Polvo para resstro | | |
| 13 | 80-85% | >98% | | | |
| 12 | 70-75% | >95% | Tamaño de partículas entre 1.0-3.0 μm Legionella | Residencias clase alta Edificios Comerciales clase media Laboratorios de Hospital | Filtro de Bolsillo, Flexible, de fibra de vidrio microfina o medio sintético 300 a 600 mm de profundidad de 6 a 12 bolsillos Filtros de Caja, Estilo cartucho rígido filtra 150 a 300m de profundidad se puede usar aireado o de papel |
| 11 | 60-65% | >95% | Polvo de Carbon Polvos Humedos Virutas | | |
| 10 | 50-55% | >95% | Embragues Humos de Soldaduras Polvos principales | | |
| 9 | 40-45% | >90% | | | |
| 8 | 30-35% | >90% | Tamaños de Partículas 3.0 10.0 μm Esporas Spray para Cabello Moho | Edificios Comerciales Residencias clase media Áreas de trabajo industrial Pintura con tomas de aire | Plata de Filtros, disponible, superficie extendida, de 25 a 125 mm de espesor con aislacion poliester en el medio, marca de carton Filtros tipo caja, densidad viscosa cubierta de cubo o filtros de bolsillo de media sintético Desechables, disponible en varias formas de filtración |
| 7 | 25-30% | >90% | Protector de fábrica Polvo de Cemento Polvo de leche | | |
| 6 | >70% | 85-90% | | | |
| 5 | >70% | 80-85% | | | |
| 4 | >70% | 75-80% | Partículas de tamaño >10 μm | Minima filtracion residencial | Desechables, Disponibles en fibra de vidrio o paneles sintéticos Lavables, Filtro de aluminio, latex, de cerda, o paneles plásticos Electrostaticos, Autocambiales, |
| 3 | >70% | 70-75% | Polen Muego | | |
| 2 | >70% | 65-70% | Polvo de arena Pintura en Spray Fibra de Textiles | | |
| 1 | >70% | >65% | | | |
| | | | | | |

Traducido de Fuente: ASHRAE 2000 HVAC System and Equipment Handbook

En la Tabla 19, se muestra una referencia entre las Normas ASHRAE 52.2 y la ASHRAE 51.2, esta última incluye pruebas de masa y la prueba del polvo-

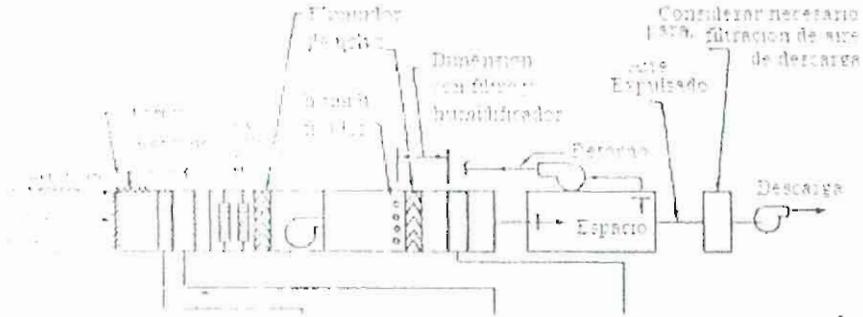
macha; la cual se utiliza para comparar entre filtros de aire; y la norma ASHRAE 52.2 desarrolla un informe de valores de eficiencia mínima.

Para aclarar la selección del filtro o los filtros adecuados, además de los factores que se mencionaron inicialmente para su efecto, se debe tener en cuenta adicionalmente: el espacio que se necesita para su instalación, el costo inicial, y el costo del mantenimiento, analizando todos los factores nos falta por determinar en que aplicación vamos a utilizar el filtro, mejor expresado qué clase de área es la que estamos climatizando, para esto hay tablas estandarizadas que nos explican los filtros a utilizar y su instalación más eficiente.

La Tabla 20 muestra algunas aplicaciones de los filtros clasificadas de acuerdo a su eficiencia y al tipo. Esta tabla nos ayuda a escoger dependiendo de la función del cuarto (área a climatizar) cuál pre-filtro se debe seleccionar, además el filtro de alta eficiencia recomendado (si es necesario) y un esquema de instalación.

TABLA 20

APLICACIONES TÍPICAS DE LOS FILTROS CLASIFICADOS POR TIPO Y EFICIENCIA



| Aplicación | Sistema Diseñando ^b | Pre filtro | | Filtro | | Filtro Final | Notas de Aplicaciones |
|--|--------------------------------|--|--|---|---|--------------|--|
| Depósito, trendas y áreas de procesos, cuartos de equipos mecánicos, cuartos de controles eléctricos, protección de serpientes | A1 | Ninguno | Ninguno | 50 a 85% detención | Tipo panel, o automático | Ninguno | Reduce partículas grandes, protege el serpentín de polvos |
| | A2 | Ninguno | Ninguno | 25 a 30% polvo mancha | Placa de panes o superficie extendida | Ninguno | |
| Áreas de procesos especiales, Trendas equipos eléctricos, oficinas y laboratorios promedio | B1 | Ninguno | Ninguno | 75 a 90 % detención 35 a 60% detención | Superficie Extendida, Cartucho tipo bolsillo, o electrónico (manual o reemplazable) | Ninguno | Limpieza promedio de casas Reduce pelusa en el aire Reduce polen >85% a 35%. Remueve todo el polen en 60% en partículas causantes de machas |
| Laboratorios de análisis, electrónicos, cuartos de conferencias Promedio de oficinas generales | C1 | 75 a 85% Detención, 25 a 40% polvo mancha | Superficie Extendida, Cubierta o tipo bolsillo | >98% detención, 80 a 85% polvo mancha | Superficie Extendida, Cartucho tipo bolsillo, o electrónico (semiautomático) | Ninguno | Por encima de limpieza de casas. No permite partículas de polvo. Cartuchos y tipo bolsillo muy efectivo en partículas causante de manchas, parcialmente efectiva en humo de tabaco. Tipo electrónico ligeramente efectivo en humos |
| | C2 | Ninguno | Ninguno | >98% detención, 80 a 85% polvo mancha | Superficie Extendida, Cubierta o tipo bolsillo | Ninguno | |
| Hospitales, Farmacéuticas, y Fábricas farmacéuticas (no únicamente áreas asepticas) algunos cuartos limpios | D1 | 75 a 85% detención, 25 a 40% polvo mancha | Superficie Extendida, Cubierta o tipo bolsillo | >98% detención, 80 a 85% polvo mancha | Tipo bolsillo, electrónico (limpiadores) | 95% DOP | Excelente en limpieza. Muy efectivo en partículas causantes de manchas, humos, cigarrillos. Altamente efectivos en bacterias |
| | D2 | Ninguno | Ninguno | >98% detención, 80 a 95% polvo mancha | Electrónico (aglomerador) con bolsillo o sección de | Ninguno | |
| Áreas asepticas en hospitales y fábricas farmacéuticas, cuartos limpios y áreas de alta pureza, etc. ^c | F1 | 75% a 85% detención, 25 a 40% polvo mancha | Superficie Extendida, Cubierta o tipo bolsillo | >98% detención, 90 a 95% polvo mancha | Tipo Bolsillo, Electrónico (semiconductor) | >99.97% DOP | Proteje contra bacterias, polvos radiactivos, tóxicos, polvos, humos en general |

Traducido de Fuente: ASHRAE 2000 HVAC System and Equipment Handbook

Sin embargo todos los sistemas de ventilación y climatización deben estar equipados con filtros de eficiencias no menores a las indicadas en la Tabla 21:

TABLA 21

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

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

a Basado en Estándar 52.1 ASHRAE

b basado en DOP tes

c HEPA filtros en tomas de aire

Traducido de Fuente: ASHRAE 1999 Applications Handbook

Teniendo en cuenta esta última tabla, donde nos indica lo mínimo exigido por la norma (lo cual nos permite elegir el sistema adecuado sin encarecer el

proyecto por selección de filtros), tenemos que para nuestro caso. Será necesario mínimo para ambos caso:

- Un prefiltro del 25% de eficiencia norma ASHRAE 52.1
- Y un filtro final del 90% de eficiencia norma ASHRAE 52.1

Entonces escogeremos filtros del 30% según ASHRAE 52.1 con un MERV 8 según norma ASHRAE 52.2, para el retorno con un filtro final del 90% de eficiencia según ASHRAE 52.1, y MERV 14 según norma ASHRAE 52.2 para después del ventilador del evaporador o fan coil (antes de entrar al cuarto). Para el aire de descarga (al ambiente) que también será filtrado, y se escogerá un filtro lavable del 30%. La limpieza de estos filtros se verá más adelante.

Para los filtros de 90% tenemos un filtro de celdas rígidas con un caudal máximo de admisión de 2000 CFM y 1000 CFM (de acuerdo al caudal de cada manejadora), una caída de presión inicial de 0.66 pulgadas de columna de agua ("ca) y una caída final de presión de operación permisible de 1.50" ca, con una temperatura máxima de funcionamiento de 150 F.

En la figura abajo se muestra un filtro de esta categoría:

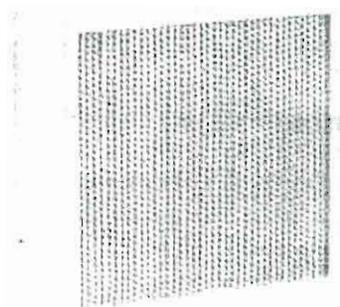


FIGURA 2.18 FILTRO DE 90% DE EFICIENCIA.

Y para los filtros del 30%, con una capacidad de soportar una velocidad máxima de aire de 500 FPM. A continuación una figura de dicho filtro.



FIGURA 2.19 FILTRO DE 30% DE EFICIENCIA.

2.4 Selección de Ventiladores

Una vez seleccionados los filtros procedemos a seleccionar los ventiladores de extracción conociendo de antemano la caída de presión que se necesitará vencer para realizar la descarga de aire correctamente.

Además de esto debemos saber cómo vamos mantener la presión adecuada dentro del área. Para esto tenemos la Tabla 21 donde nos muestra las relaciones de Presión y Ventilación requeridas para ciertas áreas de un Hospital.

En donde observamos que la presión requerida es positiva, lo cual nos indica que debemos lograr que para estos casos el aire tenga la tendencia a salir del cuarto más no a ingresar a él.

Otro punto que se debe tomar en cuenta es que se tienen dos áreas para neonatos cercanas; según el manual de aplicaciones ASHRAE indica que si existe otra sala de recién nacidos la cual es de observación adyacente a una que no sea de observación, el aire de la sala de observación (cuidados intensivos o neonatos no sanos) no debe

ingresar a la sala adyacente, para esto se debe crear una presión negativa "relativa" a la segunda sala, lo que quiere decir que el aire de ambas salas deben tener la tendencia a salir de los cuartos; más el aire de la sala de observaciones no debe ingresar a la sala contigua.

TABLA 22

RELACIÓN GENERAL DE PRESION Y VENTILACIÓN DE CIERTAS ÁREAS DE HOSPITAL

| Función del Espacio | | Relación de Presiones con Adyacentes ^a | Cambios de Aire Externo Mínimos por hora ^b | Total de Cambios mínimos de aire por hora ^c | Todo el aire expulsado fuera del cuarto | Recirculación de Aire entre las unidades de cuartos ^d |
|--|---------------------------------------|---|---|--|---|--|
| CIRUGIA Y CUIDADO CRÍTICO | | | | | | |
| Cuarto de Operaciones | (sistema todo aire fresco) | P | 15 | 15 | Si | No |
| | (sistema con recirculación) | P | 5 | 25 | Opcional | No |
| Cuartos de Emergencia | (sistema todo aire fresco) | P | 15 | 15 | Opcional | No |
| | (sistema con recirculación) | P | 5 | 25 | Opcional | No |
| Salas de Recuperación | | E | 2 | 6 | Opcional | No |
| Sala de Neonatos | | P | 5 | 12 | Opcional | No |
| Salas de Traumas | | P | 5 | 12 | Opcional | No |
| Almacenaje de Anestesia (ver código requerido) | | ? | Op | 8 | Si | No |
| RECÉN NACIDOS | | | | | | |
| Habitaciones de pacientes | | ? | 2 | 4 | Opcional | Opcional |
| Baños ^e | | N | Op | 10 | Si | No |
| Cuidados Intensivos | | P | 2 | 6 | Opcional | No |
| Aislamiento Protector ^f | | P | 2 | 15 | Si | Opcional |
| Aislamiento por Infección ^g | | ? | 2 | 6 | Si | No |
| Antesala de habitación de Aislamiento | | ? | 2 | 10 | Si | No |
| Post parto, Labor, recuperación | | E | 2 | 4 | Opcional | Opcional |
| Corredor de pacientes | | E | 2 | 4 | Opcional | Opcional |
| SUPLEMENTARIO | | | | | | |
| Radiología | Rayos X (terapia y cuidados críticos) | P | 3 | 15 | Opcional | No |
| | Rayos X (Tratamiento y Diagnóstico) | ? | 2 | 6 | Opcional | Opcional |
| | Cuarto Oscuro | N | 2 | 10 | Si | No |
| Laboratorio General | | N | 2 | 6 | Si ^h | No |
| Laboratorio Bacteriológico | | N | 2 | 6 | Si | No |
| Laboratorio Bioquímico | | P | 2 | 6 | Opcional | No |
| Laboratorio Inoculación | | N | 2 | 6 | Si | No |
| Laboratorio lavado de vidrios | | N | Op | 10 | Si | Opcional |
| Laboratorio Histología | | N | 2 | 6 | Si | No |
| Laboratorio de Medicina Nuclear | | N | 2 | 6 | Si | No |
| Laboratorio de Patología | | N | 2 | 6 | Si | No |
| Laboratorio Serología | | P | 2 | 6 | Opcional | No |
| Laboratorio Esterilización | | N | Op | 10 | Si | No |
| Laboratorio de Transfusión de sangre | | P | 2 | 4 | Opcional | No |
| Autopsia | | N | 2 | 12 | Si | No |
| Cuarto no refrigerado de mantenimiento de cuerpos | | N | Op | 10 | Si | No |
| Farmacía | | P | 2 | 4 | Opcional | Opcional |
| ADMINISTRACION | | | | | | |
| Administración y salas de Espera | | N | 2 | 6 | Si | Opcional |
| TRATAMIENTO Y DIAGNÓSTICO | | | | | | |
| Broncoscopia, Coleración de de muestras, administración de | | N | 2 | 10 | Si | Opcional |
| Sala de Examinación | | ? | 2 | 6 | Opcional | Opcional |
| Sala de Medicación | | P | 2 | 4 | Opcional | Opcional |
| Sala de Tratamiento | | ? | 2 | 6 | Opcional | Opcional |
| Terapia Física e Hidroterapia | | N | 2 | 6 | Opcional | Opcional |
| Cuarto de Polvo o Recoletores de Polvo | | N | 2 | 10 | Si | No |
| Cuarto de Limpieza o de Recolectores de Limpieza | | P | 2 | 4 | Opcional | Opcional |
| ESTERELIZADORES Y SUPLEMENTOS | | | | | | |
| Cuarto de equipos para esterilizar | | N | Op | 10 | Si | No |
| Cuarto de Polvos o de contaminación | | N | 2 | 6 | Si | No |
| Cuartos de Limpieza | | P | 2 | 4 | Opcional | Opcional |
| Almacenaje de Equipos | | ? | 2 (Op) | 2 | Opcional | Opcional |
| SERVICIO | | | | | | |
| Centro de Preparación de Comida | | ? | 2 | 10 | Si | No |
| Lavado | | N | Op | 10 | Si | No |
| Almacenaje de Dietas diarias | | ? | Op | 2 | Opcional | No |
| Lavandería General | | N | 2 | 10 | Si | No |
| Linea de polvos clasificación y almacenaje | | H | 2 (Op) | 10 | Si | No |
| Linea de Limpieza almacenaje | | J | Op | 2 | Opcional | Opcional |
| Cuarto de Basura | | N | Op | 10 | Si | No |
| Cuarto de Sábanas | | N | Op | 10 | Si | No |
| Baños | | N | Op | 10 | Opcional | No |
| Compuerta | | N | Op | 10 | Opcional | No |

P = Positivo N = Negativo E = Igual ? = Código no requerido

Traducido de Fuente: ASHRAE 1999 Applications Handbook

No hay un método específico para conseguir presurización; hay tres opciones:

1. Colocar o dejar en el área cierto porcentaje de aire mayor dentro de la misma que lo que se extrae.
2. Medir todas infiltraciones entre los cuartos, seleccionar la velocidad adecuada para mantener el flujo de aire hacia fuera de los "cuartos limpios"
3. Utilizando sensores de presión conectados a un sistema de compuertas (Damper) las cuales abren o cierran dependiendo de los cambios diferenciales presión.

Según estas tres opciones hemos escogido la primera ya que se colocarán extractores de aire dentro de los ductos para que se expulse cierta cantidad de aire (la necesaria para mantener más aire dentro del área que la expulsada de la misma).

Se realizará un retorno de aire del 90% del aire de suministro del equipo de la sala de neonatos sanos, para dejar un excedente del 10% de aire dentro del área, cumpliendo además de la presurización la ventilación, mientras que para el área de neonatos no sanos se extraerá un 95%, como que aquí se

está realizando toma de aire fresco del 100% se dejará un excedente del 5% dentro del área, con lo cual se logra conseguir lo mencionado anteriormente que en ambas salas estén presurizadas positivamente, sin embargo la sala de neonatos sanos en relación a la sala de neonatos no sanos tiene presión positiva: la sala de neonatos sanos tendrá un excedente de 120 CFM, mientras que la sala de neonatos no sanos tendrá uno de 100 CFM.

Para la selección de los extractores necesitamos la caída de presión que deben vencer, el caudal de aire y la temperatura de funcionamiento; con estos datos ingresamos en un programa de selección y tenemos:

La pantalla indica la descripción del ventilador centrifugo para ser instalado en tumbado en gabinete con acople con banda, además en el recuadro debajo de la foto del equipo se indican las capacidades con un rango de 0.080 m³/seg hasta 1.572 m³/seg para modelos sencillos y modelos dobles desde 0.293 m³/seg a 2.773 m³/seg. El modelo BCF diseñado para niveles de velocidad bajos en suministro y extracción en aplicaciones dictadas.

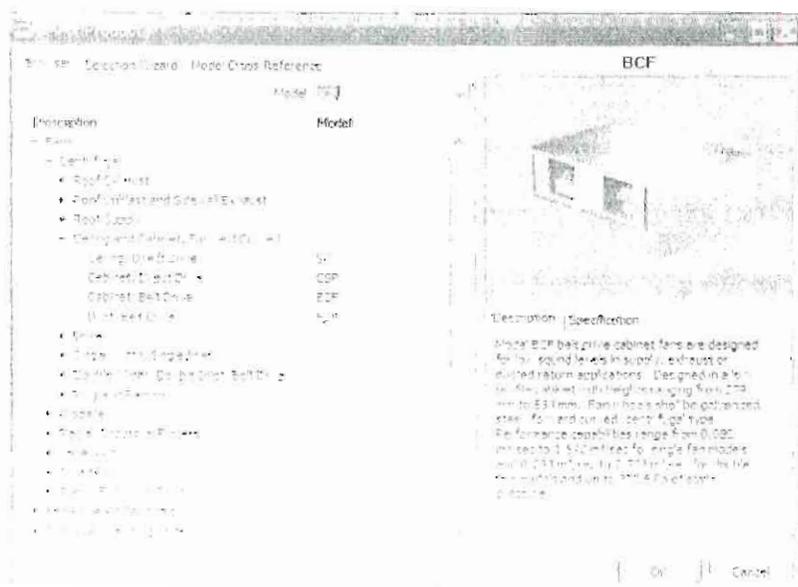


FIGURA 2.20: VENTANA DE PROGRAMA DE SELECCIÓN DE VENTILADORES

En la selección del extractor indica que el modelo BCF es para aplicaciones de donde se requiera niveles de ruido bajos. Se procede a ingresar los datos mencionados y se tiene:

Para la sala de neonatos sanos simplemente se realizará una toma de aire fresco que corresponda al 10 % del total del suministro de aire del equipo, y se retorna el 90% a la máquina dejando este excedente dentro del cuarto, para este procedimiento, en algunos, se instalan ventiladores adicionales, para esto el ventilador deberá vencer una caída de presión de 1" para no llegar a la caída de presión de los filtros, tenemos los siguientes datos: ventilador de suministro de 1200 CFM, con una caída de presión de 1", como resultado del programa tenemos el extractor modelo BCF 108 ver Anexo 8.

Para la sala de neonatos no sanos como se esta realizando 100% de toma de aire fresco, se deberá extraer ese aire para llevarlo al exterior y recibir nuevamente la toma fresca, con un volumen de suministro de 800 CFM [0.38 m³/seg] a una extracción del 95% (para dejar excedente 5%), tenemos 760 CFM [0.361 m³/seg] para extraer: Ventilador modelo BCF 107, y para el suministro se obtiene el mismo extractor. (Ver Anexo 8)

2.5 Accesorios de Control

Para el control del sistema se preverán los siguientes accesorios:

- Arrancadores
- Relés
- Transformadores de control de 24 Voltios
- Protectores de sobrecarga y sobre temperatura del motor
- Protector de Alta y baja Presión, para lo cual se colocaran Manómetros.
- Termostato instalado en la tubería de retorno del agua helada
- Filtro de Líquido en cada circuito de refrigeración
- Visor de Flujo.
- Protector de falta de flujo de agua Helada.
- Temporizador.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Para el diseño de las instalaciones, primero vamos a establecer los equipos y accesorios necesarios para el acondicionamiento del aire. Ya se determinó que serán equipos de agua helada, sin embargo el sistema completo (chiller, bombas, válvulas, etc.) no se ha señalado aún; para este efecto nos apoyaremos en un programa de selección de equipos, el cual nos ayudará a conocer las capacidades de los chiller de agua helada, las bombas, separadores de aire, y diámetros de tuberías de conexión, para luego entrar al diseño de ductos de suministro y retorno, la selección de difusores y por último los planos.

Para sistemas pequeños, como el nuestro se recomienda instalar un solo chiller para ambas áreas (Neonatos sano y Neonatos no sanos), además que estarán funcionando sin paros en el funcionamiento, o en su defecto con los menores imprevistos posibles.

Al elegir la opción de utilizar un solo chiller se está disminuyendo la cantidad de accesorios, bombas, válvulas que hacen que el costo del proyecto disminuya, además de esto las bombas que se obtienen con sistemas pequeños independientes suelen ser de bajo caudal y con caídas de presión que hacen que trabajen a eficiencias bajas; encareciendo el proyecto; por lo tanto estos son los motivos principales para elegir un solo sistema de chiller y bomba para dos manejadoras de agua helada.

El sistema estará conformado por un chiller que completa la carga de ambas áreas, dos unidades manejadoras de aire o Fan Coil (esto se analizará luego), una bomba de agua helada, un separador de aire y los accesorios necesarios, como medidores de flujo, válvulas de control, medidores de presión de temperatura.

El manejo de este programa es sencillo, al ingresar en el mismo, primero debemos escoger el país, la ciudad y las temperaturas exteriores y de diseño

automáticamente se colocan; a continuación un esquema de cómo se ve en la pantalla el programa.

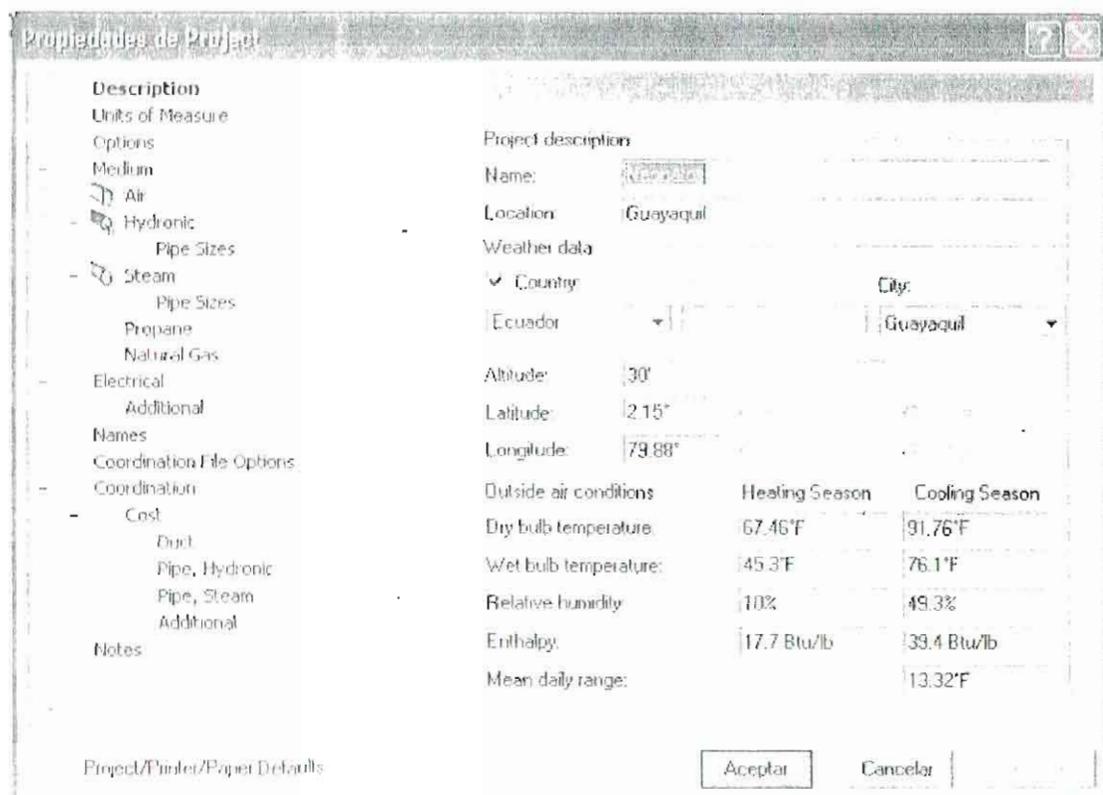


FIGURA 3.1: PANTALLA DE PROGRAMA DE SELECCIÓN DE EQUIPOS; SELECCIÓN DE CIUDAD

Además de escoger el país y la ciudad se pueden escoger otros factores, como suministro eléctrico, tipo de tubería de conexión, etc. Esto es para seleccionar los equipos disponibles en la marca perteneciente al programa, pero es una buena herramienta ya que te provee las capacidades de equipos en las características eléctricas deseadas.

Una vez ingresados estos datos se procede a seleccionar el equipo que se instalará dentro del cuarto. Este será una manejadora de tipo vertical, ya que en el sitio se han considerado cuartos para evaporadores, y además se ha previsto espacio libre entre tumbado y losa no tan amplia como para instalar Fan Coil, con este dato buscamos el ítem correspondiente y lo ingresamos en el programa, entre los equipos que se pueden elegir hay Fan Coil, unidades manejadoras horizontales o verticales, consolas y otros.

Así mismo seleccionamos el chiller se puede escoger de enfriados por agua o enfriados por aire se escogen éstos últimos, además de esta selección se debe escoger qué clase de chiller debido al compresor; ya que los hay reciprocantes, de pistones, centrífugos y de tornillo, para lo cual debemos saber que esto depende de las capacidades que manejan los equipos.

A continuación se muestra una tabla donde se indica los tipos de chiller que generalmente se usan en Aire Acondicionado:

TABLA 23

CAPACIDADES TIPICAS Y TIPOS DE COMPRESORES DE CHILLERS

| Capacidad | Tipo de Compresor del Chiller |
|---------------|--|
| Hasta 90 Kw | Reciprocante o de Pistones |
| 90 a 280 Kw | De Tornillo, reciprocante, o de Pistones |
| 280 a 1600 Kw | de Tornillo, reciprocante, o Centrifugo |
| 700 a 3500 Kw | De Tornillo o Centrifugo |
| 3500 Kw | Centrifugo |

De aquí que se escoge los de tipo pistones (scroll) por la capacidad que estos manejan, una vez que se ha escogido el tipo de Chiller, se debe unir los elementos con la tubería correspondiente, mientras se realiza este trabajo, se puede colocar la distancia de las mismas además de las pérdidas por recorrido para luego realizar la selección de la tubería dependiendo del flujo y de las pérdidas. El diámetro de las tuberías nos da el programa pero esto también se calcula fácilmente con nuestros conocimientos de Mecánica de Fluidos. A continuación un diagrama de cómo se ve el programa hasta este instante donde solo se ha seleccionado los equipos y dispuestos en un plano.

NAME: NEONATOS
LOCATION: GUAYAQUIL

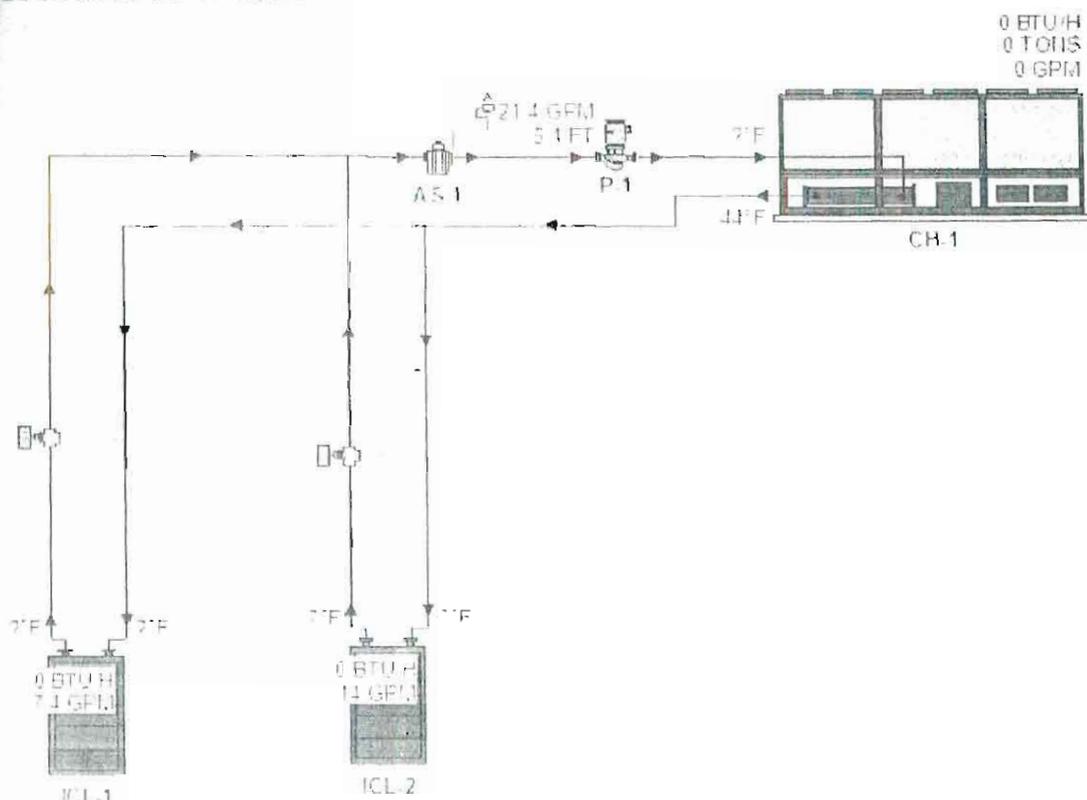


FIGURA 3.2: ESQUEMA DE DISPOSICIÓN DE EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE LAS SALAS

En la figura 3.2 se muestra el esquema de ubicación de equipos para las salas de estudio: Chiller, la unidad manejadora de agua, una bomba de agua helada, un separador, y una válvula de tres vías que es la que se conecta al sensor de termostato para controlar temperatura, sin embargo en este esquema no se muestra los demás accesorios como válvulas medidores de flujo, manómetros, medidores de temperatura, etc. En la figura 3.2 faltan las capacidades de los equipos; este paso se lo realiza primero ingresando en las unidades manejadoras la carga de refrigeración calculada en el capítulo

anterior, cada equipo simplemente es colocado en el plano de diseño escogiéndolo del panel superior, y en las propiedades de las manejadoras se introducen los datos conocidos que son las capacidades y el programa calcula las capacidades de los demás accesorios.

Por ejemplo; para el área de Neonatos No sanos se obtuvo una capacidad de 64.000 Btu/h aproximadamente; esto lo ingresamos y aplicamos, así mismo para el otro equipo del área de Neonatos sano y automáticamente se calcula las capacidades de los demás equipos.

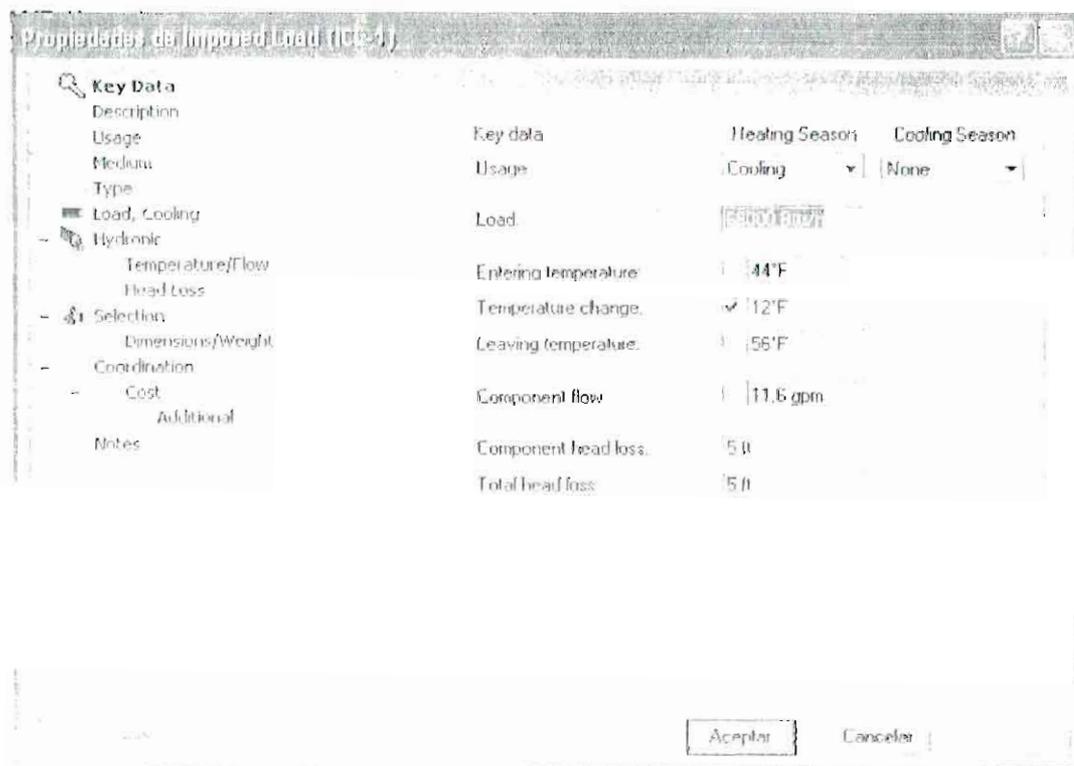


FIGURA 3.3 PANTALLA DE INGRESO DE CARGA DE REFRIGERACIÓN

Luego de ingresar estos datos se obtiene el siguiente diagrama donde se muestran los datos necesarios para la selección adecuada de los equipos

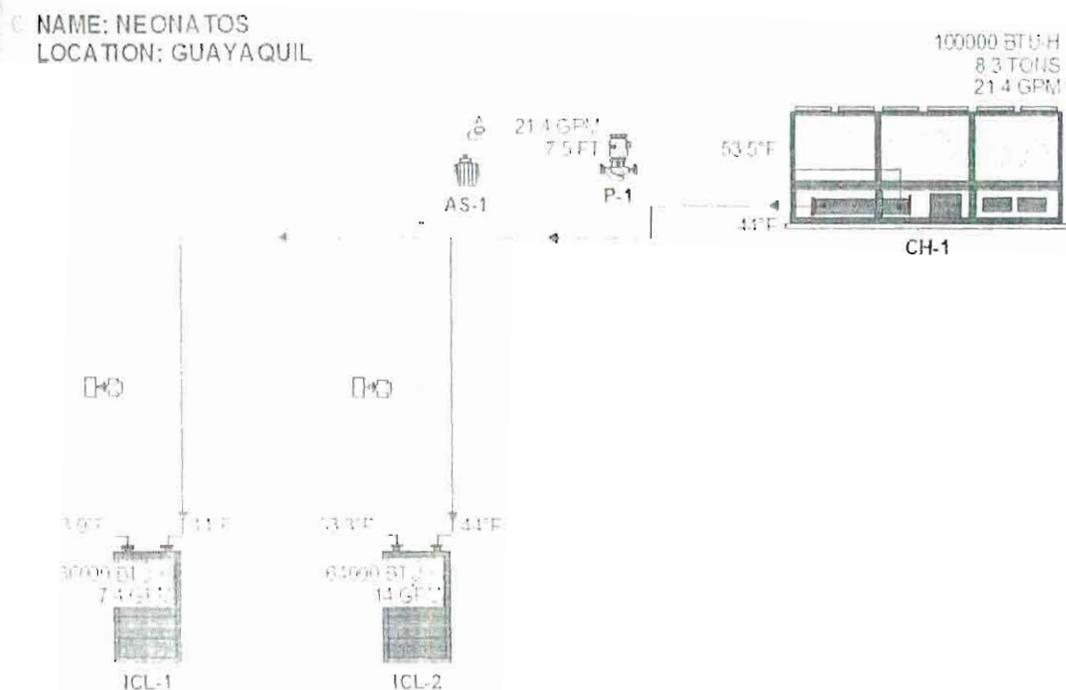


FIGURA 3.4: ESQUEMA COMPLETO DE LA SELECCIÓN DE EQUIPOS

Con esto tenemos:

- Un Chiller de 100.000 Btu/h (8.3 TR)
- Una Bomba de 21.4 GPM [$1.35 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$].
- Un Separador de Aire de 21.4 GPM [$1.35 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$].
- Una Manejadora de Agua Helada 36.000 Btu/h [3 TR.]
- Una Manejadora de Agua Helada de 60.000 Btu/h [5 TR]
- Dos válvulas de tres vías

El sistema aún no está completo ya que debemos introducir los accesorios como medidores de presión, temperatura y demás válvulas para el correcto funcionamiento del sistema, a continuación la figura 3.5 muestra el sistema completo.

NAME: NEONATOS
LOCATION: GUAYAQUIL

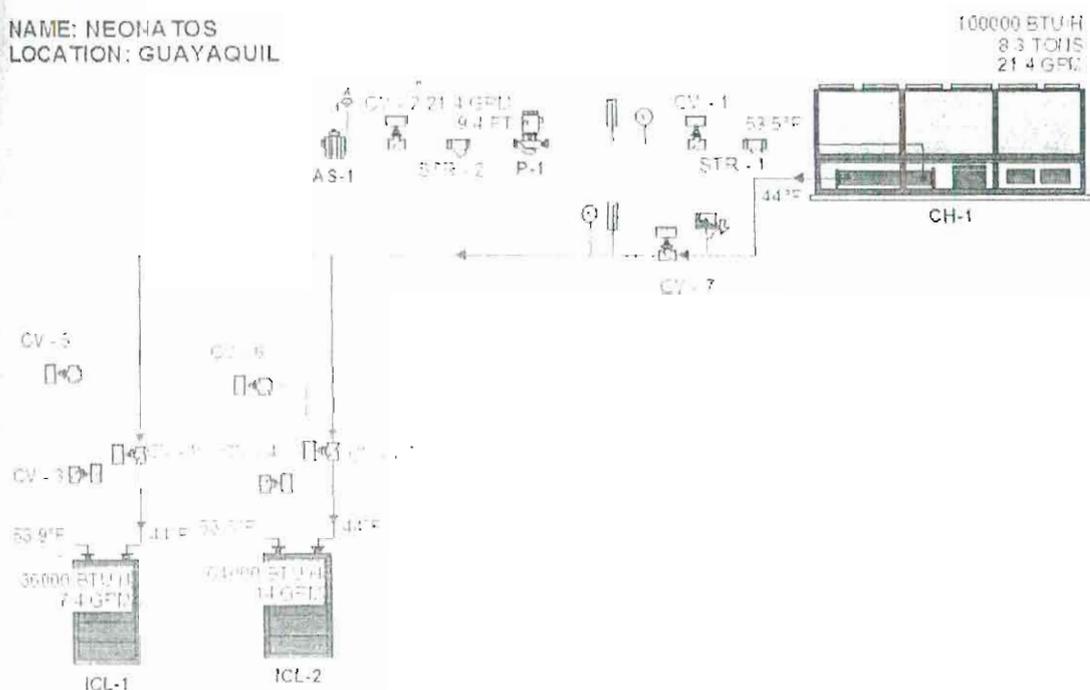


FIGURA 3.5: ESQUEMA COMPLETO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA LAS SALAS DE NEONATOS

Donde los elementos involucrados en el sistema son los indicados en la figura 3.6.

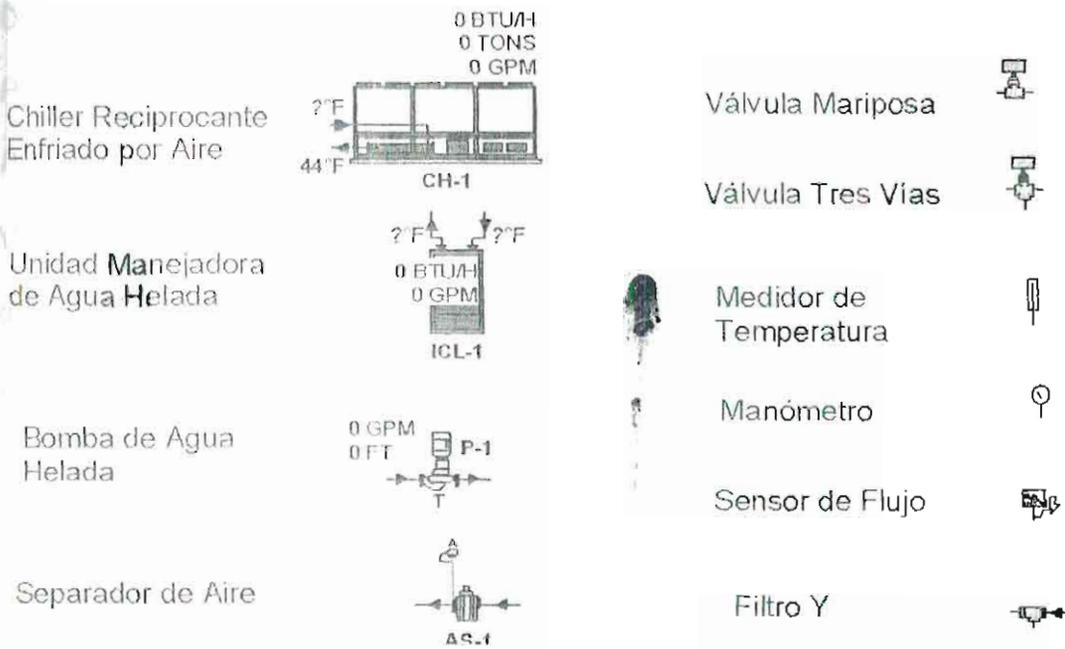


FIGURA 3.6: ELEMENTOS QUE COMPONEN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

Con esto tenemos establecido las capacidades de cada equipo los accesorios necesarios, aunque nos falta determinar la dimensión de la tubería.

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

Se aplica la ecuación de Bernoulli:

$$\left[\frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{V^2}{2g} + z \right]_1 + H_{sc} = \left[\frac{P}{\rho g} + \alpha \frac{V^2}{2g} + z \right]_2 + H_L \quad \text{ec. (17)}$$

Donde:

P = Presión absoluta [Pa]

ρ = Densidad de Fluido [Kg/m³]

V = Velocidad del fluido promedio [m/seg]

g = Aceleración de la Gravedad [m/seg²]

z = Altura (H_1 y H_2 en figura 3.5)

H_L, H_M = Pérdidas de Energía por fricción y accesorios [m]

α = factor de energía cinética (generalmente igual a 1)

Los subíndices 1 y 2 se refieren a los dos puntos de referencia que se escogen a lo larga del recorrido del fluido dentro de la tubería y necesarios para los cálculos (ver figura 3.7).

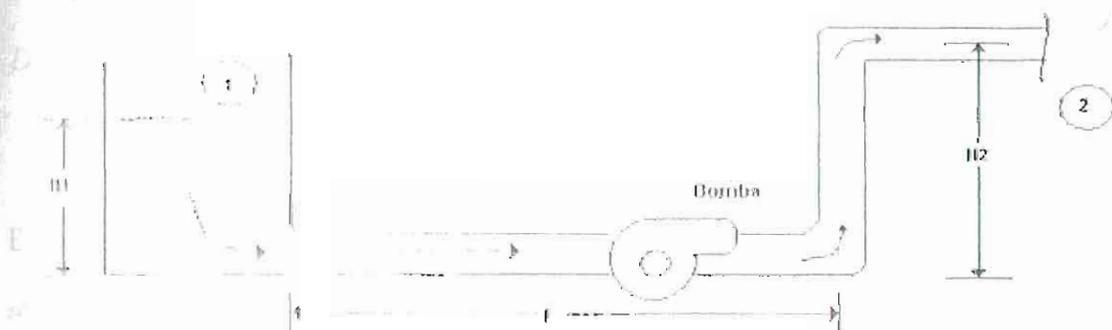


FIGURA 3.7: ESQUEMA DE FLUJO PARA CÁLCULO DE DIÁMETRO DE TUBERÍA

Para nuestro caso los puntos 1 y dos solo tenemos diferencias de alturas, lo que provoca que los términos de velocidad y presiones absolutas se anulen,

quedando que la diferencia de alturas corresponde a las pérdidas por fricción y accesorios

$$\Delta h = (H_{s_e} - H_{s_m}) \quad \text{ec. (18)}$$

Con esto nos apoyamos en la ecuación de Darcy – Weisbach para las pérdidas por fricción en la tubería:

$$\Delta P = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{\rho V^3}{2} \right) \quad \text{ec. (19)}$$

Donde:

ΔP = Caída de Presión [Pa]

f = Factor de Fricción Adimensional

L = Longitud de Tubería [m]

D = Diámetro de tubería [m]

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

$$\Delta h = \frac{\Delta P}{\rho g} = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{V^3}{2g} \right) \quad \text{ec. (20)}$$

Donde:

Δh = Pérdida de Presión [m]

El factor de fricción (f) se lo obtiene del diagrama de Moody (Figura 3.6), y es función del número de Reynolds:

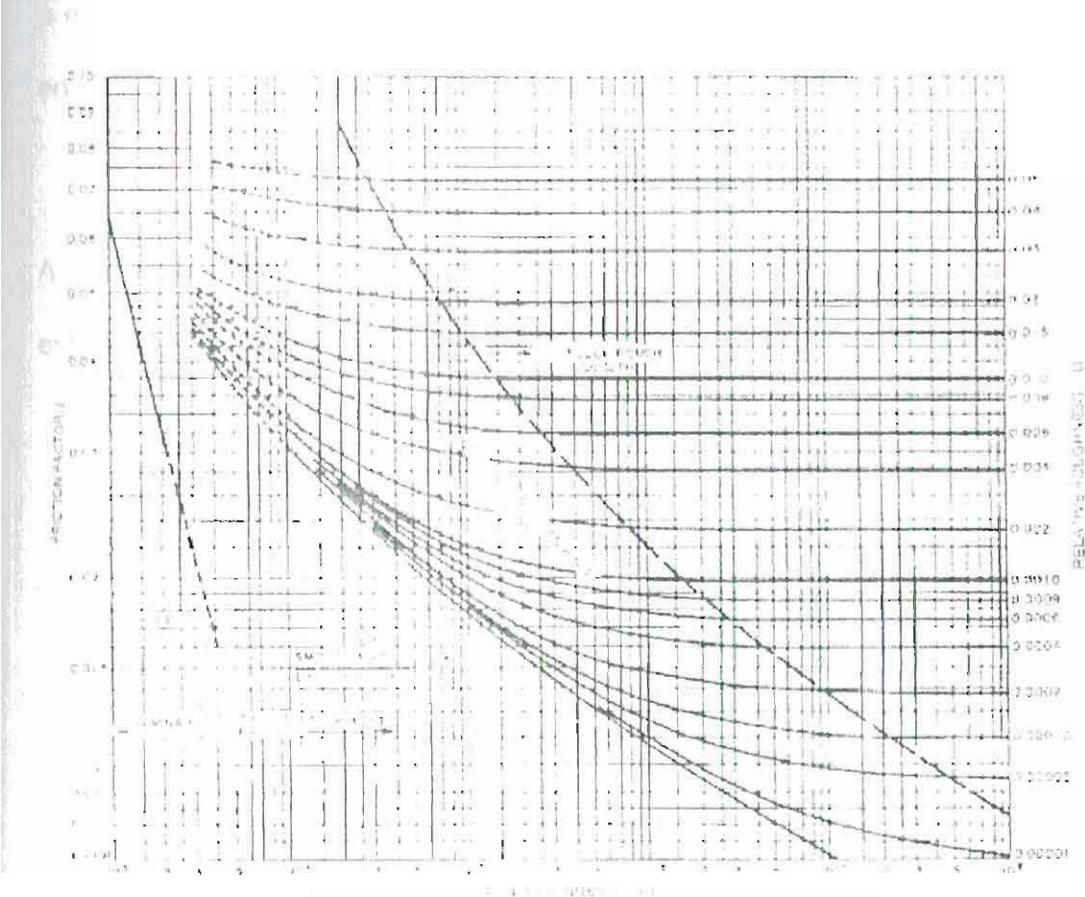


FIGURA 3.8: DIAGRAMA DE MOODY
(Fuente Manual Ashrae Fundamentals)

$$Re = \frac{DV_{av}}{\mu}$$

ec. (21)

Donde:

Re = Número de Reynolds [adimensional]

μ = viscosidad Dinámica del Fluido [Pa·s]

Para llegar a obtener los resultados deseados se deben efectuar un conjunto de iteraciones, sin embargo actualmente existen manuales que nos ayudan a escoger la velocidad adecuada y junto con tablas de pérdidas por fricción en tuberías se pueden seleccionar el diámetro adecuado.

A continuación nos referimos a tablas donde se proporcionan valores estándares de velocidades del agua en tubería para típicas aplicaciones:

TABLA 24

VELOCIDADES DEL AGUA BASADA EN EL TIPO DE APLICACIÓN

| Tipo de Servicio | Velocidad, m/seg | Referencia |
|---|------------------|------------|
| Servicio General | 1.2 a 3.0 | a, d, c |
| Distribución en la Ciudad | 0.9 a 2.1 | a, b |
| | 0.6 a 1.5 | c |
| Alimentación de calderos | 1.8 a 4.5 | a, c |
| Succión de Bombas en líneas de drenajes | 1.2 a 2.1 | a, b |

a Cranes co (1976)

b Carrier (1960)

c Ginnell Company (1951)

Traducido de Fuente: Manual ASHRAE Fundamentals

Se escoge el valor apropiado siempre que este dentro del rango de velocidad máxima: 3 m/seg.

De la Tabla 25 de la pérdida de Fricción para agua en tubería de acero cédula 40, se tiene

TABLA 25

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

| US Galones por Minuto | 1/2 plg (1.315" I.D.) | | | 3/4 plg (1.315" I.D.) | | | 1 plg (1.315" I.D.) | | | 1 1/2 plg (1.622" I.D.) | | | US Galones por Minuto |
|--------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| | V | V ² | h _f | V | V ² | h _f | V | V ² | h _f | V | V ² | h _f | |
| 0.2 | 1.10 | 1.21 | 0.000 | 1.10 | 1.21 | 0.000 | 1.10 | 1.21 | 0.000 | 1.10 | 1.21 | 0.000 | 0.2 |
| 0.4 | 2.20 | 4.84 | 0.000 | 2.20 | 4.84 | 0.000 | 2.20 | 4.84 | 0.000 | 2.20 | 4.84 | 0.000 | 0.4 |
| 0.6 | 3.30 | 10.89 | 0.000 | 3.30 | 10.89 | 0.000 | 3.30 | 10.89 | 0.000 | 3.30 | 10.89 | 0.000 | 0.6 |
| 0.8 | 4.40 | 19.36 | 0.000 | 4.40 | 19.36 | 0.000 | 4.40 | 19.36 | 0.000 | 4.40 | 19.36 | 0.000 | 0.8 |
| 1.0 | 5.50 | 30.25 | 0.000 | 5.50 | 30.25 | 0.000 | 5.50 | 30.25 | 0.000 | 5.50 | 30.25 | 0.000 | 1.0 |
| 1.5 | 8.25 | 68.06 | 0.000 | 8.25 | 68.06 | 0.000 | 8.25 | 68.06 | 0.000 | 8.25 | 68.06 | 0.000 | 1.5 |
| 2.0 | 11.00 | 121.00 | 0.000 | 11.00 | 121.00 | 0.000 | 11.00 | 121.00 | 0.000 | 11.00 | 121.00 | 0.000 | 2.0 |
| 2.5 | 13.75 | 187.50 | 0.000 | 13.75 | 187.50 | 0.000 | 13.75 | 187.50 | 0.000 | 13.75 | 187.50 | 0.000 | 2.5 |
| 3.0 | 16.50 | 272.25 | 0.000 | 16.50 | 272.25 | 0.000 | 16.50 | 272.25 | 0.000 | 16.50 | 272.25 | 0.000 | 3.0 |
| 3.5 | 19.25 | 370.56 | 0.000 | 19.25 | 370.56 | 0.000 | 19.25 | 370.56 | 0.000 | 19.25 | 370.56 | 0.000 | 3.5 |
| 4.0 | 22.00 | 484.00 | 0.000 | 22.00 | 484.00 | 0.000 | 22.00 | 484.00 | 0.000 | 22.00 | 484.00 | 0.000 | 4.0 |
| 4.5 | 24.75 | 612.56 | 0.000 | 24.75 | 612.56 | 0.000 | 24.75 | 612.56 | 0.000 | 24.75 | 612.56 | 0.000 | 4.5 |
| 5.0 | 27.50 | 756.25 | 0.000 | 27.50 | 756.25 | 0.000 | 27.50 | 756.25 | 0.000 | 27.50 | 756.25 | 0.000 | 5.0 |
| 5.5 | 30.25 | 915.06 | 0.000 | 30.25 | 915.06 | 0.000 | 30.25 | 915.06 | 0.000 | 30.25 | 915.06 | 0.000 | 5.5 |
| 6.0 | 33.00 | 1089.00 | 0.000 | 33.00 | 1089.00 | 0.000 | 33.00 | 1089.00 | 0.000 | 33.00 | 1089.00 | 0.000 | 6.0 |
| 6.5 | 35.75 | 1277.56 | 0.000 | 35.75 | 1277.56 | 0.000 | 35.75 | 1277.56 | 0.000 | 35.75 | 1277.56 | 0.000 | 6.5 |
| 7.0 | 38.50 | 1480.25 | 0.000 | 38.50 | 1480.25 | 0.000 | 38.50 | 1480.25 | 0.000 | 38.50 | 1480.25 | 0.000 | 7.0 |
| 7.5 | 41.25 | 1700.56 | 0.000 | 41.25 | 1700.56 | 0.000 | 41.25 | 1700.56 | 0.000 | 41.25 | 1700.56 | 0.000 | 7.5 |
| 8.0 | 44.00 | 1936.00 | 0.000 | 44.00 | 1936.00 | 0.000 | 44.00 | 1936.00 | 0.000 | 44.00 | 1936.00 | 0.000 | 8.0 |
| 8.5 | 46.75 | 2186.56 | 0.000 | 46.75 | 2186.56 | 0.000 | 46.75 | 2186.56 | 0.000 | 46.75 | 2186.56 | 0.000 | 8.5 |
| 9.0 | 49.50 | 2452.50 | 0.000 | 49.50 | 2452.50 | 0.000 | 49.50 | 2452.50 | 0.000 | 49.50 | 2452.50 | 0.000 | 9.0 |
| 9.5 | 52.25 | 2734.56 | 0.000 | 52.25 | 2734.56 | 0.000 | 52.25 | 2734.56 | 0.000 | 52.25 | 2734.56 | 0.000 | 9.5 |
| 10.0 | 55.00 | 3032.00 | 0.000 | 55.00 | 3032.00 | 0.000 | 55.00 | 3032.00 | 0.000 | 55.00 | 3032.00 | 0.000 | 10.0 |
| 10.5 | 57.75 | 3345.56 | 0.000 | 57.75 | 3345.56 | 0.000 | 57.75 | 3345.56 | 0.000 | 57.75 | 3345.56 | 0.000 | 10.5 |
| 11.0 | 60.50 | 3675.25 | 0.000 | 60.50 | 3675.25 | 0.000 | 60.50 | 3675.25 | 0.000 | 60.50 | 3675.25 | 0.000 | 11.0 |

| US Galones por Minuto | 1 3/4 plg (1.622" I.D.) | | | 2 plg (1.622" I.D.) | | | 2 1/2 plg (1.622" I.D.) | | | 3 plg (1.622" I.D.) | | | US Galones por Minuto |
|--------------------------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|--------------------------------|
| | V | V ² | h _f | V | V ² | h _f | V | V ² | h _f | V | V ² | h _f | |
| 4 | 4.00 | 16.00 | 0.000 | 4.00 | 16.00 | 0.000 | 4.00 | 16.00 | 0.000 | 4.00 | 16.00 | 0.000 | 4 |
| 5 | 5.00 | 25.00 | 0.000 | 5.00 | 25.00 | 0.000 | 5.00 | 25.00 | 0.000 | 5.00 | 25.00 | 0.000 | 5 |
| 6 | 6.00 | 36.00 | 0.000 | 6.00 | 36.00 | 0.000 | 6.00 | 36.00 | 0.000 | 6.00 | 36.00 | 0.000 | 6 |
| 7 | 7.00 | 49.00 | 0.000 | 7.00 | 49.00 | 0.000 | 7.00 | 49.00 | 0.000 | 7.00 | 49.00 | 0.000 | 7 |
| 8 | 8.00 | 64.00 | 0.000 | 8.00 | 64.00 | 0.000 | 8.00 | 64.00 | 0.000 | 8.00 | 64.00 | 0.000 | 8 |
| 9 | 9.00 | 81.00 | 0.000 | 9.00 | 81.00 | 0.000 | 9.00 | 81.00 | 0.000 | 9.00 | 81.00 | 0.000 | 9 |
| 10 | 10.00 | 100.00 | 0.000 | 10.00 | 100.00 | 0.000 | 10.00 | 100.00 | 0.000 | 10.00 | 100.00 | 0.000 | 10 |
| 11 | 11.00 | 121.00 | 0.000 | 11.00 | 121.00 | 0.000 | 11.00 | 121.00 | 0.000 | 11.00 | 121.00 | 0.000 | 11 |
| 12 | 12.00 | 144.00 | 0.000 | 12.00 | 144.00 | 0.000 | 12.00 | 144.00 | 0.000 | 12.00 | 144.00 | 0.000 | 12 |
| 13 | 13.00 | 169.00 | 0.000 | 13.00 | 169.00 | 0.000 | 13.00 | 169.00 | 0.000 | 13.00 | 169.00 | 0.000 | 13 |
| 14 | 14.00 | 196.00 | 0.000 | 14.00 | 196.00 | 0.000 | 14.00 | 196.00 | 0.000 | 14.00 | 196.00 | 0.000 | 14 |
| 15 | 15.00 | 225.00 | 0.000 | 15.00 | 225.00 | 0.000 | 15.00 | 225.00 | 0.000 | 15.00 | 225.00 | 0.000 | 15 |
| 16 | 16.00 | 256.00 | 0.000 | 16.00 | 256.00 | 0.000 | 16.00 | 256.00 | 0.000 | 16.00 | 256.00 | 0.000 | 16 |
| 17 | 17.00 | 289.00 | 0.000 | 17.00 | 289.00 | 0.000 | 17.00 | 289.00 | 0.000 | 17.00 | 289.00 | 0.000 | 17 |
| 18 | 18.00 | 324.00 | 0.000 | 18.00 | 324.00 | 0.000 | 18.00 | 324.00 | 0.000 | 18.00 | 324.00 | 0.000 | 18 |
| 19 | 19.00 | 361.00 | 0.000 | 19.00 | 361.00 | 0.000 | 19.00 | 361.00 | 0.000 | 19.00 | 361.00 | 0.000 | 19 |
| 20 | 20.00 | 400.00 | 0.000 | 20.00 | 400.00 | 0.000 | 20.00 | 400.00 | 0.000 | 20.00 | 400.00 | 0.000 | 20 |
| 21 | 21.00 | 441.00 | 0.000 | 21.00 | 441.00 | 0.000 | 21.00 | 441.00 | 0.000 | 21.00 | 441.00 | 0.000 | 21 |
| 22 | 22.00 | 484.00 | 0.000 | 22.00 | 484.00 | 0.000 | 22.00 | 484.00 | 0.000 | 22.00 | 484.00 | 0.000 | 22 |
| 23 | 23.00 | 529.00 | 0.000 | 23.00 | 529.00 | 0.000 | 23.00 | 529.00 | 0.000 | 23.00 | 529.00 | 0.000 | 23 |
| 24 | 24.00 | 576.00 | 0.000 | 24.00 | 576.00 | 0.000 | 24.00 | 576.00 | 0.000 | 24.00 | 576.00 | 0.000 | 24 |
| 25 | 25.00 | 625.00 | 0.000 | 25.00 | 625.00 | 0.000 | 25.00 | 625.00 | 0.000 | 25.00 | 625.00 | 0.000 | 25 |
| 26 | 26.00 | 676.00 | 0.000 | 26.00 | 676.00 | 0.000 | 26.00 | 676.00 | 0.000 | 26.00 | 676.00 | 0.000 | 26 |
| 27 | 27.00 | 729.00 | 0.000 | 27.00 | 729.00 | 0.000 | 27.00 | 729.00 | 0.000 | 27.00 | 729.00 | 0.000 | 27 |
| 28 | 28.00 | 784.00 | 0.000 | 28.00 | 784.00 | 0.000 | 28.00 | 784.00 | 0.000 | 28.00 | 784.00 | 0.000 | 28 |
| 29 | 29.00 | 841.00 | 0.000 | 29.00 | 841.00 | 0.000 | 29.00 | 841.00 | 0.000 | 29.00 | 841.00 | 0.000 | 29 |
| 30 | 30.00 | 900.00 | 0.000 | 30.00 | 900.00 | 0.000 | 30.00 | 900.00 | 0.000 | 30.00 | 900.00 | 0.000 | 30 |
| 31 | 31.00 | 961.00 | 0.000 | 31.00 | 961.00 | 0.000 | 31.00 | 961.00 | 0.000 | 31.00 | 961.00 | 0.000 | 31 |
| 32 | 32.00 | 1024.00 | 0.000 | 32.00 | 1024.00 | 0.000 | 32.00 | 1024.00 | 0.000 | 32.00 | 1024.00 | 0.000 | 32 |
| 33 | 33.00 | 1089.00 | 0.000 | 33.00 | 1089.00 | 0.000 | 33.00 | 1089.00 | 0.000 | 33.00 | 1089.00 | 0.000 | 33 |
| 34 | 34.00 | 1156.00 | 0.000 | 34.00 | 1156.00 | 0.000 | 34.00 | 1156.00 | 0.000 | 34.00 | 1156.00 | 0.000 | 34 |
| 35 | 35.00 | 1225.00 | 0.000 | 35.00 | 1225.00 | 0.000 | 35.00 | 1225.00 | 0.000 | 35.00 | 1225.00 | 0.000 | 35 |
| 36 | 36.00 | 1296.00 | 0.000 | 36.00 | 1296.00 | 0.000 | 36.00 | 1296.00 | 0.000 | 36.00 | 1296.00 | 0.000 | 36 |
| 37 | 37.00 | 1369.00 | 0.000 | 37.00 | 1369.00 | 0.000 | 37.00 | 1369.00 | 0.000 | 37.00 | 1369.00 | 0.000 | 37 |
| 38 | 38.00 | 1444.00 | 0.000 | 38.00 | 1444.00 | 0.000 | 38.00 | 1444.00 | 0.000 | 38.00 | 1444.00 | 0.000 | 38 |
| 39 | 39.00 | 1521.00 | 0.000 | 39.00 | 1521.00 | 0.000 | 39.00 | 1521.00 | 0.000 | 39.00 | 1521.00 | 0.000 | 39 |
| 40 | 40.00 | 1600.00 | 0.000 | 40.00 | 1600.00 | 0.000 | 40.00 | 1600.00 | 0.000 | 40.00 | 1600.00 | 0.000 | 40 |

Fuente: GPM Goulds Pumps

Adicional a la pérdida por fricción debemos tomar en cuenta las pérdidas por válvulas, uniones y accesorios. Para esto es necesaria la siguiente ecuación:

$$h = \frac{K V^2}{2g} \quad \text{ec (22)}$$

Donde; K es un factor que depende de la geometría de la válvula, fabricación de la unión, forma del codo o grados que el codo proporciona, etc. este factor se encuentra tabulado; a continuación se presentan dos tablas donde se muestra los valores de K para uniones dependiendo si esta es roscable o soldable, en el ANEXO 8 se muestran gráficos de los factores de pérdida por fricción K en accesorios y uniones.

TABLA 26

FACTOR K DE PÉRDIDA DE FRICCIÓN PARA UNIÓN ROSCABLE EN TUBERÍA DE AGUA

| Diámetro Nominal mm | 10 | 15 | 20 | Tubo Recto | Tee Lateral | Tee Branch | Válvula Globe | Válvula Compuerta | Válvula ángulo | Válvula Check | Entrada codo | Entrada codo | Entrada codo |
|---------------------------|-----------|-------------|----------|---------------|----------------|---------------|------------------|----------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | LB Reg | EH L Reg | 18 EH | | | | | | | | | | |
| 1/2 | 0.7 | — | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 3/4 | 0.8 | — | 0.8 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 1 | 0.9 | 0.7 | 0.9 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 1 1/4 | 1.1 | 0.7 | 1.1 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 1 1/2 | 1.2 | 0.7 | 1.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 2 | 1.4 | 0.7 | 1.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 2 1/2 | 1.6 | 0.7 | 1.6 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 3 | 1.8 | 0.7 | 1.8 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 3 1/2 | 2.0 | 0.7 | 2.0 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 4 | 2.2 | 0.7 | 2.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 4 1/2 | 2.4 | 0.7 | 2.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 5 | 2.6 | 0.7 | 2.6 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 6 | 2.8 | 0.7 | 2.8 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 7 | 3.0 | 0.7 | 3.0 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 8 | 3.2 | 0.7 | 3.2 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| 10 | 3.6 | 0.7 | 3.6 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 |

Fuente: Manual ASHRAE FUNDAMENTALS

TABLA 27

FACTOR K DE PÉRDIDA DE FRICCIÓN PARA UNIÓN SOLDABLE EN
TUBERÍA DE AGUA

A Factor—Flanged Welded Pipe Fittings

| Nominal Pipe Dia., mm | 90° TEE K _g | 90° Y K _g | 45° EL K _g | Return Bend K _g | Return Bend K _g | Tea- Line K _g | Tea- Branch K _g | Globe Valve K _g | Gate Valve K _g | Angle Valve K _g | Swing Check Valve K _g |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|
| 15 | 0.21 | — | 0.12 | 0.17 | — | 0.16 | 0.17 | — | — | 4.8 | 2.0 |
| 20 | 0.21 | — | 0.12 | 0.17 | — | 0.16 | 0.17 | — | — | 3.7 | 2.0 |
| 25 | 0.20 | — | 0.11 | 0.16 | — | 0.15 | 0.16 | — | — | 3.0 | 2.0 |
| 30 | 0.20 | — | 0.10 | 0.15 | — | 0.14 | 0.15 | — | 0.14 | 2.8 | 2.0 |
| 35 | 0.19 | — | 0.09 | 0.14 | — | 0.13 | 0.14 | — | 0.13 | 2.7 | 2.0 |
| 40 | 0.18 | — | 0.08 | 0.13 | — | 0.12 | 0.13 | — | 0.12 | 2.2 | 2.0 |
| 50 | 0.17 | — | 0.07 | 0.12 | — | 0.11 | 0.12 | — | 0.11 | 2.2 | 2.0 |
| 60 | 0.16 | — | 0.06 | 0.11 | — | 0.10 | 0.11 | — | 0.10 | 2.1 | 2.0 |
| 75 | 0.15 | — | 0.05 | 0.10 | — | 0.09 | 0.10 | — | 0.09 | 2.1 | 2.0 |
| 90 | 0.14 | — | 0.04 | 0.09 | — | 0.08 | 0.09 | — | 0.08 | 2.1 | 2.0 |
| 100 | 0.14 | — | 0.04 | 0.09 | — | 0.08 | 0.09 | — | 0.08 | 2.1 | 2.0 |
| 125 | 0.13 | — | 0.03 | 0.08 | — | 0.07 | 0.08 | — | 0.07 | 2.1 | 2.0 |
| 150 | 0.12 | — | 0.02 | 0.07 | — | 0.06 | 0.07 | — | 0.06 | 2.1 | 2.0 |
| 200 | 0.11 | — | 0.01 | 0.06 | — | 0.05 | 0.06 | — | 0.05 | 2.1 | 2.0 |
| 250 | 0.10 | — | 0.00 | 0.05 | — | 0.04 | 0.05 | — | 0.04 | 2.1 | 2.0 |
| 300 | 0.09 | — | 0.00 | 0.04 | — | 0.03 | 0.04 | — | 0.03 | 2.1 | 2.0 |

Fuente: Manual ASHRAE FUNDAMENTALS

Todos estos factores pueden ser ingresados en el programa, incluyendo el diámetro de tubería que se obtuvo por la tabla 25 y este automáticamente calcula todas las pérdidas que la bomba de circulación de agua helada debe vencer, en la figura 3.5 se muestran la bomba con una caída de presión en pies de 9.4Fl con estos datos se procede a seleccionar la bomba adecuada.

Una extensión de este mismo programa nos ayuda a seleccionar la Bomba de agua helada y el separador de aire quedando la siguiente selección:

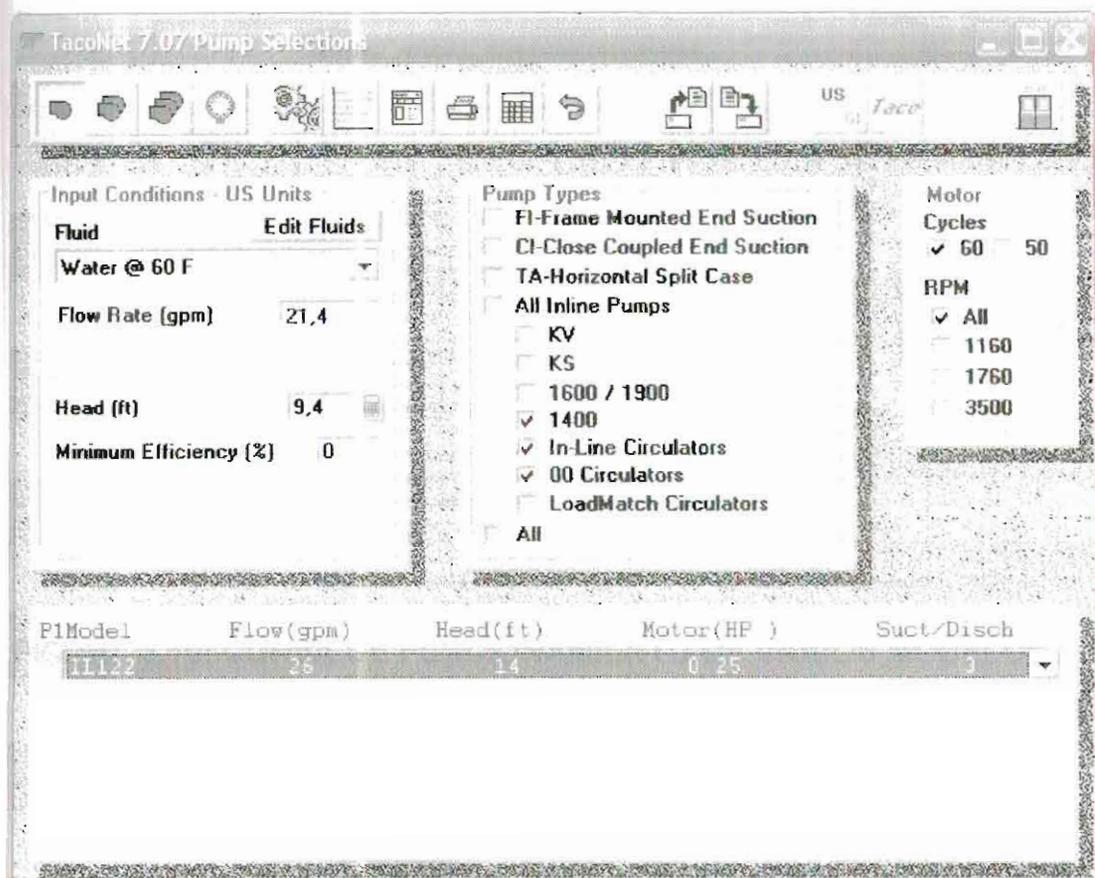


FIGURA 3.9: SELECCIÓN DE BOMBAS

Según esta selección; la bomba será el modelo indicado con un motor de $\frac{3}{4}$ HP. El programa nos da varias opciones, sin embargo debemos elegir una que trabaje con la mayor eficiencia posible, el modelo más aceptado por las características que brinda será el IL122, en la figura 3.10 se muestra la curva de funcionamiento de varios modelos y sus características se muestran en el Anexo 10.

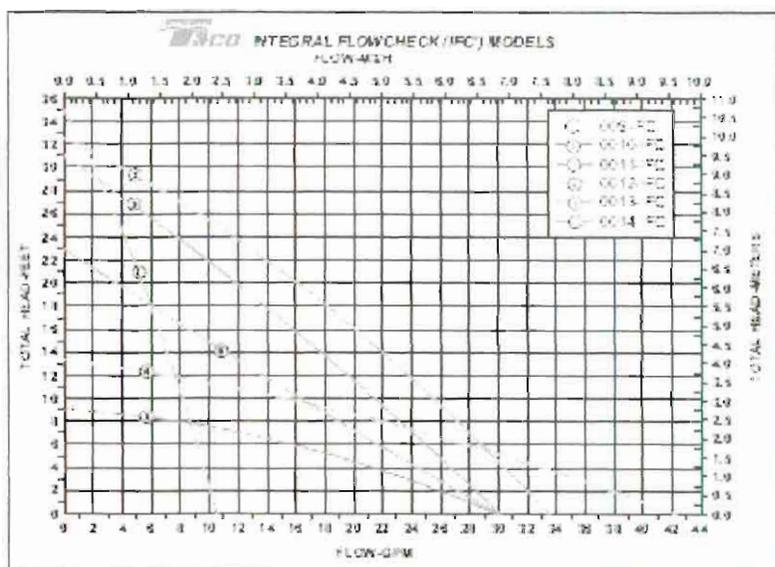


FIGURA 3.10: CURVA DE FUNCIONAMIENTO DE VARIOS MODELOS DE BOMBAS DE CIRCULACIÓN



FIGURA 3.11: BOMBA DE CIRCULACIÓN DE AGUA HELADA MODELO IL122

De la misma forma seleccionamos el separador de aire y se muestra en el Anexo 11



FIGURA 3.12: SELECCIÓN DE SEPARADOR DE AIRE

Con todos estos datos procedemos a mencionar las dimensiones de la tubería de acero cédula 40 necesarias para la distribución del agua helada a través de todo el sistema:

Primero establecemos que el primer circuito será desde el chiller hasta la primera bifurcación que se encuentra después del separador de aire; el

Circuito 2 corresponde desde la bifurcación hasta la manejadora de 64.000 Btu/h y el tercer circuito corresponde al de la manejadora de 36.000 Btu/h:

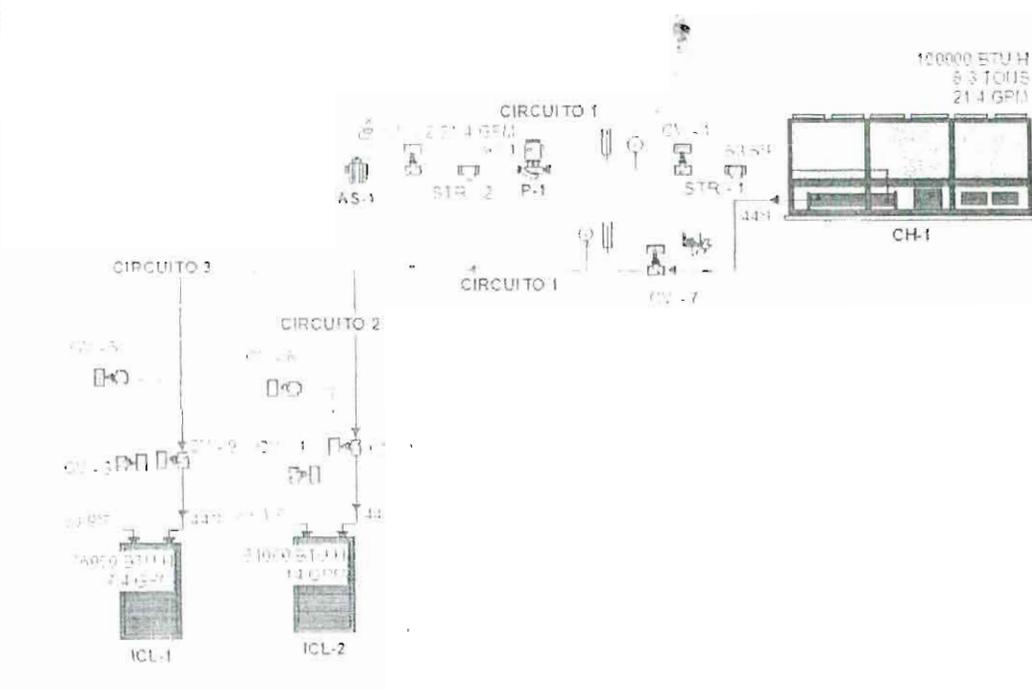


FIGURA 3.13: CIRCUITOS PARA DISTINTOS DIÁMETROS DE TUBERÍAS DE AGUA HELADA

De aquí se sabe que:

Circuito 1: diámetro de tubería 1.5" (3.81 cm.)

Circuito 2: diámetro de tubería: 1.25" (3.175 cm.)

Circuito 3: diámetro de tubería: 1" (2.54 cm.)

La cantidad de codos de cada diámetro de tubería se establece al realizar el conteo para establecer los costos del proyecto.

3.1 Ductos de Aire Acondicionado

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

3.1.1 Velocidad de Aire

Para nuestro diseño se partirá con la condición de baja velocidad, según indica la tabla 28, con esto evitamos posibles ruidos ocasionados por velocidades altas y conociendo de antemano que en nuestro caso evitar ruido es una de las principales condiciones.

TABLA 28

VELOCIDADES RECOMENDADAS EN DUCTOS DE BAJA VELOCIDAD

VELOCIDADES RECOMENDADAS Y VELOCIDADES MÁXIMAS EN SISTEMAS DE DUCTOS PARA BAJA VELOCIDAD

| Designación | Velocidades Recomendadas FPM (m/s) | | |
|-------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------|
| | Residencias | Escuelas, Teatros, Edificios Públicos | Edificios Industriales |
| Tomas de Aire fresco | 500 (2,54) | 500 (2,54) | 500 (2,54) |
| Filtros | 250 (1,27) | 300 (1,52) | 350 (1,78) |
| Ventilador | 1000 - 1600 (5,08 - 8,13) | 1300 - 2000 (6,60 - 10,16) | 1600 - 2400 (8,13 - 12,19) |
| Ductos Principales | 700 - 900 (3,56 - 4,57) | 1000 - 1300 (5,08 - 6,60) | 1200 - 1800 (6,1 - 9,14) |
| Ductos Secundarios | 600 (3,05) | 600 - 900 (3,05 - 4,57) | 800 - 1000 (4,06 - 5,08) |
| Elevaciones Secundarias | 500 (2,54) | 600 - 700 (3,05 - 3,56) | 80 (4,06) |
| Designación | Velocidades Máximas FPM (m/s) | | |
| | Residencias | Escuelas, Teatros, Edificios Públicos | Edificios Industriales |
| Tomas de Aire fresco | 800 (4,06) | 900 (4,57) | 1200 (6,10) |
| Filtros | 300 (1,52) | 350 (1,78) | 350 (1,78) |
| Ventilador | 1700 (8,64) | 1500 - 2200 (7,62 - 11,18) | 1700 - 2800 (8,64 - 14,22) |
| Ductos Principales | 800 - 1200 (4,06 - 6,10) | 1100 - 1600 (5,59 - 8,13) | 1300 - 2200 (6,60 - 11,18) |
| Ductos Secundarios | 700 - 1000 (3,56 - 5,08) | 800 - 1300 (4,06 - 6,60) | 1000 - 1800 (5,08 - 9,14) |
| Elevaciones Secundarias | 650 - 800 (3,30 - 4,06) | 800 - 1200 (4,06 - 6,10) | 100 - 1600 (5,08 - 8,13) |

3.1.2 Material de Ductos

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

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

TABLA 29

MATRIZ DE DECISIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS

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

Según la tabla 29 vemos que el factor más importante es la rugosidad del material, ya que mientras más rugoso sea éste provocará mayor ruido y eso es exactamente lo que necesitamos evitar en nuestro sistema, el otro factor de importancia es la seguridad ya que la construcción de los ductos de fibra puede dejar aberturas en los mismos dejando que el material se pueda llenar de humedad y no cumpla sus funciones adecuadamente además no es adecuado que las fibras de la plancha puedan desprenderse y viajar a través de los ductos dirigiéndose hacia las unidades evaporadoras e ingresando a los cuartos climatizados.

Por estas razones se procederá a la construcción de los ductos en planchas de acero galvanizado, el aislamiento se elegirá más adelante. Mientras tanto dimensionaremos los ductos.

3.1.3 Dimensiones

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

- Método de igual Fricción

- Método de Regenerancia Estática
- Método de Optimización
- Método de Simulación

El método de igual fricción: Consiste en seleccionar una velocidad inicial de acuerdo a la tabla 28, y con el caudal que se desea manejar. Inicialmente se calcula la pérdida de fricción con ayuda de la figura 3.13, una vez seleccionada la fricción la mantenemos constante a través de todo el ducto. Este es el método más fácil, se lo recomienda para sistemas de baja velocidad y que no tengan recorrido largos en sus ductos.

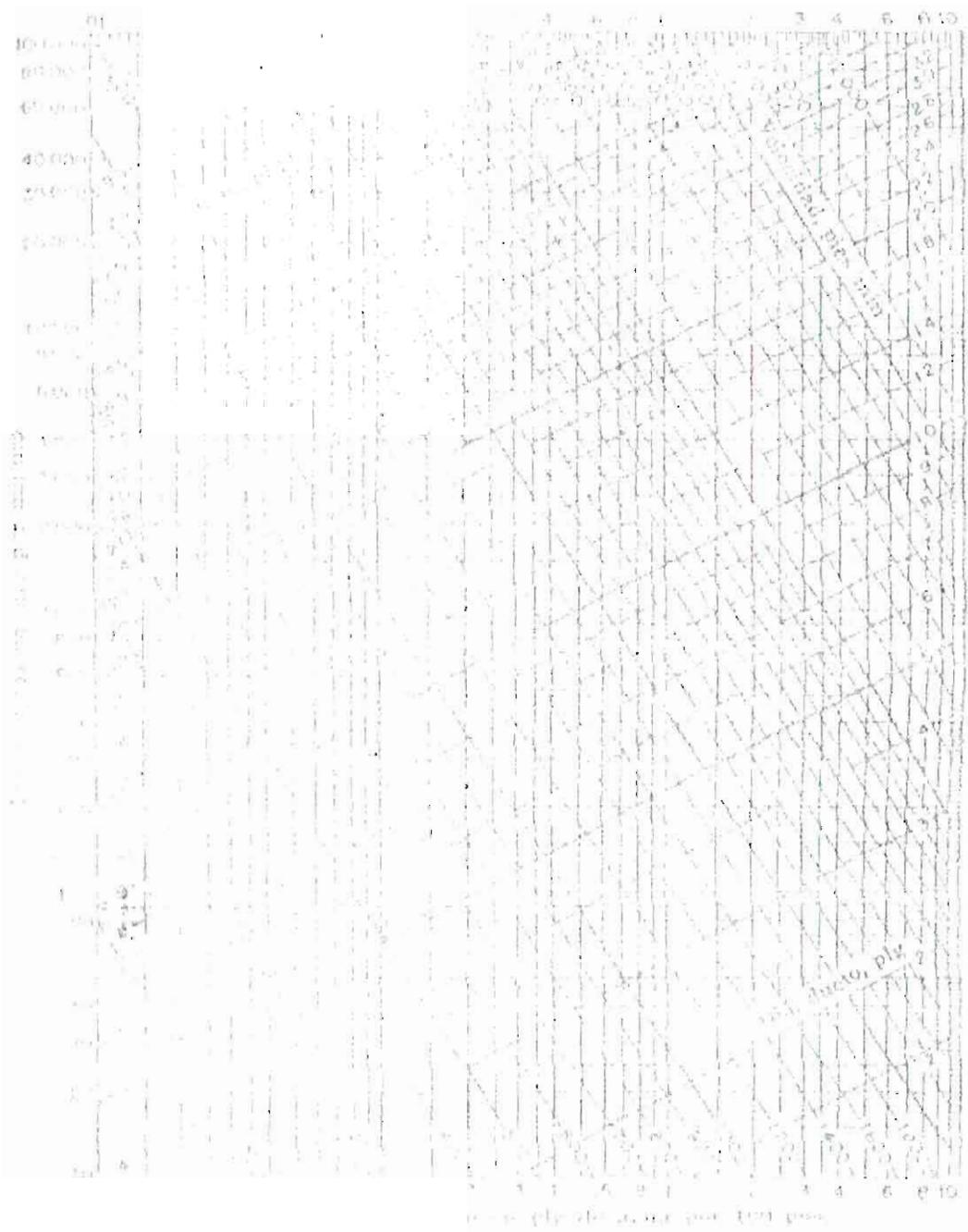


FIGURA 3.14: DIAGRAMA PARA CALCULAR PÉRDIDA POR FRICCIÓN EN PULGADAS DE AGUA POR 100 FT

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

$$\left(\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2g} + z \right)_1 = \left(\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2g} + z \right)_2 \quad \text{ec. (23)}$$

De donde

$$\Delta P_f = \frac{\rho}{2g} (V_1^2 - V_2^2) \quad \text{ec. (24)}$$

Donde ΔP_f es la pérdida de fricción, la dimensión del próximo tramo de ducto es calculado por iteración, aunque en la actualidad existen tablas donde ya se encuentran tabulados para cierta caída de presión constante.

Para empezar con el diseño se escoge la velocidad del ducto de salida (principal), y se empieza con las iteraciones.

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

- Continuidad; para cada flujo de entrada es igual al flujo de salida
- Balance de Presión; la pérdida de presión en cada tramo de ducto debe ser igual a la presión total del ventilador, la pérdida de presión en cada tramo es la misma.
- Tamaño Nominal del ducto; los ductos son construidos en tamaños discontinuos, cada tramo son redondeados al ducto estándar más cercano.
- Restricción de la velocidad; la máxima velocidad esta restringida por limitaciones acústicas

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

Para nuestro caso se utilizará el método más sencillo, ya que no existen mayores recorridos de ductos además de esto, nos proporciona lo necesario para nuestro análisis, teniendo en cuenta que el sistema de diseño de baja fricción cuando se tiene altos costos energéticos y mano de obra relativamente bajos es más económico.

Con esto y ayudados de la figura 3.14 procederemos a realizar el dimensionamiento de ductos sin antes primero hacer un esquema de cómo deseamos el recorrido en el plano de la obra; para esto según criterios de diseño, distribuimos los difusores de suministro de aire y las rejillas de retorno o de toma de aire fresco, dividimos el recorrido en tramos:

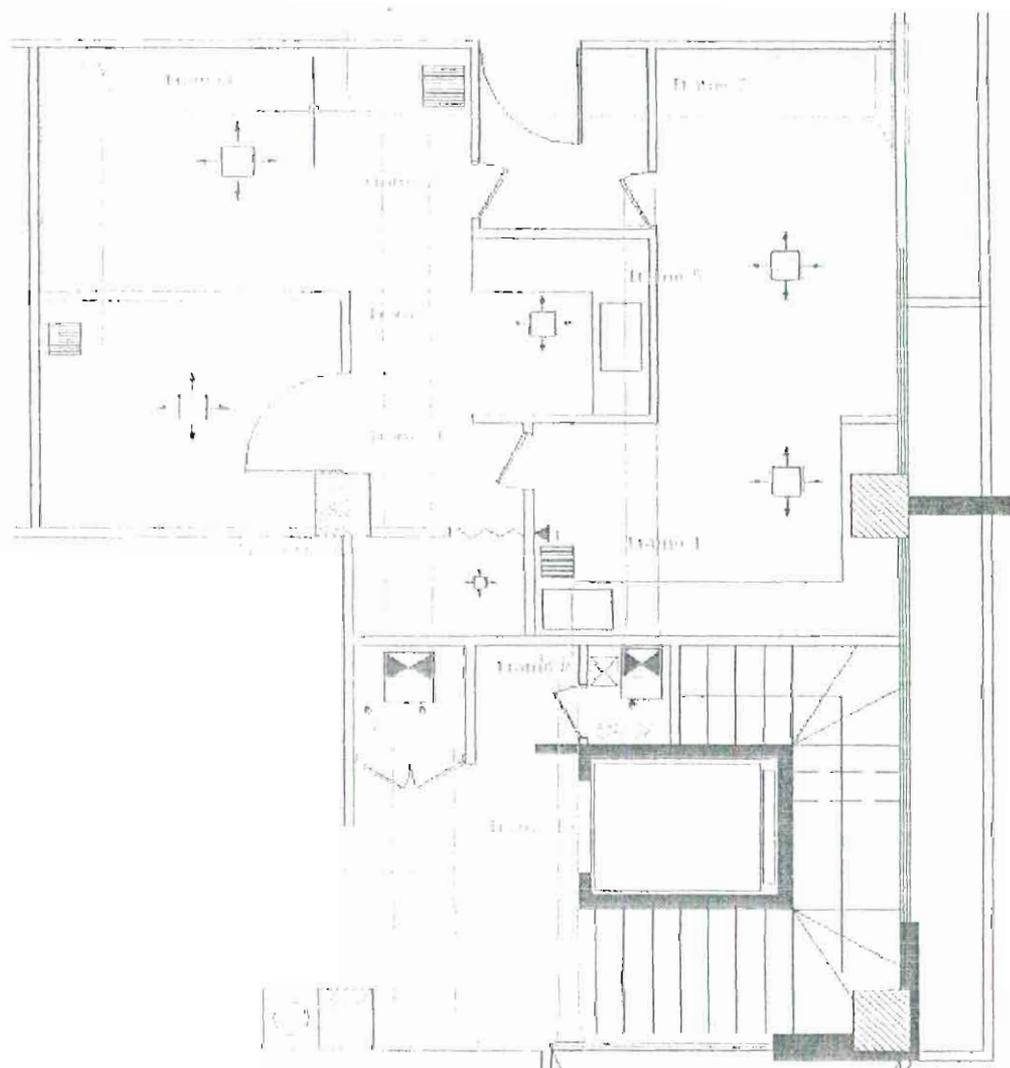


FIGURA 3.15: RECORRIDO DE DUCTOS Y DIVISIÓN DE TRAMOS DE AREA A CLIMATIZAR

Según figura 3.15 hemos dividido las áreas con sus respectivos difusores, aunque aun no sabemos las dimensiones de los mismos es necesario colocarlos para conocer la distribución de aire, cada sección esta dividida en distintos tramos de ducto, los cuales tendrán diferentes dimensiones según los requerimientos del sistema.

Los tramos 1, 2, 3, 4 y 5 corresponden a ductos de suministro, los tramos 6, 7, son ductos de descarga de aire al exterior del cuarto, tramos 9 y 10 son ductos de toma de aire fresco, mientras que el tramo 8 es ducto de retorno que corresponde al equipo que se realizará toma de aire fresco de aproximadamente el 10%.

Conociendo el caudal de cada equipo se procede a calcular el primer tramo para cada uno. Para el equipo de 60.000 Btu/h el tramo de salida corresponde al número 1 con un caudal de aire de 800 CFM; de la figura 3.14 con una velocidad de salida que este entre 1100 y 1200 CFM (que fue lo que en el capítulo 1 se propuso), se obtiene una caída de presión de 0.15" de agua por cada 100 pies, y un diámetro de 12". En la figura 3.16 se muestra el gráfico que ilustra el método

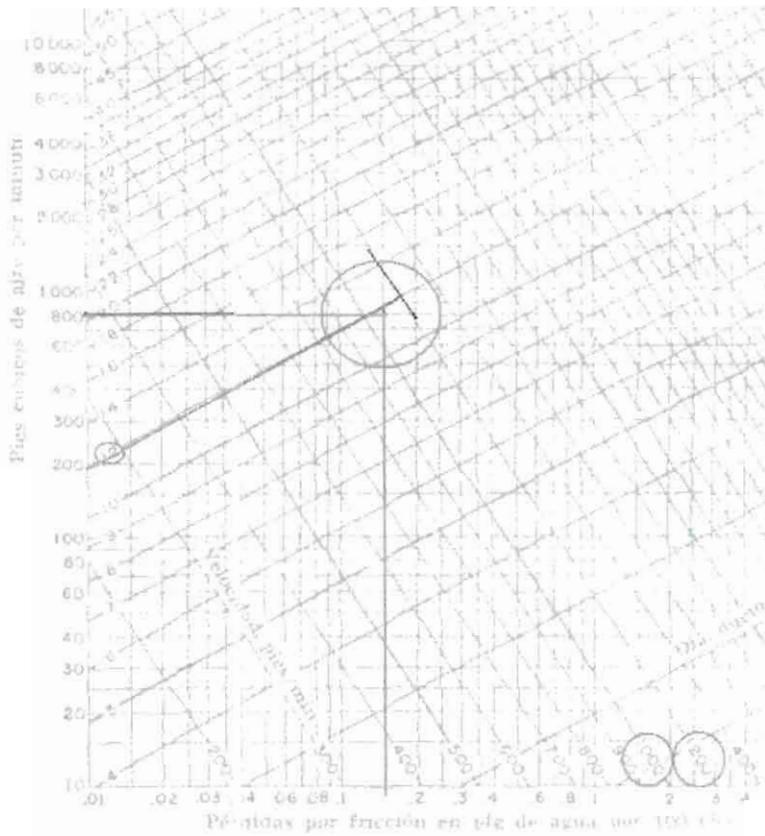


FIGURA 3.16: GRÁFICO DE MÉTODO DE DISEÑO DE DUCTOS CON PÉRDIDA CONSTANTE

De la misma forma procedemos con los demás tramos que según nuestro esquema todos los tramos, excepto los tramos 8 y 11, son principales, con lo cual tendremos las siguientes dimensiones para todos los tramos:

TABLA 30

**RESULTADOS DE DIMENSIONES DE DUCTOS EN SALA DE NEONATOS
SANOS Y NO SANOS**

| Tramos | Dimensión | | Caudal | | Velocidad | | Caída de Presión plg de agua por 100 pies | Longitud | |
|---|-----------|----|--------|-------------------|-----------|------|---|----------|------|
| | Diám: plg | | CFM | m ³ /s | FPM | m/s | | Pies | m |
| Ductos de Suministro | 1 | 12 | 800 | 0.38 | 1100.00 | 5.59 | 0.15 | 19.69 | 6.00 |
| | 2 | 10 | 400 | 0.19 | 900.00 | 4.57 | 0.15 | 4.92 | 1.50 |
| | 3 | 8 | 300 | 0.14 | 850.00 | 4.32 | 0.15 | 4.92 | 1.50 |
| | 4 | 14 | 1200 | 0.57 | 1100.00 | 5.59 | 0.15 | 16.40 | 5.00 |
| | 5 | 12 | 600 | 0.28 | 1000.00 | 5.08 | 0.15 | 8.20 | 2.50 |
| Ductos de Descarga de aire al exterior | 6 | 8 | 300 | 0.14 | 850.00 | 4.32 | 0.15 | 25.43 | 7.75 |
| | 7 | 12 | 760 | 0.36 | 1050.00 | 5.33 | 0.15 | 18.04 | 5.50 |
| Ducto de Retorno | 8 | 14 | 1080 | 0.51 | 1030.00 | 5.23 | 0.15 | 24.61 | 7.50 |
| Ducto de Toma de Aire Fresco | 9 | 12 | 600 | 0.38 | 1100.00 | 5.59 | 0.15 | 11.48 | 3.50 |
| | 10 | 6 | 120 | 0.06 | 660.00 | 3.35 | 0.15 | 17.22 | 5.25 |

Una de las restricciones en la construcción de ductos es espacio libre que se tiene entre el tumbado y viga del piso siguiente; en nuestro caso solo se tiene una altura de 30 cm., lo que nos limita a la construcción de ductos con esta altura que corresponden a ductos de 10", sin embargo como hemos notado de la tabla 30, esto no se cumple para todos los caudales.

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

TABLA 31

DIMENSIONES EQUIVALENTES PARA DUCTOS RECTANGulares

| Ducto Ø | Rectángulo a x b | Ducto Ø | Rectángulo a x b | Ø | | Ø | |
|------------|---------------------|------------|---------------------|------|------|------|------|
| | | | | Ø | Ø | Ø | Ø |
| 100 | 100 x 100 | 100 | 100 x 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 125 | 125 x 125 | 125 | 125 x 125 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| 150 | 150 x 150 | 150 | 150 x 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 175 | 175 x 175 | 175 | 175 x 175 | 175 | 175 | 175 | 175 |
| 200 | 200 x 200 | 200 | 200 x 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 225 | 225 x 225 | 225 | 225 x 225 | 225 | 225 | 225 | 225 |
| 250 | 250 x 250 | 250 | 250 x 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 275 | 275 x 275 | 275 | 275 x 275 | 275 | 275 | 275 | 275 |
| 300 | 300 x 300 | 300 | 300 x 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 325 | 325 x 325 | 325 | 325 x 325 | 325 | 325 | 325 | 325 |
| 350 | 350 x 350 | 350 | 350 x 350 | 350 | 350 | 350 | 350 |
| 375 | 375 x 375 | 375 | 375 x 375 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| 400 | 400 x 400 | 400 | 400 x 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| 425 | 425 x 425 | 425 | 425 x 425 | 425 | 425 | 425 | 425 |
| 450 | 450 x 450 | 450 | 450 x 450 | 450 | 450 | 450 | 450 |
| 475 | 475 x 475 | 475 | 475 x 475 | 475 | 475 | 475 | 475 |
| 500 | 500 x 500 | 500 | 500 x 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| 525 | 525 x 525 | 525 | 525 x 525 | 525 | 525 | 525 | 525 |
| 550 | 550 x 550 | 550 | 550 x 550 | 550 | 550 | 550 | 550 |
| 575 | 575 x 575 | 575 | 575 x 575 | 575 | 575 | 575 | 575 |
| 600 | 600 x 600 | 600 | 600 x 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| 625 | 625 x 625 | 625 | 625 x 625 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| 650 | 650 x 650 | 650 | 650 x 650 | 650 | 650 | 650 | 650 |
| 675 | 675 x 675 | 675 | 675 x 675 | 675 | 675 | 675 | 675 |
| 700 | 700 x 700 | 700 | 700 x 700 | 700 | 700 | 700 | 700 |
| 725 | 725 x 725 | 725 | 725 x 725 | 725 | 725 | 725 | 725 |
| 750 | 750 x 750 | 750 | 750 x 750 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| 775 | 775 x 775 | 775 | 775 x 775 | 775 | 775 | 775 | 775 |
| 800 | 800 x 800 | 800 | 800 x 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| 825 | 825 x 825 | 825 | 825 x 825 | 825 | 825 | 825 | 825 |
| 850 | 850 x 850 | 850 | 850 x 850 | 850 | 850 | 850 | 850 |
| 875 | 875 x 875 | 875 | 875 x 875 | 875 | 875 | 875 | 875 |
| 900 | 900 x 900 | 900 | 900 x 900 | 900 | 900 | 900 | 900 |
| 925 | 925 x 925 | 925 | 925 x 925 | 925 | 925 | 925 | 925 |
| 950 | 950 x 950 | 950 | 950 x 950 | 950 | 950 | 950 | 950 |
| 975 | 975 x 975 | 975 | 975 x 975 | 975 | 975 | 975 | 975 |
| 1000 | 1000 x 1000 | 1000 | 1000 x 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

Finalmente tenemos las siguientes dimensiones, en pulgadas, para los ductos en el área de Neonatos

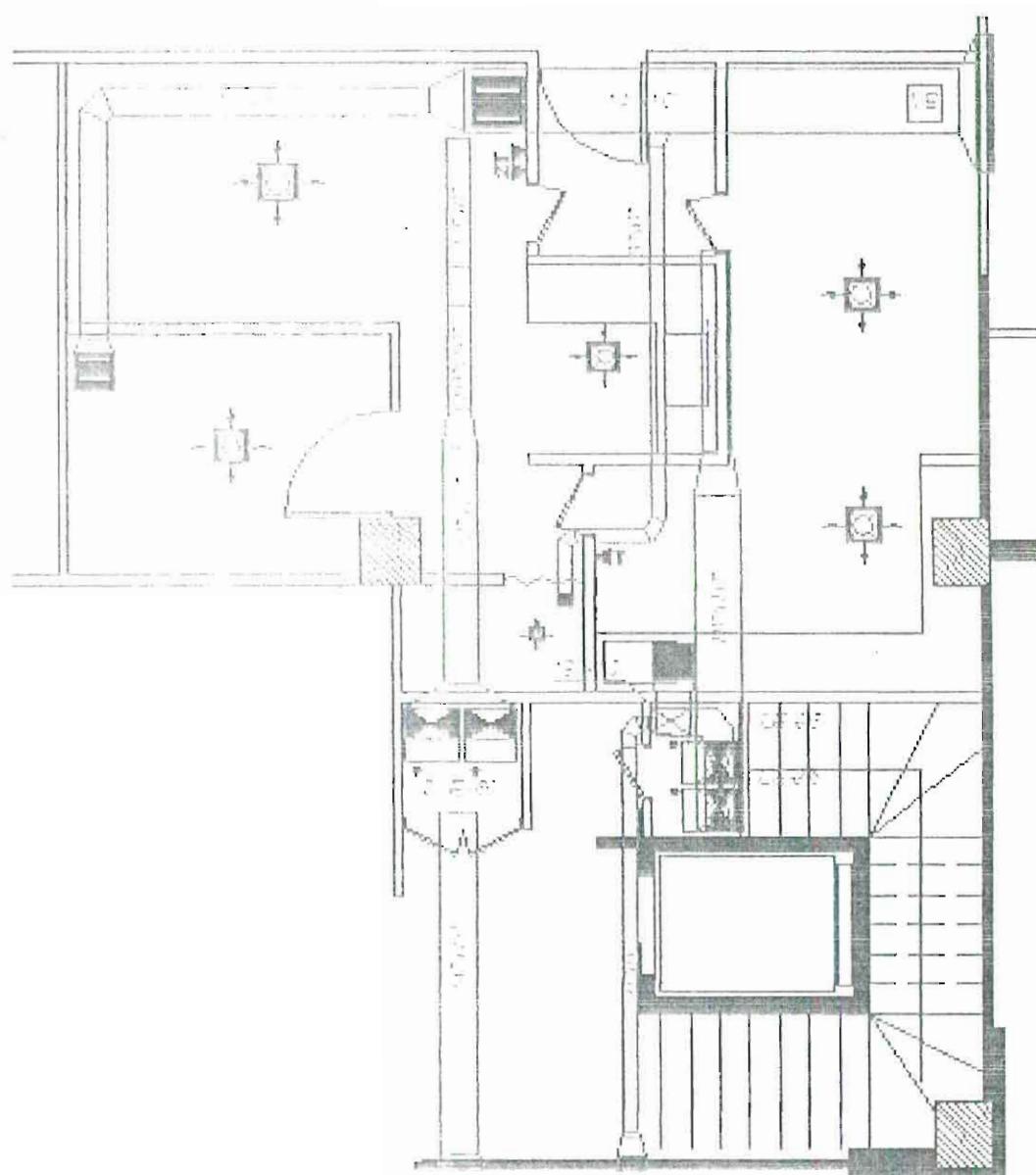


FIGURA 3.17: DIMENSIONES DE DUCTOS EN SALA DE NEONATOS

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

$$d_{eq} = \frac{1,3 ab^{1,493}}{(a+b)^{0,746}} \quad \text{ec. (25)}$$

Donde:

D_{eq} : Diámetro equivalente

a y b son las dimensiones del ducto

Esta ecuación se la resuelve con iteraciones y se obtuvieron las dimensiones mostradas en la figura 3.17

Además de estos ductos que son rígidos, también se dimensionan los ductos flexibles, que se utilizan para las conexiones entre los difusores y el ducto principal; para esto debemos conocer la caída de presión que estos generan y obtenemos el diámetro del ducto; y tenemos los siguientes resultados:

TABLA 32

DIÁMETRO DEL DUCTO FLEXIBLE PARA CONEXIÓN ENTRE DUCTOS Y REJILLAS

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

3.2 Selección de Difusores de Aire Acondicionado

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

Para seleccionar el difusor adecuado se sigue un procedimiento que indica

1. Determinar el caudal o cantidad de aire que será suministrado al cuarto.

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

Según fabricante seleccionamos los difusores para nuestros flujos de aire y el nivel de ruido tenemos los siguientes resultados:

TABLA 33

DIMENSIONES DE DIFUSORES CUADRADOS DE SUMINISTRO DE AIRE

| Caudal CFM | Dimensión (plg) DIFUSOR 4 VÍAS | Dimensión (cm) DIFUSOR 4 VÍAS |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 100 | 6" x 6" | 15.25 x 15.24 |
| 300 | 10" x 10" | 25.40 x 25.40 |
| 400 | 12" x 12" | 30.48 x 30.48 |
| 500 | 12" x 12" | 30.48 x 30.48 |
| 600 | 14" x 14" | 35.56 x 35.56 |

Para las rejillas de Retorno tomas de aire y de extracción nos basaremos en las características que brindan los fabricantes y los requerimientos necesarios de velocidad y caudal, para esto tenemos:

TABLA 34

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

| Caudal CFM | Dimensión (plg) REJILAS | Dimensión (cm) REJILAS |
|---------------|----------------------------|---------------------------|
| 95 | 6" x 6" | 15.24 x 15.24 |
| 120 | 8" x 8" | 20.32 x 20.32 |
| 285 | 10" x 10" | 25.40 x 25.40 |
| 380 | 12" x 12" | 30.48 x 30.48 |
| 760 | 16" x 16" | 40.64 x 40.64 |
| 800 | 16" x 16" | 40.64 x 40.64 |
| 1080 | 18" x 18" | 45.72 x 45.72 |

Con estos datos tenemos el diseño de los recorridos de ductos y ubicación de equipos.

3.3 Diseño de Planos

El diseño de los planos se lo ha ido realizando mientras hemos dimensionado ductos y seleccionado difusores y rejillas, sin embargo en estos aún fallan ciertos detalles de las ubicaciones de los equipos, como chiller, bomba, accesorios, etc.

Sin embargo debemos anotar que para el diseño completo necesitamos distribuir correctamente los componentes en el lugar, de acuerdo a los espacios que nos proporciona el contratista encargado de la arquitectura del lugar, siempre se recomienda que con anterioridad a realizar este tipo de proyectos se debe prever espacios adecuados para los sistemas de climatización.

En este caso se tiene una losa en la parte posterior del edificio que ha sido destinada a colocar las unidades condensadoras, si se habla de equipos de expansión directa, en tal espacio colocaremos los chillers, las bombas, y el separador para conectar la tubería de acero a las unidades manejadoras.

Debemos conocer el recorrido que la tubería podrá realizar; en el presente caso se han establecidos canaletas en el subsuelo (falso) para el paso de las mismas, haciendo de esta manera el trabajo de instalación más fácil y rápido.

A continuación se presentarán ciertos detalles de las instalaciones de accesorios; sin embargo los planos Ass Built se encontraran en el Anexo 12

En la figura 3.17 se muestran los ductos con todas sus dimensiones además se observa que existen dos equipos manejadoras en el lugar, ya que para esta clase de sistemas se requiere un sistema redundante ya que no se puede detener el sistema por largos períodos de tiempo y es necesario colocar sistemas adicionales para realizar los mantenimiento sin tener que detener el funcionamiento del sistema

En la figura 3 18 con las dimensiones finales de ductos, difusores, rejillas y ducto flexible

CAPITULO 4

4. PLAN DE MANTENIMIENTO

Para el correcto desempeño de todo equipo o maquinaria es necesario que cada ciertos periodos de tiempo establecidos; se realice el respectivo mantenimiento a los mismos, para así lograr extender el tiempo de vida, tener ahorro de energía, conseguir que los equipos funcionen adecuadamente evitando cualquier posible falla realizando mantenimiento preventivo, y conservar la garantía de los mismos. El mantenimiento debe incluir, limpieza, cambio de accesorios y piezas vulnerables, lubricación, aumentando la seguridad del funcionamiento del equipo y reduciendo posibilidades de falla

En los establecimientos de salud es necesario implementar los procesos de mantenimiento preventivo planificado, del cual se tiene los siguientes beneficios

1. Reducción del reemplazo de equipos durante su vida útil
2. Reducción de la cantidad de repuestos de reserva.
3. El buen estado de los equipos e instalaciones durante su vida útil.
4. Prevención de fallas en los equipos o instalaciones, con lo que se evita paros y gastos
5. Imprevistos.
6. Utilización planificada del recurso humano.

El mantenimiento preventivo comprende varias etapas:

- Levantamiento del inventario de los equipos e instalaciones por su especialidad o sistema al que pertenecen (eléctrico, hidráulico, vapor, aire acondicionado) (Tarjeta y Hoja de inventario).
- Elaboración de un listado de actividades preventivas específicas para cada una de las partes de estos equipos y de sus instalaciones, para cada especialidad. (Tarjeta y de Hoja de Revisión).
- Elaboración de un programa de inspecciones periódicas y de ejecución de actividades para cada equipo específico. (Programación del Mantenimiento)
- Elaboración de órdenes de servicio programadas, en las que se identifique al equipo por revisar, su localización, descripción del

mantenimiento preventivo a ejecutar, el técnico idóneo para ejecutar esta orden y la persona que recibirá el equipo una vez ejecutada la orden de servicio. (Programación individual).

- Establecimiento de un archivo para conocer y controlar los resultados de las inspecciones programadas: fecha y tiempo de la inspección, información del estado físico del equipo e instalaciones, acciones llevadas a cabo, refacciones y materiales utilizados, necesidades de asesorías, y apoyos especializados, capacitación y adiestramiento a operarios, a usuarios, o al propio personal técnico-operativo. (Control del mantenimiento preventivo)

Dentro de todos los equipos que forman parte de la estructura hospitalaria de los cuales se está destinando el mantenimiento preventivo se encuentran los equipos médicos como primeros, entre los cuales; nombrando algunos tenemos; incubadoras, lámparas quirúrgicas, máquina de anestesia, las mesas de operaciones, microscopios, rayos X, etc., los equipos básicos dentro de los cuales se encuentran los equipos de Aire Acondicionado, bombas, congelador, esterilizadores, generador de vapor, planchas, etc., y finalmente los elementos de planta física, lavamanos, inodoros, ventanas, etc. Nosotros sólo nos centramos entre los equipos de Aire Acondicionado, pero este plan de mantenimiento debe entrar dentro del plan principal que incluye todos los otros elementos.

4.1 Mantenimiento de Equipos

Generalmente en los equipos de aire acondicionado se realiza en mantenimiento o se recomienda que se lo realice cada 6 meses, esto incluye; la manejadora de agua helada, el chiller, la bomba, el separador de aire y los accesorios. En lugares donde no se puede detener las actividades se recomienda tener equipos redundantes, esto significa que se tendrán un par de equipos para cada sistema, por ejemplo para la sala de neonatos no sanos se debe instalar dos manejadoras de agua helada, la una funcionando todo el tiempo mientras que la segunda (redundante) solo funciona en los períodos de mantenimiento o en casos donde se deba cambiar el equipo principal; la función primordial de los equipos redundantes es no detener las actividades dentro del área para realizar el mantenimiento o por fallas imprevistas

Para el plan de mantenimiento de equipos debemos realizar inspecciones de las condiciones ambientales donde se encuentra el equipo, las condiciones en las cuales se realizó la instalación y en las que se encuentra al momento de la inspección y guardar información al respecto

Los aspectos a observar:

- Humedad; no puede exceder de la establecida por el fabricante.
- Exposición a vibraciones; la cual puede ser producto de mala calibración,
- Presencia de polvo, en nuestro caso el polvo debe ser muy controlado, aunque esto se obtiene con la ayuda de los filtros (en las manejadoras), siempre se recomienda que la presencia de polvo se controle.
- Temperatura, las instalaciones deben permitir que el equipo disipe calor, se debe verificar que la temperatura de este equipo no exceda lo recomendado.

Siempre se recomienda en primera instancia la inspección visual de los equipos y sus componentes para detectar posibles daños por impactos físicos, corrosión, levantamiento de la pintura, los cuales deben ser señalizados.

Revisión de los componentes mecánicos, falta de lubricantes, desgaste de piezas (en la bomba), roturas, y posibles fugas.

Revisión de conexiones eléctricas; se debe cerciorar que el breaker que protege al equipo sea el correcto y que los componentes eléctricos estén en buen estado.

Procedimiento para mantenimiento:

- Verificación del funcionamiento
- Lectura del voltaje.
- Lavado de evaporadores y condensadores desincrustación de estos equipos si se requiere
- Verificación del nivel de aceite de los compresores que posean indicador para ello.
- Revisión de los rodamientos.
- Lubricación de bocines de los motores
- Limpieza de drenajes.
- Limpieza del circuito y terminales eléctricos.
- Lectura del amperaje de los motores del condensador y evaporador
- Revisión del circuito de refrigeración.
- Revisión de presiones de descarga y succión cuando se requiera.
- Revisión de estado de filtros.
- Limpieza de bandejas de drenajes (mensuales)

Entre otros procedimientos del mantenimiento esta el cambio de partes gastadas; la mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. Ejemplo de estos son los empaques, los dispositivos protectores, etc. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo, y puede ser realizado en el momento de la inspección.

Para llevar el control adecuado del mantenimiento es recomendable llevar documentación de los pasos del mantenimiento, tiempos de mantenimiento, observaciones de los trabajos y observaciones pasadas, etc. Esto significa llevar registros adecuados con datos específicos de y observaciones de mantenimientos realizados y además instituir la fecha del próximo trabajo. Para esto se utilizan formularios de mantenimientos, estos formularios deben ser llenados con datos verídicos para su correcta aplicación y tener la facultad de realizar trabajos efectivos.

Los formularios constan de:

- **Encabezados** cuya información consta de: Nombre del Hospital, marca, modelo, número de serie, servicio en que se encuentran (quirófano 1, pasillo 1, etc.), N° de inventario técnico,
- **Registro de Actividades**, esto consta de lo siguiente: Frecuencia con que se ejecuta la rutina; pasos de la rutina de Mantenimiento, casillas, que deben ser marcadas con vistos, cada vez que se ejecuta un paso de la rutina. Cada paso contiene varias casillas, es decir que cada formato está diseñado para utilizarse varias veces (generalmente un año).
- **Registro de Datos**, en la cual se detalla: Fecha de realización de los trabajos de mantenimiento, Código del Técnico (se aplica cuando la planta tiene sus propios técnicos), firma del técnico y tiempo de ejecución el cual comprende desde el momento que empezaron los trabajos hasta el término de los mismos, estos tiempos también incluyen los de preparación de material, herramientas, y repuestos necesarios.
- **Material**, Comprende la lista de materiales necesarios, así como medidores de presión, voltaje, herramientas que son necesarias para realizar el mantenimiento y así evitamos demoras.
- **Observaciones**, todas las rutinas de mantenimiento incluyen espacios para cada vez que sea ejecutada la misma, se escriban las observaciones pertinentes sobre el estado y funcionamiento del

equipo, los cuales pueden ser no haber realizado algún paso del trabajo, y la razón de esto, etc

- Pruebas Eléctricas; mediciones de voltaje, amperaje, etc.

Para realizar el proceso del mantenimiento en el Anexo 13 se muestra un flujo grama con los pasos a realizar.

A continuación se muestra la figura 4.1 con un ejemplo de los formularios a llenar para la realización del mantenimiento

Con esto hemos establecido las rutinas de mantenimiento a realizar cabe indicar que los tiempos de mantenimiento no incluyen transporte, o preparación de los equipos a dar mantenimiento.

4.2 Mantenimiento de Ductos

Para el buen funcionamiento del sistema de aire acondicionado; siempre se recomienda que se realicen mantenimientos a los equipos, y revisiones periódicas a los mismos; sin embargo no se habla acerca del mantenimiento de los ductos para la distribución de aire, a pesar de que son una parte fundamental en los sistemas de acondicionamiento de aire, ya que es el medio por donde se lo transporta.

Un adecuado diseño de los ductos de aire acondicionado es; evitar codos pronunciados para impedir que se acumulen bacterias, hongos o polvos en las esquinas donde generalmente éstas se aglomeran. También es elaborar tramos de ductos adecuados a cada flujo para evitar pérdidas de energía o arrastre de material debido a velocidades no adecuadas.

Un factor muy importante también al momento de la instalación es revisar los ductos antes de la puesta en marcha del sistema para evitar posibles materiales de construcción, polvo, arena, etc., dentro de los mismos y contaminar todo el ambiente

Como sabemos en nuestro caso, se esta realizando 100% toma de aire fresco en la Sala de Neonatos No Sanos y 10% de Toma de aire fresco en la sala contigua, por lo tanto la limpieza de los ductos se la realiza, cada año, (en muchos dependiendo del funcionamiento puede ser de 2 a 3 años); existen varios procedimientos para realizar la limpieza de ductos nombraremos una en la cual se tiene:

1. El primer paso a realizar es aislar la zona en la que se va a trabajar, se suele utilizar una cubierta de plástico para evitar que esta zona se contamine.
2. Para poder hacer la limpieza de los ductos es necesario abrir una de las rejilla de mantenimiento que nos permite el acceso al interior de los ductos, en dos extremos del ducto,
3. Se conecta un equipo de extracción de contaminantes como una aspiradora
4. Las partículas que se extraen del interior del ducto, quedan en el interior del equipo para luego ser desechadas como residuo.

Existen otros métodos para evitar el crecimiento de bacterias, ya el mencionado anteriormente es limpieza, no purificación, para este procedimiento se suele utilizar lámparas ultravioleta; esto ya depende mucho del factor costo/vida útil para tomar alguna decisión al respecto; estas lámparas ultravioletas se conectan a los serpentines del evaporador con lo cual se evita la proliferación de bacterias, asimismo pueden ser instaladas en las entradas de las tomas de aire fresco.

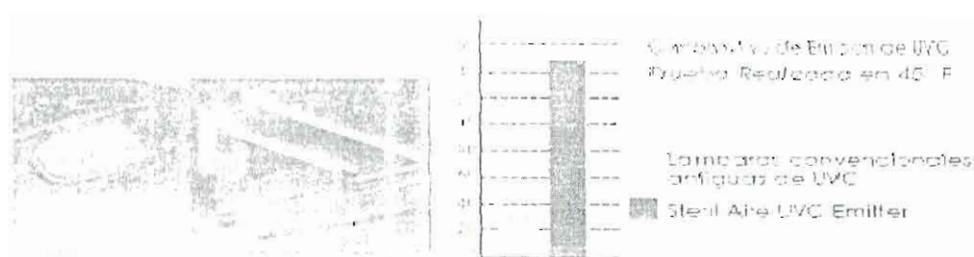


FIGURA 4.3 LÁMPARAS ULTRAVIOLETAS

La realización de estos trabajos trae muchos beneficios entre los cuales se tiene:

- Ahorro de Energía (de un 15 a un 30%)
- Mejoramiento en la Calidad del Aire Interior a través de controles efectivos de microorganismos.
- Incremento en la capacidad de enfriamiento de los aparatos

- Restituye el desempeño del sistema de aire acondicionado dejándolo como nuevo.
- Alarga la vida de sus aparatos, recuperando su inversión a corto plazo.

4.3 Mantenimiento de Filtros y Accesorios

Para hablar acerca del mantenimiento de filtros es necesario conocer el material con que están fabricados para conocer la limpieza y desinfección adecuada, sin embargo se debe conocer que los filtros tiene un tiempo de vida relativamente corto (en comparación con el resto del sistema), y se deben reemplazar. Entonces bajo esta premisa se deben realizar limpiezas de los filtros mínimo cada 6 meses si el sistema es de flujo continuo.

Se deberán limpiar las rejillas de tomas de aire fresco diariamente mientras que se desmontarán para proceder a desinfectar cada 6 meses. La limpieza se la realizará con hipoclorito sódico (lejía comercial en un porcentaje 1.10) o un derivada aldehídico al 1% para la desinfección (Figura 4.1). Existen la norma UNE100-030-9419 para la prevención de Legionella que da estas indicaciones.

Básicamente la limpieza de filtros se aplica a los filtros del 30% de eficiencia, estos filtros se desmontan, se limpian desde la parte interna hacia la parte expuesta al polvo con una pequeña herramienta que suministra aire, eliminando cualquier impureza que se pueda haber incrustado, luego se procede a limpiarlo con líquidos o aerosoles específicos para su efecto.

Utilizando secadoras estériles se procede a dejar sin rastros de humedad los filtros ya que esto también provoca generación de bacterias, para luego ser colocados en su lugar nuevamente.

Los filtros de alta eficiencia se desinfectan con químicos a base de amonio cuaternario que no afecta al filtro; se pueden desinfectar de la siguiente manera; se desmontan los filtros dejando primeramente sellada la entrada o salida de aire mediante campanetas herméticas diseñadas para el efecto, se introducen en una solución de 1 en 500 partes de este desinfectante por unos minutos para luego colocarlos en su sitio ya que estos desinfectantes no son tóxicos ni dañinos para el ser humano en las concentraciones que amerita la conservación, además de esto se secan fácilmente a la intemperie, se recomienda si es necesario una pulverización.



FIGURA 4.1: USO DE DESINFECTANTES EN REJILLAS.

También existe el uso de detergentes, los filtros que se encuentran en las descargas de aire (30% lavables) se desinfectan con esta clase de productos.

También se pueden utilizar los siguientes desinfectantes:

Solución del hipoclorito (50 PPM de cloro) hecha agregando aproximadamente un mililitro de cloro limpiaropa a un litro de agua a 43 grados C (110 grados F). Solución acuosa del yodo (50 PPM de yodo) hecha aumentando aproximadamente 0.8 mililitros de tinte de yodo (6-8 gramos de amonía y/o yoduro de potasio /100 cc del alcohol 45%) a un litro de agua a 43 grados C (110 grados F), asimismo se sumerge el filtro en estos preparados para luego secarlo.

CAPITULO 5

5. ANÁLISIS DE COSTOS

En el presente capítulo se realizará el análisis de los costos por la adquisición de equipos, materiales, mano de obra por instalación y se agrega costos adicionales por mantenimientos.

Esta dividido en tres partes:

5.3 Costos de Materiales:

Entre los que se incluyen: tuberías de acero cédula 40 de las distintas medidas que se obtienen a través del programa desarrollado en el capítulo tres. Tenemos:

COSTO DE MATERIALES PARA EL PROYECTO SALA DE NEONATOS

| MATERIALES | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---|----------|--------|-----------------|--------------|
| TUBERIA DE ACERO CERO 40 | | | | |
| Tubería acero Cedula 40 diámetro 1/2" | 30 | un | \$123.4 | \$3,702.00 |
| Tubería acero Cedula 40 diámetro 1/2" | 13 | un | \$123.50 | \$1,605.50 |
| Tubería acero Cedula 40 diámetro 1/2" | 10 | un | \$123.75 | \$1,237.50 |
| ASISLAMIENTO CON PUERTE PARA CÁMARA DE ALUMINIO | | | | |
| Asislamiento para tubería acero Cedula 40 diámetro 1/2" | 30 | un | \$11.75 | \$3,525.00 |
| Asislamiento para tubería acero Cedula 40 diámetro 1/2" | 13 | un | \$11.75 | \$1,527.50 |
| Asislamiento para tubería acero Cedula 40 diámetro 1/2" | 10 | un | \$11.75 | \$1,175.00 |
| ACCESORIOS ACERO 40 | | | | |
| TEE diámetro 1/2" | 3 | un | \$15.00 | \$45.00 |
| Codo diámetro 1/2" | 4 | un | \$13.40 | \$53.60 |
| scop diámetro 1/4" | 5 | un | \$12.40 | \$62.00 |
| Codo diámetro 1" | 3 | un | \$12.40 | \$37.20 |
| unión diámetro 1 1/2" | 2 | un | \$11.70 | \$23.40 |
| unión diámetro 1 1/4" | 2 | un | \$11.70 | \$23.40 |
| unión diámetro 1" | 2 | un | \$11.70 | \$23.40 |
| Reducción diámetro 1 1/2" a 1 1/4" | 2 | un | \$18.88 | \$37.76 |
| Reducción diámetro 1 1/2" a 1" | 2 | un | \$18.88 | \$37.76 |
| VALVULA DE BOLA | | | | |
| Diámetro 1 1/2" | 3 | un | \$11.36 | \$34.08 |
| Diámetro 1 1/4" | 3 | un | \$12.51 | \$37.53 |
| Diámetro 1" | 2 | un | \$13.63 | \$27.26 |
| VÁLVULAS ESPECIALES | | | | |
| Válvula de 2 vías de 1/2" | 2 | un | \$21.55 | \$43.10 |

| | | | | |
|---|-----|-----|---------|-----------|
| Valvula de 2 vias de 3/4" | 2 | und | \$22.36 | \$44.72 |
| Valvula de 2 vias de 1" | 2 | und | \$26.55 | \$53.10 |
| Valvula de 3 vias de 1 1/4" | 1 | und | \$31.55 | \$31.55 |
| Valvula de 3 vias de 1 1/2" | 1 | und | \$32.65 | \$32.65 |
| SOPORTE PARA TUBERIA | 1 | | | |
| Socorro para Tuberia Acero Cédula 40 | 159 | und | \$2.48 | \$419.12 |
| DUCTOS | | | | |
| De Tel Celivan Bazo Asilados con Tuch Wrap | 324 | KG | \$324 | \$1367.28 |
| TERMOCOPULOS | | | | |
| Termosistat para LINA de agua caliente | 2 | und | \$56.46 | \$132.92 |
| MANOMETROS | | | | |
| Manometro 250 a 120 Psi, de diametro 1 1/2" | 2 | und | \$50.50 | \$101.00 |
| MEDICOR DE FLUJO | | | | |
| Medidor de flujo de 3" a 60PM 105 Psi | 1 | | \$55.73 | \$55.73 |
| TERMOMETROS | | | | |
| Termometro de 0 a 50°C de diametro 1 1/2" | 2 | und | \$95.04 | \$190.08 |
| JUNTA FLEXIBLE | | | | |
| Diámetro 1 1/2" | 2 | und | \$9.36 | \$18.72 |
| FILTRO / | | | | |
| Diámetro 1 1/2" | 1 | und | \$12.35 | \$12.35 |
| REJILLAS DE RETORNO | | | | |
| Rejilla de 16"X16", ABATIBLE CON FILTRO | 1 | und | \$27.07 | \$27.07 |
| REJILLAS DE TOMA DE AIRE FRESCOS | | | | |
| Rejilla 16"X16" | 1 | und | \$15.19 | \$15.19 |
| Rejilla 8"X8" | 1 | und | \$7.30 | \$7.30 |
| REJILLAS DE EXTRACCION | | | | |
| Rejilla 6"X6" | 1 | und | \$6.15 | \$6.15 |
| Rejilla 10"X10" | 1 | und | \$11.04 | \$11.04 |
| Rejilla 12"X12" | 1 | und | \$12.54 | \$12.54 |
| Rejilla 16"X16" | 1 | und | \$15.19 | \$15.19 |

| DIRUSORES | | | | | | |
|--|-------|-------|------|-----|---------|------------|
| 1 | 1.300 | 1.300 | 2 | und | \$14.73 | \$29.46 |
| 2 | 1.300 | 1.300 | 2 | und | \$7.93 | \$15.86 |
| 3 | 1.300 | 1.300 | 2 | und | \$7.93 | \$15.86 |
| VALORES DE LA TABLA SIGUIENTE POR METRO | | | | | | |
| 1 | 1.300 | 1.300 | 3.73 | mm | \$3.94 | \$14.73 |
| 2 | 1.300 | 1.300 | 3.73 | mm | 14.73 | \$14.73 |
| 3 | 1.300 | 1.300 | 3.73 | mm | 34.79 | \$14.73 |
| 4 | 1.300 | 1.300 | 3.73 | mm | 51.34 | \$14.73 |
| 5 | 1.300 | 1.300 | 3.73 | mm | 64.53 | \$14.73 |
| 6 | 1.300 | 1.300 | 3.73 | mm | 81.57 | \$14.73 |
| 7 | 1.300 | 1.300 | 3.73 | mm | 94.60 | \$14.73 |
| 8 | 1.300 | 1.300 | 3.73 | mm | 108.89 | \$14.73 |
| VALORES ELECTRICOS POR METRO | | | | | | |
| SUB TOTAL POR MATERIALES Y ACCESORIOS | | | | | | \$8,065.21 |
| IVA | | | | | | 967.82 |
| TOTAL POR MATERIALES Y ACCESORIOS | | | | | | \$9,033.03 |

Impreso en Colombia

5.3 Costos de Equipos:

Para el análisis de costo de los equipos cabe indicar que el equipo de 64,000 btu/h es bajo pedido especial ya que se debe exigir que tenga un caudal de aire de 800 CFM, y no estándar de 2000 CFM como usualmente son los equipos que rodean esta capacidad. Por ende este equipo va a tener un costo un tanto elevado.

CCSTOS DE EQUIPOS PARA PROYECTO SALA DE NEONATOS

| DESCRIPCIÓN | MODELO | MARCA | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|--|--------|-------|----------|--------|-----------------|--------------|
| BOMBAS DE REGULACIÓN DE AGUA HELADA | | | | | | |
| Bomba 1 1/4 350 @ 9 1/4 in 220 voltios 344PHJ 30 Hz | | | 2 | und | \$355.23 | \$710.46 |
| 2-11-13 | | | | | | |
| UNIDADES DE HELADAS EMPAQUADOS POR AIRE | | | | | | |
| UNITO 3 UNIDADES DE SOPORTE PARA EQUIPOS DE SOPORTE | | | 2 | und | \$5,793.25 | \$11,586.50 |
| 2-11-13 | | | | | | |
| UNIDADES DE AIRE DE AGUA HELADA | | | | | | |
| UMA 1 3/4 200 Btu/h de capacidad 30,100 Btu/h calor sensible 300 CFM @ 0.50" ca. Exterior Doble pared. Tipo vertical. Filtros del 30% y 50%. | | | 2 | und | \$4,807.25 | \$9,614.50 |
| 2-11-13 | | | | | | |
| UMA 13,06,000 Btu/h de calor total, 29,100 Btu/h calor sensible, 1,200 CFM @ 0.50" ca. Exterior Doble pared. Tipo vertical. Filtros del 30% y 50%. | | | 2 | und | \$3,125.48 | \$6,250.96 |
| 2-11-13 | | | | | | |
| SEPARADOR DE AIRE | | | | | | |
| SEPARADOR DE AIRE | | | 1 | und | \$553.23 | \$553.23 |
| 2-11-13 | | | | | | |
| VENTILADORES | | | | | | |
| VE-1, Ventilador de extracción 760 cfm, 0.5 ca | | | 1 | und | \$380.23 | \$380.23 |
| 2-11-13 | | | | | | |
| VS-1, Ventilador para suministro 800 cfm, 0.1 ca | | | 1 | und | \$455.20 | \$455.20 |
| 2-11-13 | | | | | | |
| VS-2, Ventilador para suministro 1200cfm, 1 ca | | | 1 | und | \$652.23 | \$652.23 |
| 2-11-13 | | | | | | |
| | | | | | SUB TOTAL | \$30,183.31 |
| | | | | | IVA | \$3,622.00 |
| | | | | | TOTAL | \$33,805.31 |

5.3 Costos de Mano de obra:

Dentro de los costos de la mano de obra se va a considerar, la utilización de herramientas, como costos indirectos.

TABLA 38

COSTOS DE MANO DE OBRA

| MANO DE OBRA POR INSTALACIÓN DE | CANT. | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---|-------|--------|------------------|-------------------|
| BOMBA DE CIRCULACIÓN DE AGUA HELADA | | | | |
| Instalación de Bomba: 21.4 GPM @ 9.4' CA; 220 voltios / 3PH / 60 Hz | 2 | und | \$45.51 | \$91.02 |
| CHILLER | | | | |
| Instalación de Chiller, 21.4 GPM, 8.3 TONELADAS, ENFRIADOS POR AIRE, MULTI COMPRESORES DE SCROLL | 2 | und | \$335.71 | \$671.43 |
| MANEJADORAS DE AIRE DE AGUA HELADA | | | | |
| Instalación de UMA 1, 64,000 Btu/h. Doble pared. Tipo vertical. Filtros del 30% y 60%. | 2 | und | \$145.56 | \$291.12 |
| Instalación de UMA 13, 36,000 Btu/h. Exterior. Doble pared. Tipo vertical. Filtros del 30% y 60%. | 2 | und | \$145.56 | \$291.12 |
| SEPARADOR DE AIRE | 1 | und | \$45.51 | \$45.51 |
| VENTILADORES | | | | |
| Instalación de VE-1, Ventilador de extracción 760 cfm, 0,5 ca | 1 | und | \$46.43 | \$46.43 |
| Instalación de VS-1, Ventilador para suministro 800 cfm, 0,1 ca | 1 | und | \$46.43 | \$46.43 |
| Instalación de VS-2, Ventilador para suministro 1200cfm, 1 ca | 1 | und | \$46.43 | \$46.43 |
| TUBERÍA ACERO CREDITA 40 y ACCESORIOS | | | | |
| Instalación de todo el recorrido, válvulas, medidores de flujo, presión y temperatura | 1 | Glb | \$580.23 | \$580.23 |
| FILTROS | | | | |
| Instalación de Filtros Lavables | 3 | und | \$25.15 | \$75.45 |
| Instalación de Filtros de Alta Eficiencia | 12 | und | \$35.71 | \$428.52 |
| Instalación de Damper Eléctrico | 1 | und | \$28.97 | \$28.97 |
| DIFUSORES Y REJILLAS | | | | |
| Instalación de 41 TOLAT, red banco | 13 | und | 5.38 | \$69.94 |
| FABRICACIÓN DE BASES METÁLICAS PARA MANEJADORAS | | | | |
| Tipo Mesa | 4 | und | \$22.42 | \$89.68 |
| | | | SUB TOTAL | \$2,802.28 |
| | | | IVA | \$336.27 |
| | | | TOTAL | \$3,138.55 |

TABLA 39

RESUMEN DE COSTOS TOTALES

| EDIFICIOS | TOTAL MATERIALES | TOTAL DE EQUIPOS | TOTAL MANO DE OBRA |
|-----------|------------------|------------------|---------------------|
| NEONATOS | 6,705.65 | 33,693.31 | 3,138.55 |
| | TOTAL | | \$ 43,537.51 |

En resumen tenemos que el costo total del proyecto es de Cuarenta y tres mil quinientos treinta y siete con 51/100, debemos adicionar los costos posteriores que se necesitaran con los mantenimientos necesarios de los equipos los cuales tenemos:

TABLA 40

COSTOS ADICIONALES POR MANTENIMIENTO

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Mantenimientos de UMA | \$ 40 c/u |
| Mantenimiento de Chiller | \$ 90 |
| Mantenimiento de equipos varios | \$ 35 c/u |
| Cambio de filtros | \$ 35 c/u |
| Limpieza de filtros | \$ 40 c/u |
| Limpieza de Ducto (sin quimicos) | \$ 105 |
| Limpieza de Ducto (con quimicos) | \$ 210 |

Estos costos adicionales por mantenimiento solo incluyen la mano de obra, no se ha considerado los repuestos.

Además debemos tener en cuenta que en los trabajos por limpieza de ductos se considera el recorrido de los tramos.

Debemos notar que para el cálculo de kilogramos de ductos se lo realizo con un pequeño programa en Excel en el cual se miden los tramos de ductos; en metros; con las dimensiones correspondiente (en pulgadas), y este nos proporciona, con un desperdicio el 15%, los kilogramos de ductos que se necesitan para la fabricación de los tramos.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En nuestro país se está implementado mucho lo que es el sistema de aire acondicionado con tratamiento de aire, lo que se denomina "climatización", en el se está tratando el aire de suministro, donde los cuidados en control de bacterias debe ser minucioso, por ende la utilización de filtros tienen un factor muy importante, y se puede observar que su selección es muy sencilla y eficaz.
- Para este tipo de aplicaciones de los sistemas de climatización en donde se tiene una sala de neonatos no sanos junto a la sala de neonatos sanos, se observó que mantener una sobre-presión en relación con las salas circundantes, tener una difusión de aire en forma laminar evitando turbulencias y realizando el desfogue del mismo por rejillas ayudado con

ventiladores de extracción, asegura disminuir en un 98% las probabilidades de focos infecciosos y contagios

Para tener un control de Bacterias, hongos, esporas, etc. existen métodos en la actualidad, que en nuestro país aún son nuevos, pero que en otros se están implementando muy exitosamente teniendo buenos resultados, no solo en la salud de las personas sino en su productividad, y como se ha observado son procedimientos sencillos y fáciles de aplicar

Para los cálculos de cargas de refrigeración, selección de equipos de agua helada y dimensionamientos de ductos existen muchos mecanismos y programas muy útiles que nos ayudan a minimizar costos de diseño, que son de fácil manejo y en los cuales no podemos apoyar para obtener resultados efectivos

Para un sistema en donde se requiera controles más estrictos en cuanto a humedades relativas, mantenimiento de la temperatura de confort más cercana a la escogida para el diseño, es mejor escoger sistemas enfriados por agua, ya además de los beneficios mencionados tenemos que se pueden escoger capacidades no estándares.

RECOMENDACIONES

- Para la instalación de los filtros se recomienda que se coloque de tal forma que la cara frontal este a 90° (ángulo recto) con la dirección del flujo de aire.
- Los pre-filtros deben colocarse antes del ventilador del evaporador (Fan-Coil) para proteger al equipo del polvo, y los filtros de alta eficiencia después del mismo.
- Se debe dejar una entrada libre (fuera del área climatizada) para poder dar mantenimiento tanto del equipo como de los filtros; asimismo en el diseño de ductos se debe dejar un escotilla o una rejilla abatible por donde se pueda realizar la limpieza correspondiente.
- Para obtener una mejor limpieza de ductos se recomienda una vez cada seis meses realizar lavados inyectando ozono dentro de los ductos con lo que se logra quitar la humedad.

- Para una efectiva selección de filtros debemos apoyarnos siempre en las tablas proporcionadas por los manuales mencionados, ya que forman una herramienta fundamental y sencilla de aplicar.
- En la preparación académica se debe dar énfasis en la utilización de filtros, no solo para áreas asépticas, sino en todas las áreas de climatización, señalando siempre que se debe realizar suministros de aire fresco según lo que denomina la Norma ASHRAE.

ANEXO 1

Tabla de Posición Solar, Intensidad y factor de ganancia Solar, Latitud Guayaquil 2.19 Grados sur

| FECHA | Posición Solar | | | | SHFG | | | | | | | | | | TIEMPO SOLAR PM |
|--------|----------------|---------|---------|-----------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|----|--------------------|
| | TIEMPO SOLAR | Altitud | Azimuth | IDN | FACTOR DE GANANCIA SOLAR (Btu/h*Ft ²) | | | | | | | | | | |
| | A.M | Grados | Grados | Btu/h*Ft ² | N | NE | E | SE | O | SO | O | NO | Horizontal | | |
| Ene-21 | 7 | 8 | 70.2 | 89 | 4.5 | 30 | 71 | 72 | 22 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 9.4 | 5 | |
| | 8 | 22 | 69.3 | 229 | 11 | 68 | 183 | 179 | 57 | 11 | 11 | 11 | 67 | 4 | |
| | 9 | 35.9 | 66.8 | 279.5 | 14 | 63 | 191 | 193 | 67 | 14 | 14 | 14 | 142 | 3 | |
| | 10 | 49.4 | 61.3 | 302.9 | 15 | 40 | 149 | 166 | 71 | 15 | 15 | 15 | 212 | 2 | |
| | 11 | 61.9 | 49.3 | 314.5 | 16 | 19 | 87 | 121 | 73 | 16 | 16 | 16 | 254 | 1 | |
| | 12 | 70.8 | 0 | 319.5 | 16 | 16 | 16 | 54 | 80 | 16 | 16 | 16 | 249 | 12 | |
| Feb-21 | 7 | 7.3 | 79.4 | 81.5 | 4.1 | 38 | 53 | 61 | 10 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 7.6 | 5 | |
| | 8 | 22.1 | 79.3 | 230 | 11 | 99 | 185 | 161 | 27 | 11 | 11 | 11 | 66 | 4 | |
| | 9 | 36.8 | 78.2 | 280.7 | 14 | 98 | 202 | 167 | 32 | 14 | 14 | 14 | 144 | 3 | |
| | 10 | 51.4 | 75.4 | 303.6 | 15 | 71 | 158 | 137 | 33 | 15 | 15 | 15 | 217 | 2 | |
| | 11 | 65.7 | 68.3 | 314.9 | 16 | 36 | 93 | 91 | 34 | 16 | 16 | 16 | 250 | 1 | |
| | 12 | 78.3 | 0 | 319.8 | 16 | 16 | 16 | 32 | 45 | 16 | 16 | 16 | 201 | 12 | |
| Mar-21 | 7 | 8.7 | 89.6 | 118.3 | 6 | 72 | 60 | 73 | 4.6 | 6 | 6 | 6 | 11 | 5 | |
| | 8 | 23.6 | 89 | 246.6 | 12 | 134 | 195 | 140 | 10 | 12 | 12 | 12 | 73 | 4 | |
| | 9 | 38.6 | 88.2 | 288.8 | 14 | 125 | 203 | 136 | 12 | 14 | 14 | 14 | 153 | 3 | |
| | 10 | 53.6 | 86.9 | 307.8 | 15 | 91 | 153 | 104 | 13 | 15 | 15 | 15 | 224 | 2 | |
| | 11 | 68.6 | 84.2 | 317.1 | 16 | 47 | 84 | 61 | 14 | 16 | 16 | 16 | 248 | 1 | |
| | 12 | 83.3 | 180 | 320.9 | 24 | 19 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 19 | 16 | 12 | |
| Abr-21 | 7 | 10.1 | 167.9 | 147.9 | 104 | 109 | 18 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 6 | 63 | 7.5 | 5 | |
| | 8 | 24.7 | 166.2 | 250.5 | 195 | 173 | 33 | 12 | 12 | 12 | 12 | 90 | 12 | 4 | |
| | 9 | 39.2 | 163.1 | 285.1 | 186 | 168 | 39 | 14 | 14 | 14 | 14 | 73 | 14 | 3 | |
| | 10 | 53.3 | 157.2 | 300.8 | 133 | 134 | 43 | 15 | 15 | 15 | 15 | 41 | 15 | 2 | |
| | 11 | 66.5 | 143.8 | 308.4 | 67 | 88 | 45 | 15 | 15 | 15 | 16 | 13 | 15 | 1 | |
| | 12 | 75.6 | 180 | 311.3 | 48 | 32 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 32 | 15 | 12 | |
| May-21 | 7 | 10 | 159.3 | 150.7 | 117 | 117 | 35 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 43 | 7.7 | 5 | |
| | 8 | 23.9 | 157 | 247 | 185 | 186 | 60 | 12 | 12 | 12 | 12 | 57 | 12 | 4 | |
| | 9 | 37.5 | 152.6 | 279.4 | 170 | 186 | 70 | 14 | 14 | 14 | 14 | 40 | 14 | 3 | |
| | 10 | 50.3 | 144.5 | 294.1 | 120 | 154 | 76 | 15 | 15 | 15 | 15 | 17 | 15 | 2 | |
| | 11 | 61.3 | 128.6 | 301.2 | 58 | 109 | 79 | 11 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 1 | |
| | 12 | 67.6 | 180 | 303.8 | 81 | 51 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 51 | 15 | 12 | |
| Jun-21 | 7 | 8.4 | 156 | 133.2 | 103 | 102 | 38 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 7.7 | 32 | 6.8 | 5 | |
| | 8 | 22 | 153.6 | 240.8 | 178 | 186 | 71 | 12 | 12 | 12 | 12 | 45 | 12 | 4 | |
| | 9 | 35.2 | 149.1 | 275 | 166 | 193 | 83 | 14 | 14 | 14 | 14 | 30 | 14 | 3 | |
| | 10 | 47.5 | 140.9 | 290.2 | 119 | 165 | 89 | 14 | 14 | 14 | 15 | 11 | 14 | 2 | |
| | 11 | 57.9 | 126 | 297.6 | 60 | 122 | 93 | 13 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 1 | |
| | 12 | 64 | 180 | 300.4 | 96 | 60 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 60 | 15 | 12 | |
| Jul-21 | 7 | 7.6 | 158.9 | 120 | 92 | 93 | 29 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 34 | 6.1 | 5 | |
| | 8 | 21.5 | 156.9 | 238.2 | 181 | 182 | 59 | 12 | 12 | 12 | 12 | 55 | 12 | 4 | |
| | 9 | 35.1 | 152.8 | 274.1 | 173 | 188 | 71 | 14 | 14 | 14 | 14 | 41 | 14 | 3 | |
| | 10 | 48 | 145.4 | 289.8 | 127 | 161 | 77 | 14 | 14 | 14 | 14 | 18 | 14 | 2 | |
| | 11 | 59.3 | 131.2 | 297.4 | 67 | 117 | 80 | 8.8 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 1 | |
| | 12 | 66.5 | 180 | 300.5 | 85 | 53 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 53 | 15 | 12 | |
| Ago-21 | 7 | 9 | 157.21 | 143.2 | 99 | 106 | 18 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 59 | 7.3 | 5 | |
| | 8 | 23.6 | 165.6 | 249.9 | 194 | 174 | 33 | 12 | 12 | 12 | 12 | 87 | 12 | 4 | |
| | 9 | 38 | 162.6 | 283.4 | 187 | 170 | 40 | 14 | 14 | 14 | 14 | 71 | 14 | 3 | |
| | 10 | 52.1 | 156.7 | 298.3 | 135 | 137 | 43 | 15 | 15 | 15 | 15 | 40 | 15 | 2 | |
| | 11 | 65.2 | 143.8 | 305.5 | 69 | 91 | 45 | 15 | 15 | 15 | 15 | 12 | 15 | 1 | |
| | 12 | 74.6 | 180 | 308.3 | 50 | 32 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 32 | 15 | 12 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|----|
| 7 | 12.2 | 89.5 | 177.9 | 9.1 | 105 | 110 | 107 | 5.4 | 9.1 | 9.1 | 9.1 | 22 | 5 |
| 8 | 27.2 | 100.0 | 254.6 | 13 | 135 | 207 | 143 | 8.5 | 13 | 13 | 13 | 91 | 4 |
| 9 | 42.2 | 87.9 | 295.1 | 15 | 116 | 192 | 128 | 9.9 | 15 | 15 | 15 | 169 | 3 |
| 10 | 57.1 | 86.5 | 309.2 | 15 | 77 | 134 | 91 | 10 | 15 | 15 | 15 | 232 | 2 |
| 11 | 72.1 | 82.9 | 316 | 16 | 35 | 64 | 47 | 11 | 16 | 16 | 16 | 233 | 1 |
| 12 | 86.4 | 180 | 318.4 | 13 | 12 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 12 | 16 | 12 |
| 7 | 14.5 | 79.8 | 187.8 | 9.6 | 85 | 140 | 135 | 20 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 31 | 5 |
| 8 | 29.2 | 79.2 | 266.7 | 13 | 104 | 207 | 171 | 27 | 13 | 13 | 13 | 103 | 4 |
| 9 | 43.9 | 77.6 | 297.4 | 15 | 86 | 185 | 153 | 29 | 15 | 15 | 15 | 181 | 3 |
| 10 | 58.4 | 73.4 | 312.1 | 16 | 52 | 125 | 112 | 30 | 16 | 16 | 16 | 241 | 2 |
| 11 | 72.4 | 61.3 | 319.2 | 16 | 20 | 57 | 64 | 30 | 16 | 16 | 16 | 238 | 1 |
| 12 | 81.7 | 0 | 321.4 | 16 | 16 | 16 | 22 | 30 | 16 | 16 | 16 | 162 | 12 |
| 7 | 13.9 | 70.2 | 175 | 8.9 | 56 | 140 | 140 | 42 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 29 | 5 |
| 8 | 28 | 68.7 | 259.9 | 13 | 69 | 197 | 193 | 61 | 13 | 13 | 13 | 98 | 4 |
| 9 | 41.8 | 65.2 | 294.1 | 15 | 54 | 177 | 184 | 67 | 15 | 15 | 15 | 173 | 3 |
| 10 | 55 | 57.6 | 310.7 | 15 | 28 | 122 | 147 | 70 | 15 | 15 | 15 | 234 | 2 |
| 11 | 66.5 | 40.5 | 318.8 | 16 | 16 | 59 | 98 | 70 | 16 | 16 | 16 | 256 | 1 |
| 12 | 72.4 | 0 | 321.4 | 16 | 16 | 16 | 48 | 71 | 16 | 16 | 16 | 242 | 12 |
| 7 | 11 | 66.6 | 135.7 | 6.9 | 37 | 110 | 110 | 41 | 6.9 | 6.9 | 6.9 | 18 | 5 |
| 8 | 24.7 | 65.2 | 244 | 12 | 57 | 187 | 192 | 72 | 12 | 12 | 12 | 81 | 4 |
| 9 | 38.1 | 61.6 | 286 | 14 | 46 | 179 | 198 | 83 | 14 | 14 | 14 | 154 | 3 |
| 10 | 50.8 | 54.4 | 306.1 | 15 | 26 | 131 | 168 | 87 | 15 | 15 | 15 | 219 | 2 |
| 11 | 61.9 | 39.4 | 316.1 | 16 | 16 | 70 | 121 | 89 | 16 | 16 | 16 | 255 | 1 |
| 12 | 68.4 | 0 | 319.9 | 16 | 16 | 16 | 61 | 91 | 16 | 16 | 16 | 256 | 12 |
| | | | | N | NO | O | SO | S | SE | E | NE | HORIZONTAL | |

ANEXO 2

Resistencias Térmicas R de Transferencia de Calor de Algunos Elementos

TABLE 34—THERMAL RESISTANCES R: BUILDING AND INSULATING MATERIALS (Contd)

Value R per Btu / (hr) (sq ft)

| MATERIAL | DESCRIPTION | THICK- NESS (in.) | DENSITY (lb per cu ft) | WEIGHT (lb per sq ft) | RESISTANCE R | |
|--|---|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | | | | | Per Inch Thickness k | For Listed Thickness r |
| INSULATING MATERIALS | | | | | | |
| KEY AND BATT | Cotton (Loose) | | 0.8 - 2.0 | — | 3.85 | — |
| | Mineral Wool, Fibrous Form | | 1.5 - 4.0 | — | 3.70 | — |
| | Wood Fibre | | 3.2 - 3.6 | — | 4.00 | — |
| | Wood Fibre, multi-layer Batted Expanded | | 1.5 - 2.0 | — | 3.70 | — |
| BOARD AND SLABS | Glass Fibre | | 9.5 | — | 4.00 | — |
| | Wool or Laine Fibre | | | | | |
| | Asphalt Fibre | 1/8 | 22.4 | .93 | — | 1.19 |
| | Asphalt Fibre | 1/4 | 22.4 | 1.4 | — | 1.78 |
| | Asphalt Fibre (1/2" Thick) (1/2" Thick) | 1/2 | 15.0 | — | 2.86 | — |
| | Asphalt Fibre (1/2" Thick) (1/2" Thick) | 1/2 | 15.0 | 0.62 | — | 1.43 |
| | Asphalt Fibre (1/2" Thick) | | | | | |
| | Smoothed Paper (or Foil) (Control) | 1/8 | 20.0 | — | 2.63 | — |
| | Smoothed Paper (or Foil) (Control) | 1/4 | 20.0 | 0.83 | — | 1.32 |
| | Smoothed Paper (or Foil) (Control) | 3/8 | 20.0 | 1.31 | — | 2.06 |
| | Cellular Glass | | 9.0 | — | 2.50 | — |
| | Cork Board (Without Added Binder) | | 6.5 - 8.0 | — | 3.70 | — |
| | Reg. Ins. (With Asphalt Binder) | | 8.5 | — | 3.00 | — |
| | Plastic (Foamed) | | 1.62 | — | 3.45 | — |
| Wood Shredded (Cemented as Performed Slab) | | 22.0 | — | 1.82 | — | |
| LOOSE FILL | Macerated Paper or Polys Products | | 2.5 - 3.5 | — | 3.52 | — |
| | Wood Fibre, Redwood, Hemlock, or Fir | | 2.0 - 3.5 | — | 3.33 | — |
| | Mineral Wool (Glass, Slag, or Rock) | | 2.0 - 5.0 | — | 3.33 | — |
| | Sawdust or Shavings | | 8.0 - 15.0 | — | 2.22 | — |
| | Vermiculite (Expanded) | | 7.0 | — | 2.08 | — |
| | | | | | | |
| TYPE OF INSULATION | All Types | | | | | |
| | Performed, for use above deck | | | | | |
| | Approximately | 1/8 | 15.6 | .7 | — | 1.39 |
| | Approximately | 1/4 | 15.6 | 1.3 | — | 2.78 |
| | Approximately | 1 1/8 | 15.6 | 1.9 | — | 4.17 |
| | Approximately | 2 | 15.6 | 2.6 | — | 5.56 |
| | Approximately | 2 3/8 | 15.6 | 3.2 | — | 6.95 |
| | Approximately | 3 | 15.6 | 3.9 | — | 8.33 |
| AIR | | | | | | |
| AIR SPACES | POSITION | HEAT FLOW | | | | |
| | Horizontal | Up (Winter) | 1/4 - 4 | — | — | 0.85 |
| | Horizontal | Up (Summer) | 1/4 - 4 | — | — | 0.78 |
| | Horizontal | Down (Winter) | 1/4 | — | — | 1.02 |
| | Horizontal | Down (Winter) | 1 1/2 | — | — | 1.15 |
| | Horizontal | Down (Winter) | 6 | — | — | 1.23 |
| | Horizontal | Down (Summer) | 6 | — | — | 1.25 |
| | Horizontal | Down (Summer) | 1/2 | — | — | 0.83 |
| | Horizontal | Down (Summer) | 1 1/2 | — | — | 0.93 |
| | Horizontal | Down (Summer) | 6 | — | — | 0.70 |
| | Vertical | Up (Winter) | 1/4 - 4 | — | — | 0.87 |
| | Vertical | Down (Winter) | 1/4 - 4 | — | — | 0.87 |
| | Vertical | Down (Summer) | 1/4 - 4 | — | — | 0.82 |
| AIR FILM | POSITION | HEAT FLOW | | | | |
| | Horizontal | Up | | | | 0.17 |
| | Vertical | Up | | | | 0.19 |
| | Vertical | Down | | | | 0.26 |
| 15 Mph Wind | Any Position | Any Direction | | | | 0.17 |
| | Any Position | Any Direction | | | | 0.25 |

Notes: Paper, foil, or plastic film, when used in combination with a highly reflective material, is highly reflective of an air space, refer to Table 11, page 10.

ANEXO 3

Coeficiente U de Transmisión de Calor De Varios Elementos

ANEXO 5

Tabla Psicrométrica

ANEXO 6

Ganancia de Calor por Aplicaciones Miscelaneas

MISCELLANEOUS APPLIANCES

TABLE 1

| APPLIANCES | SPECIFICATIONS DATA | MFR MAX RATING | RECOM HEAT GAIN FOR AVG USE | | |
|---|--|----------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|
| | | Btu/hr | Sensible Heat Btu/hr | Latent Heat Btu/hr | Total Btu/hr |
| DROPTOP | | | | | |
| Dryer, Mechanical 15 amps, 115 volts | 1. 100% cap 2. 200% cap 3. 300% cap 4. 400% cap 5. 500% cap 6. 600% cap 7. 700% cap 8. 800% cap 9. 900% cap 10. 1000% cap | 4,500 | 2,400 | 400 | 2,800 |
| Dryer, Automatic 15 amps, 115 volts | 1. 100% cap 2. 200% cap 3. 300% cap 4. 400% cap 5. 500% cap 6. 600% cap 7. 700% cap 8. 800% cap 9. 900% cap 10. 1000% cap | 2,400 | 1,800 | 300 | 2,100 |
| Instant Wave Machine | | | 50 | 150 | 200 |
| Washing Machine Washer and Dryer | | | 12,000 | 73,400 | 85,400 |
| Ironing Board | | | 30 | 10 | 40 |
| Blanket Warmer | | | 4,500 | 3,500 | 8,000 |
| Dresser | | | 1,500 | 2,500 | 4,000 |
| Dresser | | | 2,500 | 3,500 | 6,000 |
| Dresser | | | 3,500 | 4,500 | 8,000 |
| Dresser | | | 4,500 | 5,500 | 10,000 |
| Dresser | | | 5,500 | 6,500 | 12,000 |
| Dresser | | | 6,500 | 7,500 | 14,000 |
| Dresser | | | 7,500 | 8,500 | 16,000 |
| Dresser | | | 8,500 | 9,500 | 18,000 |
| Dresser | | | 9,500 | 10,500 | 20,000 |
| Dresser | | | 10,500 | 11,500 | 22,000 |
| Dresser | | | 11,500 | 12,500 | 24,000 |
| Dresser | | | 12,500 | 13,500 | 26,000 |
| Dresser | | | 13,500 | 14,500 | 28,000 |
| Dresser | | | 14,500 | 15,500 | 30,000 |
| Dresser | | | 15,500 | 16,500 | 32,000 |
| Dresser | | | 16,500 | 17,500 | 34,000 |
| Dresser | | | 17,500 | 18,500 | 36,000 |
| Dresser | | | 18,500 | 19,500 | 38,000 |
| Dresser | | | 19,500 | 20,500 | 40,000 |
| Dresser | | | 20,500 | 21,500 | 42,000 |
| Dresser | | | 21,500 | 22,500 | 44,000 |
| Dresser | | | 22,500 | 23,500 | 46,000 |
| Dresser | | | 23,500 | 24,500 | 48,000 |
| Dresser | | | 24,500 | 25,500 | 50,000 |
| Dresser | | | 25,500 | 26,500 | 52,000 |
| Dresser | | | 26,500 | 27,500 | 54,000 |
| Dresser | | | 27,500 | 28,500 | 56,000 |
| Dresser | | | 28,500 | 29,500 | 58,000 |
| Dresser | | | 29,500 | 30,500 | 60,000 |
| Dresser | | | 30,500 | 31,500 | 62,000 |
| Dresser | | | 31,500 | 32,500 | 64,000 |
| Dresser | | | 32,500 | 33,500 | 66,000 |
| Dresser | | | 33,500 | 34,500 | 68,000 |
| Dresser | | | 34,500 | 35,500 | 70,000 |
| Dresser | | | 35,500 | 36,500 | 72,000 |
| Dresser | | | 36,500 | 37,500 | 74,000 |
| Dresser | | | 37,500 | 38,500 | 76,000 |
| Dresser | | | 38,500 | 39,500 | 78,000 |
| Dresser | | | 39,500 | 40,500 | 80,000 |
| Dresser | | | 40,500 | 41,500 | 82,000 |
| Dresser | | | 41,500 | 42,500 | 84,000 |
| Dresser | | | 42,500 | 43,500 | 86,000 |
| Dresser | | | 43,500 | 44,500 | 88,000 |
| Dresser | | | 44,500 | 45,500 | 90,000 |
| Dresser | | | 45,500 | 46,500 | 92,000 |
| Dresser | | | 46,500 | 47,500 | 94,000 |
| Dresser | | | 47,500 | 48,500 | 96,000 |
| Dresser | | | 48,500 | 49,500 | 98,000 |
| Dresser | | | 49,500 | 50,500 | 100,000 |
| Dresser | | | 50,500 | 51,500 | 102,000 |
| Dresser | | | 51,500 | 52,500 | 104,000 |
| Dresser | | | 52,500 | 53,500 | 106,000 |
| Dresser | | | 53,500 | 54,500 | 108,000 |
| Dresser | | | 54,500 | 55,500 | 110,000 |
| Dresser | | | 55,500 | 56,500 | 112,000 |
| Dresser | | | 56,500 | 57,500 | 114,000 |
| Dresser | | | 57,500 | 58,500 | 116,000 |
| Dresser | | | 58,500 | 59,500 | 118,000 |
| Dresser | | | 59,500 | 60,500 | 120,000 |
| Dresser | | | 60,500 | 61,500 | 122,000 |
| Dresser | | | 61,500 | 62,500 | 124,000 |
| Dresser | | | 62,500 | 63,500 | 126,000 |
| Dresser | | | 63,500 | 64,500 | 128,000 |
| Dresser | | | 64,500 | 65,500 | 130,000 |
| Dresser | | | 65,500 | 66,500 | 132,000 |
| Dresser | | | 66,500 | 67,500 | 134,000 |
| Dresser | | | 67,500 | 68,500 | 136,000 |
| Dresser | | | 68,500 | 69,500 | 138,000 |
| Dresser | | | 69,500 | 70,500 | 140,000 |
| Dresser | | | 70,500 | 71,500 | 142,000 |
| Dresser | | | 71,500 | 72,500 | 144,000 |
| Dresser | | | 72,500 | 73,500 | 146,000 |
| Dresser | | | 73,500 | 74,500 | 148,000 |
| Dresser | | | 74,500 | 75,500 | 150,000 |
| Dresser | | | 75,500 | 76,500 | 152,000 |
| Dresser | | | 76,500 | 77,500 | 154,000 |
| Dresser | | | 77,500 | 78,500 | 156,000 |
| Dresser | | | 78,500 | 79,500 | 158,000 |
| Dresser | | | 79,500 | 80,500 | 160,000 |
| Dresser | | | 80,500 | 81,500 | 162,000 |
| Dresser | | | 81,500 | 82,500 | 164,000 |
| Dresser | | | 82,500 | 83,500 | 166,000 |
| Dresser | | | 83,500 | 84,500 | 168,000 |
| Dresser | | | 84,500 | 85,500 | 170,000 |
| Dresser | | | 85,500 | 86,500 | 172,000 |
| Dresser | | | 86,500 | 87,500 | 174,000 |
| Dresser | | | 87,500 | 88,500 | 176,000 |
| Dresser | | | 88,500 | 89,500 | 178,000 |
| Dresser | | | 89,500 | 90,500 | 180,000 |
| Dresser | | | 90,500 | 91,500 | 182,000 |
| Dresser | | | 91,500 | 92,500 | 184,000 |
| Dresser | | | 92,500 | 93,500 | 186,000 |
| Dresser | | | 93,500 | 94,500 | 188,000 |
| Dresser | | | 94,500 | 95,500 | 190,000 |
| Dresser | | | 95,500 | 96,500 | 192,000 |
| Dresser | | | 96,500 | 97,500 | 194,000 |
| Dresser | | | 97,500 | 98,500 | 196,000 |
| Dresser | | | 98,500 | 99,500 | 198,000 |
| Dresser | | | 99,500 | 100,500 | 200,000 |
| Dresser | | | 100,500 | 101,500 | 202,000 |
| Dresser | | | 101,500 | 102,500 | 204,000 |
| Dresser | | | 102,500 | 103,500 | 206,000 |
| Dresser | | | 103,500 | 104,500 | 208,000 |
| Dresser | | | 104,500 | 105,500 | 210,000 |
| Dresser | | | 105,500 | 106,500 | 212,000 |
| Dresser | | | 106,500 | 107,500 | 214,000 |
| Dresser | | | 107,500 | 108,500 | 216,000 |
| Dresser | | | 108,500 | 109,500 | 218,000 |
| Dresser | | | 109,500 | 110,500 | 220,000 |
| Dresser | | | 110,500 | 111,500 | 222,000 |
| Dresser | | | 111,500 | 112,500 | 224,000 |
| Dresser | | | 112,500 | 113,500 | 226,000 |
| Dresser | | | 113,500 | 114,500 | 228,000 |
| Dresser | | | 114,500 | 115,500 | 230,000 |
| Dresser | | | 115,500 | 116,500 | 232,000 |
| Dresser | | | 116,500 | 117,500 | 234,000 |
| Dresser | | | 117,500 | 118,500 | 236,000 |
| Dresser | | | 118,500 | 119,500 | 238,000 |
| Dresser | | | 119,500 | 120,500 | 240,000 |
| Dresser | | | 120,500 | 121,500 | 242,000 |
| Dresser | | | 121,500 | 122,500 | 244,000 |
| Dresser | | | 122,500 | 123,500 | 246,000 |
| Dresser | | | 123,500 | 124,500 | 248,000 |
| Dresser | | | 124,500 | 125,500 | 250,000 |
| Dresser | | | 125,500 | 126,500 | 252,000 |
| Dresser | | | 126,500 | 127,500 | 254,000 |
| Dresser | | | 127,500 | 128,500 | 256,000 |
| Dresser | | | 128,500 | 129,500 | 258,000 |
| Dresser | | | 129,500 | 130,500 | 260,000 |
| Dresser | | | 130,500 | 131,500 | 262,000 |
| Dresser | | | 131,500 | 132,500 | 264,000 |
| Dresser | | | 132,500 | 133,500 | 266,000 |
| Dresser | | | 133,500 | 134,500 | 268,000 |
| Dresser | | | 134,500 | 135,500 | 270,000 |
| Dresser | | | 135,500 | 136,500 | 272,000 |
| Dresser | | | 136,500 | 137,500 | 274,000 |
| Dresser | | | 137,500 | 138,500 | 276,000 |
| Dresser | | | 138,500 | 139,500 | 278,000 |
| Dresser | | | 139,500 | 140,500 | 280,000 |
| Dresser | | | 140,500 | 141,500 | 282,000 |
| Dresser | | | 141,500 | 142,500 | 284,000 |
| Dresser | | | | | |

ANEXO 7

Características y Tamaños de Contaminantes

ANEXO 8

Ventiladores Sala de Neonatos

Fan

MARK: BCF-107 (760cfm)

BCF

Belt Drive Cabinet Fan

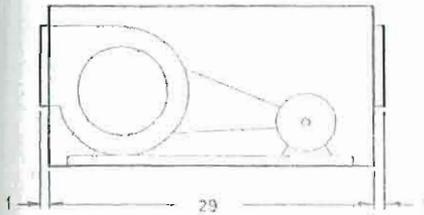
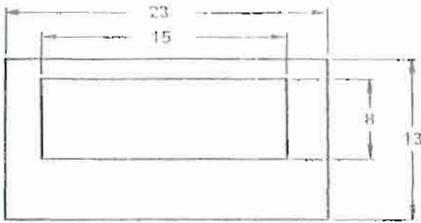
Tag: BCF-107 (760cfm)

CONSTRUCTION FEATURES

- Galvanized steel housing
- Hinged access panel on sizes (106, 206, 107, 207), bolted access panels on all larger sizes
- Motor and drive frame isolated on shock mounts
- Inlet and outlet duct connection flanges
- Ball bearing motors
- Fan shafts mounted in ball bearing pillow blocks
- Adjustable motor pulley
- Fan shaft pulley

SELECTED OPTIONS & ACCESSORIES

Top Horizontal Discharge



All dimensions shown are in units of inches.

Fan weight is without accessories.

OPTIONS

Max. Fan Weight (lb)

100

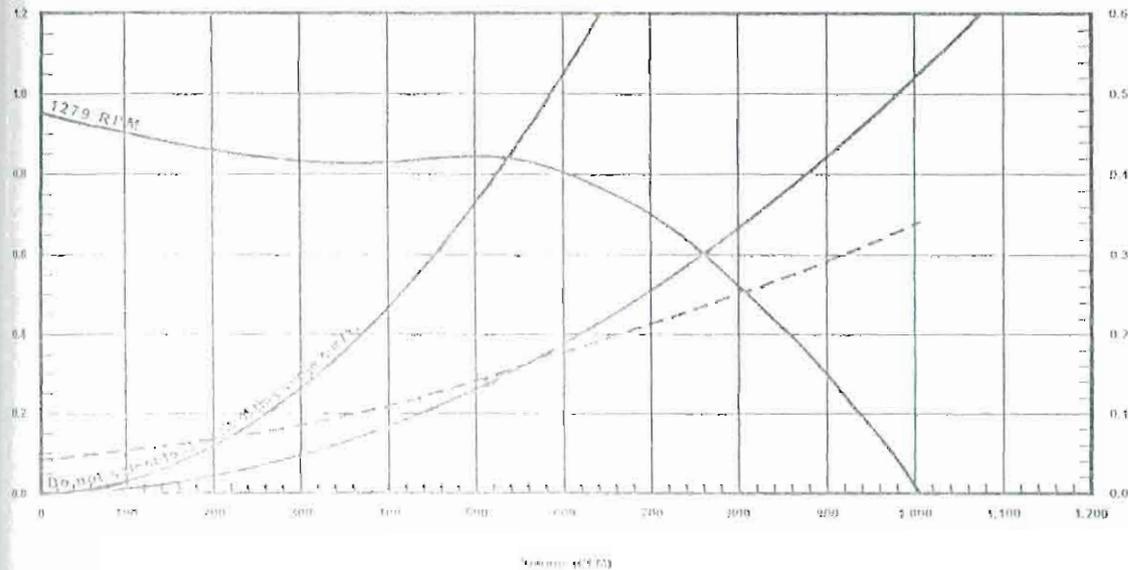
PERFORMANCE (Elevation ft = 0, Airstream Temperature °F = 74)

| Model | Volume (CFM) | SP (in wg) | Total SP (in wg) | FRPM | Operating Power (hp) | Motor Information | | | | | |
|-----------|--------------|------------|------------------|-------|----------------------|-------------------|----------|-------|------------|----------|---------|
| | | | | | | Size (hp) | V/C/P | Encl. | Motor RPM: | Windings | FLA (A) |
| BCF-107-4 | 760 | 0.6 | 0.6 | 1,279 | 0.24 | 1/4 | 115/60/1 | ODP | 1725 | 1 | 5.8 |

FLA - Based on Tables 150 or 148 of National Electrical Code 2002.

| Inlet Sound Power by Octave Band | | | | | | | | Lwa | dBA | Sones |
|----------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|----|-----|-----|-------|
| 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | | | | |
| 74 | 63 | 62 | 62 | 59 | 56 | 54 | 67 | 56 | 9 | |

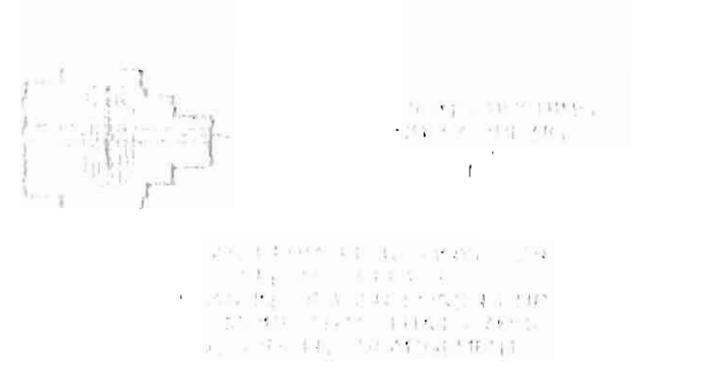
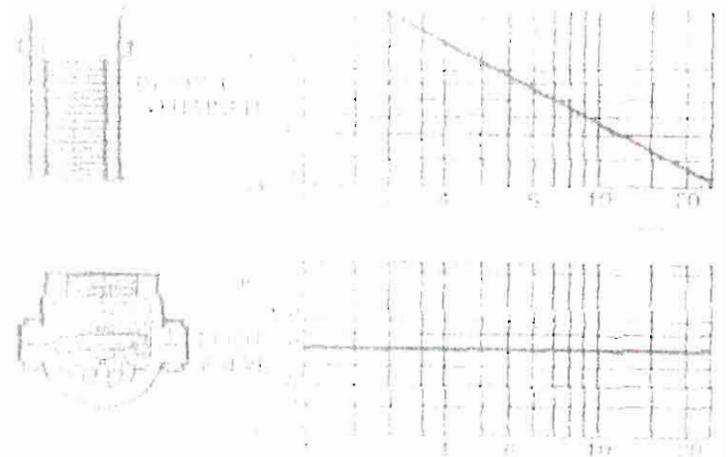
Lwa - A weighted sound power level, based on ANSI S1.4
 dBA - A weighted sound pressure level, based on 11.5 dB attenuation per octave band at 5.0 ft. Sones calculated using...



Power (hp) (dashed lines use this axis)

ANEXO 9

Coeficiente de Resistencia K para Válvulas Codos y Tee para accesorios de Tubería de Acero



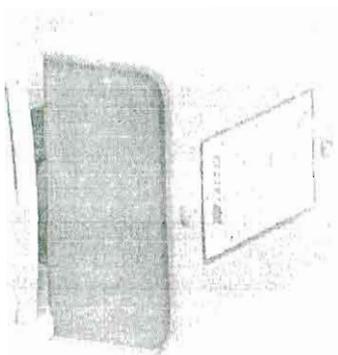
200 10000 10 10 1000 100
 100 10 1000 10
 1000 10 100 1000 100
 1000 10 100 1000 100

ANEXO 10

Especificaciones Técnicas de Bombas de Circulación de Agua Helada

Model 0012 Cartridge Circulator

The High Velocity series Type 0012 Cartridge Circulator is designed for high flow / medium head applications in Large Residential / Light Commercial Hydronic heating, Radiant heating, and Chilled Water cooling systems. The unique A/B anti-condensate baffle with ambient air flow prevents the build up of condensate on the motor windings when pumping chilled water. Its unique field-serviceable cartridge contains all moving parts. Replacing the cartridge rebuilds the circulator. With no mechanical seal, the self-lubricating, maintenance free design provides unmatched reliability. Compact and lightweight, with excellent performance characteristics, the 0012 is ideal for high efficiency jobs where space is a premium. Available in Cast Iron or Bronze construction.

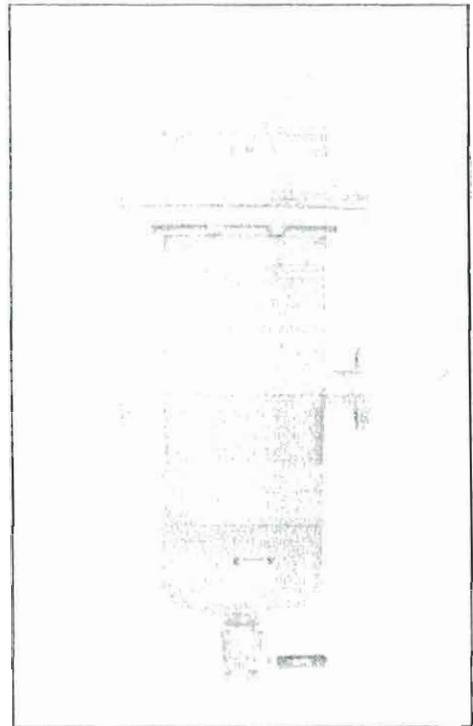


ANEXO 11

Especificaciones Técnicas de Separador de Aire

4900 Series Air Separators – Standard & High Velocity

Save money and lengthen the life of system pumps, piping, and components with the Taco 4900 Series air and dirt removal separators. The 4900 Series scrubber system is designed and constructed to ASME code, with technology proven in the field, around the world. Built with the quality and dependability that's made Taco famous for its performance and reliability. 4900 Series' internal PALL Ring basket assemblies have been developed with safety and ease of maintenance in mind.



Available with and without removable cover.

Patent# 5,123,938.



made **easy**

UL-File # E-List # 0211497
1994, UL Inc. USA

Air and dirt

Air and dirt trapped in the system can produce major problems such as reduced heat transfer, loss of efficiency, pipe corrosion, pump damage, increased energy consumption, and irritating noise. The highly efficient Taco 4900 Series separator, now with optional removable covers, clears the system of microbubbles, sand, dirt, and rust to save money, energy, and component wear. 4900 Series' stainless steel PALL Ring baskets can be removed by one person. Unlike many competitive models each 4900 unit is designed and constructed to the requirements of Section VIII of the ASME code as standard.

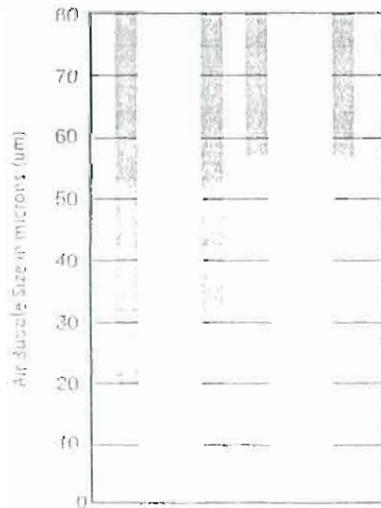
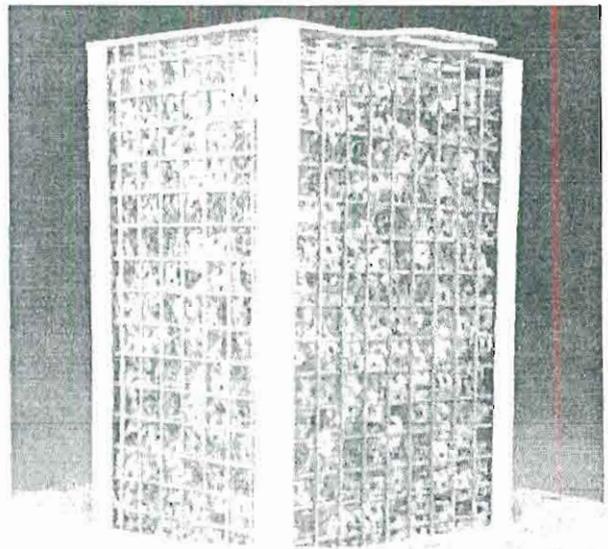
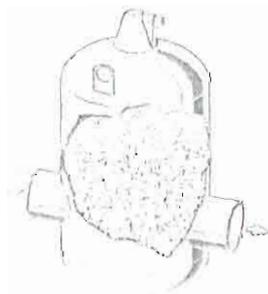
European PALL ring technology

The 4900 Series' integral PALL ring technology has been proven in countless European installations. PALL rings are used in the processing industry to mix gases with, or separate gases from liquids. The use of PALL rings in hydronic air separation is so unique, it's patented. By applying PALL ring technology to air and dirt separation, the 4900 Series will:

- Remove microbubbles as small as $18 \times 10^4 \text{ m}$ from the system;
- Remove air which has dissolved in the system's water;
- Remove air from places where an air vent cannot be installed;
- Remove and separate solid particles from the flow.

High efficiency

PALL ring technology has been used for many years in the processing industry. Taco's application of PALL rings to hydronic air and dirt separation is new to the HVAC industry. While air bubbles are separated by the PALL rings through a process known as coalescence, dirt particles are actually caught and sifted to the bottom of the tank, where they can be removed through a blowdown valve. The 4900 Series provides higher efficiency, with reduced pressure drops, so a somewhat smaller pump may be used for maximum efficiency.

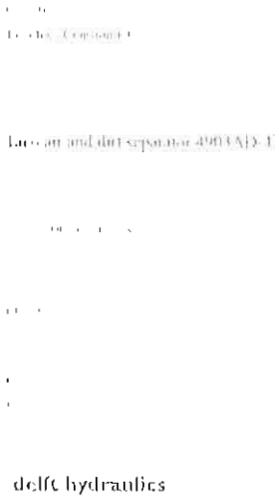


Taco 4900 Air Separator S



Delft Hydraulics has tested and certified the 4900 Series' superior performance for dirt and micro bubble removal. Choose from the 4900-A Series for air removal only, or the 4900-AD Series for air and dirt removal from any hydronic, heating or chilled water

system. Delft Hydraulics' 2004 and 2006 test reports for particle separation efficiency (shown below) provide information on the test procedures followed, show test results for particle separation, and offer conclusions and practical implications.

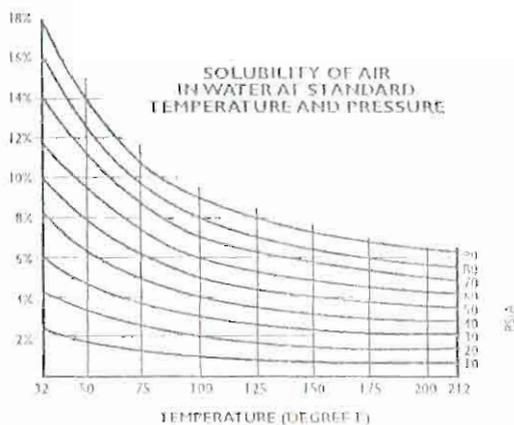


Air

Water contains a certain amount of entrained air. If this air comes out of solution, it can increase corrosion rates of metals within the system. In addition, air can form pockets at the top of pipes and heating units. These air pockets can actually restrict or block flow in a hydronic piping system. This is referred to as "air locking".

The table below shows a solubility curve for air in water. Note that at a fixed pressure, increasing the temperature reduces the amount of air that can be dissolved. For example, at 60 PSIA and 40°F, the water can contain just over 10% air by volume. At 60 PSIA and 200°F, the percentage decreases to just over 4%.

Conversely, at fixed temperature reducing the pressure reduces the amount of air that can be dissolved. For example at 100°F and 80 PSIA the water can contain 8% air by volume. At 100°F and 20 PSIA the percentage decreases to 2%.

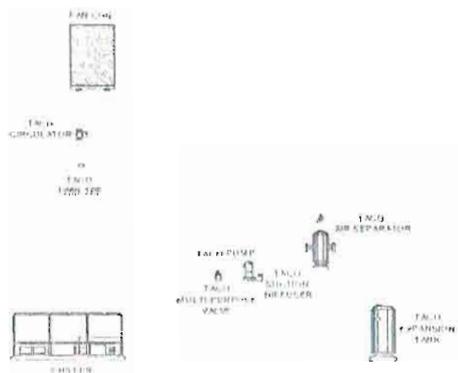
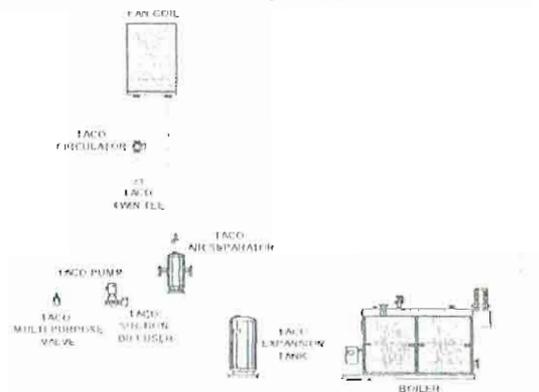


The conclusion is that air is least soluble in water at the highest temperature and lowest pressure. Air separators should therefore be located at these points.

The highest temperature in a system is typically on the discharge of boilers and inlet of chillers. Therefore, the general rule of thumb in hydronic systems is that "Air separators should be located downstream of boilers (Figure 2) and upstream of chillers (Figure 3)."

The lowest pressure in a system is typically at the expansion tank, since this is the point of no pressure change and the location of the fill valve. Therefore, the general rule of thumb in hydronic systems is that "Air separators should be located at the expansion tank connection to the system."

Boiler and Air Separator Location



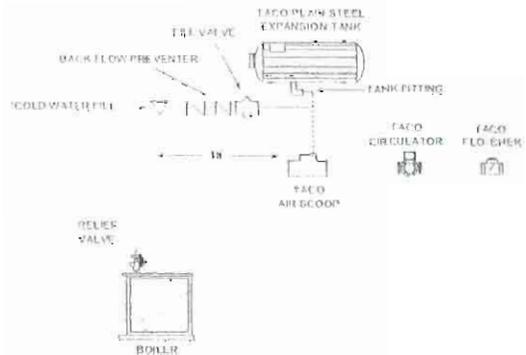
In addition, as water is heated from the fill temperature to the operating temperature, a great deal of air is released. Therefore, the simple act of bringing the water to operating temperature could lead to corrosion and air pockets, both of which should be avoided.

A method of removing this released air from the piping system is therefore required. Enter the air separator. An air separator is a device that removes the air from the circulating fluid.

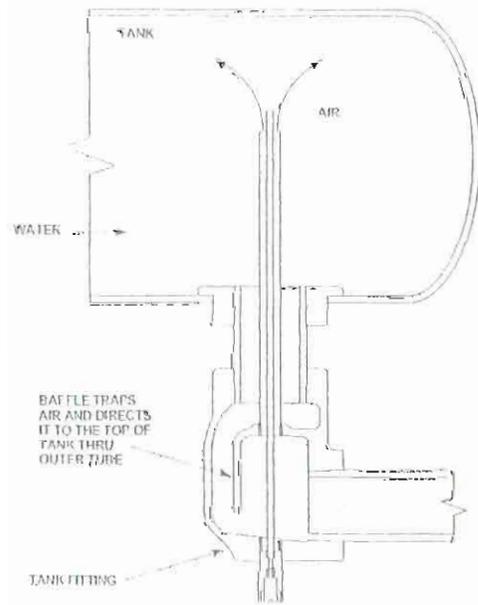
There are several types of air separators in use today. Depending upon the type of expansion tank used in the system, the air separator is part of an Air Control System or an Air Elimination System.

If a conventional (non-bladder) style expansion tank is used, it is desirable to redirect the separated air to the space above the water level in the expansion tank (Figure 4). The dotted line from the air separator (scoop) to the plain steel tank shows the proper connection, with the air piped from the scoop to the expansion tank through a special tank fitting.

This fitting directs the air to the top portion of the tank, and discourages air from migrating back into the system (Figure 5), when the system cools on the "off" cycle. Note that since the air is "recycled" to provide a cushion in the expansion tank, this system is called an "Air Control" system.

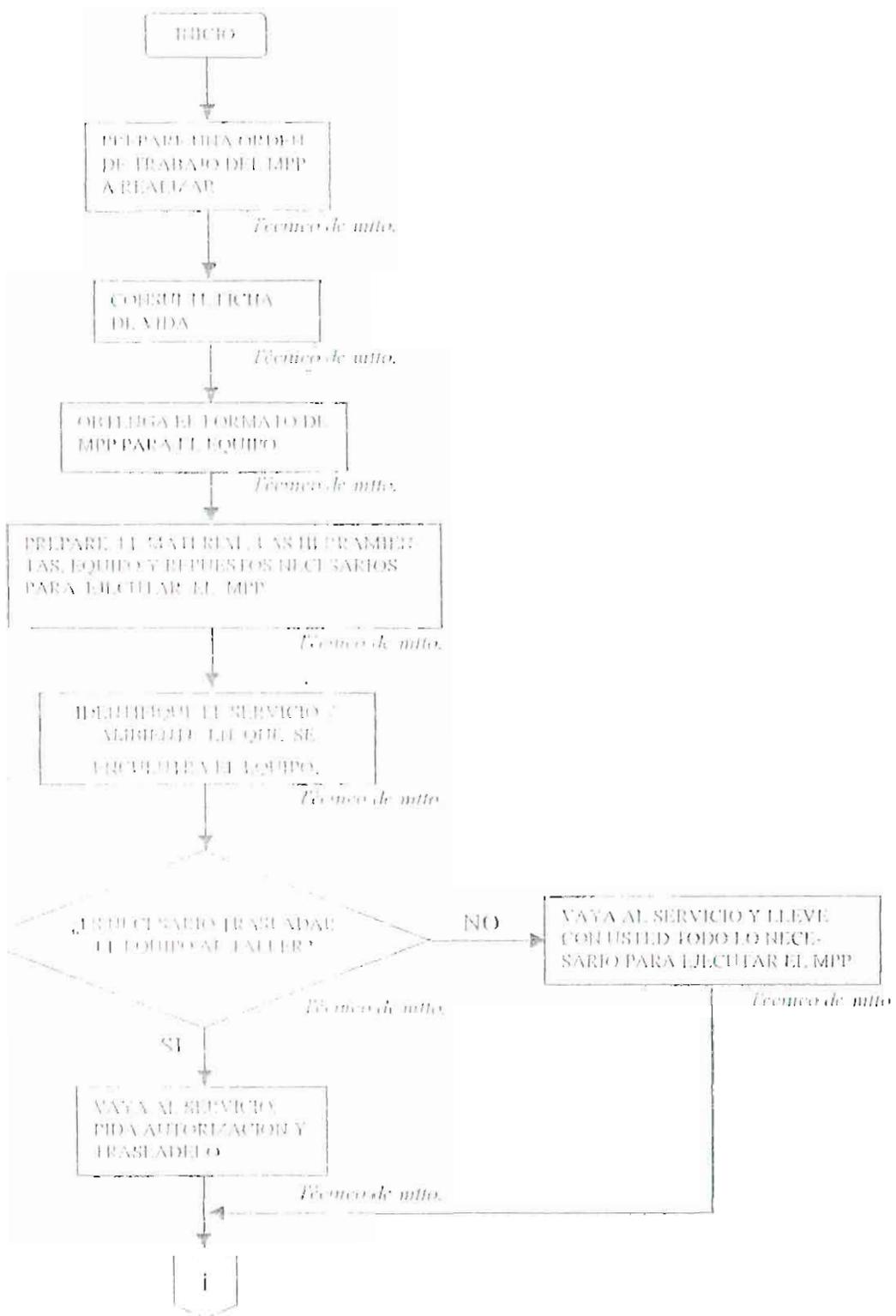


Note that the circulator is on the supply side of the boiler. This is the proper location, as it results in the highest pressure at the top of the system (if the circulator was on the return side of the boiler, the boiler pressure drop reduces the pressure at the top.) Having a higher pressure at the top keeps air in solution, and helps prevent problems and air binding.



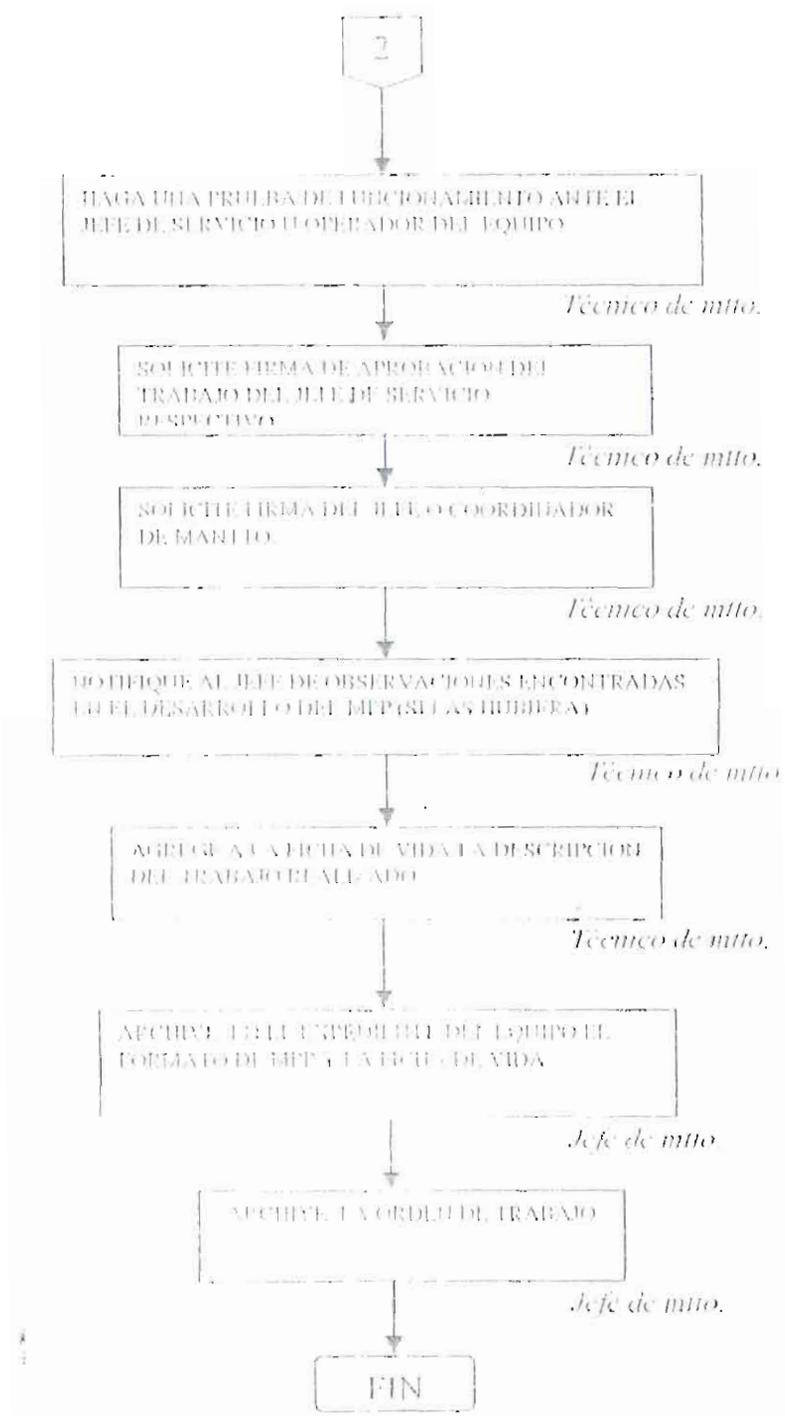
ANEXO 12

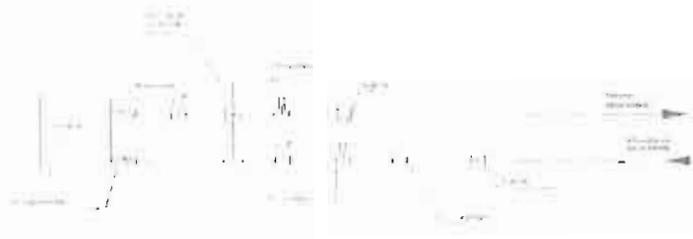
Flujograma de Mantenimiento





*El tiempo de la ejecución del mantenimiento preventivo no incluye el tiempo de preparación ni de transporte.

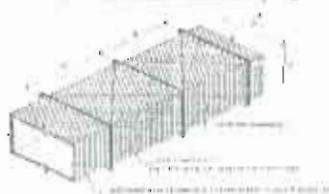




DETALLE TIPO DE CONEXION DE TUBERIA DE AGUA HELADA



DETALLE TIPO DE CONEXION DE TUBERIA DE AGUA HELADA

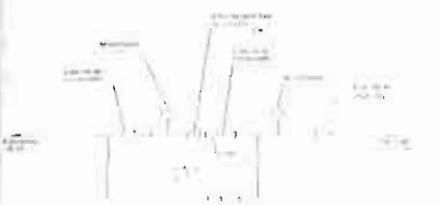


| TABLA DE MATERIALES | |
|---------------------|----------|
| 1 | Aluminio |
| 2 | Acero |
| 3 | PVC |
| 4 | Cobre |
| 5 | Aluminio |
| 6 | Acero |
| 7 | PVC |
| 8 | Cobre |
| 9 | Aluminio |
| 10 | Acero |
| 11 | PVC |
| 12 | Cobre |

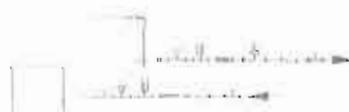


CONSTRUCCION DE DUCTOS DE BAJA PRESION - F.C.A.

ALIMENTACION DE AGUA A TABLAS DE CONDENSADOR



ALIMENTACION DE AGUA A TABLAS DE CONDENSADOR



ESQUEMA DE CONEXION A COMPRESOR

Simbología

| | |
|-------|----------|
| 1/1 | Aluminio |
| 1/2 | Acero |
| 1/3 | PVC |
| 1/4 | Cobre |
| 1/5 | Aluminio |
| 1/6 | Acero |
| 1/7 | PVC |
| 1/8 | Cobre |
| 1/9 | Aluminio |
| 1/10 | Acero |
| 1/11 | PVC |
| 1/12 | Cobre |
| 1/13 | Aluminio |
| 1/14 | Acero |
| 1/15 | PVC |
| 1/16 | Cobre |
| 1/17 | Aluminio |
| 1/18 | Acero |
| 1/19 | PVC |
| 1/20 | Cobre |
| 1/21 | Aluminio |
| 1/22 | Acero |
| 1/23 | PVC |
| 1/24 | Cobre |
| 1/25 | Aluminio |
| 1/26 | Acero |
| 1/27 | PVC |
| 1/28 | Cobre |
| 1/29 | Aluminio |
| 1/30 | Acero |
| 1/31 | PVC |
| 1/32 | Cobre |
| 1/33 | Aluminio |
| 1/34 | Acero |
| 1/35 | PVC |
| 1/36 | Cobre |
| 1/37 | Aluminio |
| 1/38 | Acero |
| 1/39 | PVC |
| 1/40 | Cobre |
| 1/41 | Aluminio |
| 1/42 | Acero |
| 1/43 | PVC |
| 1/44 | Cobre |
| 1/45 | Aluminio |
| 1/46 | Acero |
| 1/47 | PVC |
| 1/48 | Cobre |
| 1/49 | Aluminio |
| 1/50 | Acero |
| 1/51 | PVC |
| 1/52 | Cobre |
| 1/53 | Aluminio |
| 1/54 | Acero |
| 1/55 | PVC |
| 1/56 | Cobre |
| 1/57 | Aluminio |
| 1/58 | Acero |
| 1/59 | PVC |
| 1/60 | Cobre |
| 1/61 | Aluminio |
| 1/62 | Acero |
| 1/63 | PVC |
| 1/64 | Cobre |
| 1/65 | Aluminio |
| 1/66 | Acero |
| 1/67 | PVC |
| 1/68 | Cobre |
| 1/69 | Aluminio |
| 1/70 | Acero |
| 1/71 | PVC |
| 1/72 | Cobre |
| 1/73 | Aluminio |
| 1/74 | Acero |
| 1/75 | PVC |
| 1/76 | Cobre |
| 1/77 | Aluminio |
| 1/78 | Acero |
| 1/79 | PVC |
| 1/80 | Cobre |
| 1/81 | Aluminio |
| 1/82 | Acero |
| 1/83 | PVC |
| 1/84 | Cobre |
| 1/85 | Aluminio |
| 1/86 | Acero |
| 1/87 | PVC |
| 1/88 | Cobre |
| 1/89 | Aluminio |
| 1/90 | Acero |
| 1/91 | PVC |
| 1/92 | Cobre |
| 1/93 | Aluminio |
| 1/94 | Acero |
| 1/95 | PVC |
| 1/96 | Cobre |
| 1/97 | Aluminio |
| 1/98 | Acero |
| 1/99 | PVC |
| 1/100 | Cobre |

Diseño:
FESIS DE GRADO

Elaborado por:
Sylvia Patricia
Zevallos Alvarado

Fecha:
16 / 11 / 2007
Revisión:
19 / 11 / 2007

ESPOL

Cuadro:

DETALLES PARA SISTEMAS DE A.A.

Nº
2-b

S/Escala

ANEXO 13

Condiciones de Limpieza en Clínicas y Hospitales

En nuestro medio actual debemos tener el pleno conocimiento de que muchas enfermedades y virus gripales pueden ser transmitidos a través de los conductos de aire acondicionado, lo cual nos hace evidente la exigencia de controles estrictos en los espacios de hospitales y sala de cuidados intensivos, motivo por el cual se han realizado estudios para la prevención de epidemias por virus que se desarrollan fácilmente en estos sistemas.

En los estudios realizados de los gérmenes patógenos para el ser humano, los cuales pueden ser de origen animal o humano procedentes de la vías respiratorias que se expulsan al hablar, toser, estornudar, también pero en menor cantidad los provenientes del aparato digestivo o cutáneo. Mayormente estas enfermedades son de carácter respiratorio.

Dentro de las infecciones respiratorias que se han conocido al respecto tenemos "La enfermedad de los Legionario", la cual fue un brote epidémico que afectó a más de un ciento de personas y de las cuales fallecieron una veintena de aquí se logró identificar la bacteria "*Legionella pneumophila*" sin embargo hasta la actualidad se conocen casos de brotes de esta enfermedad. A continuación mencionaremos la denominación de las infecciones adquiridas en centros hospitalarios y ciertas bacterias y virus que son la fuente de infección.

A las infecciones adquiridas dentro de un centro hospitalario se denominan *infecciones nosocomiales*. La figura a continuación muestra la cadena epidemiológica de las infecciones adquiridas en clínicas u hospitales; donde muestra como va desde el agente infeccioso hasta el huésped susceptible e indica el momento donde se puede combatir dicha infección.

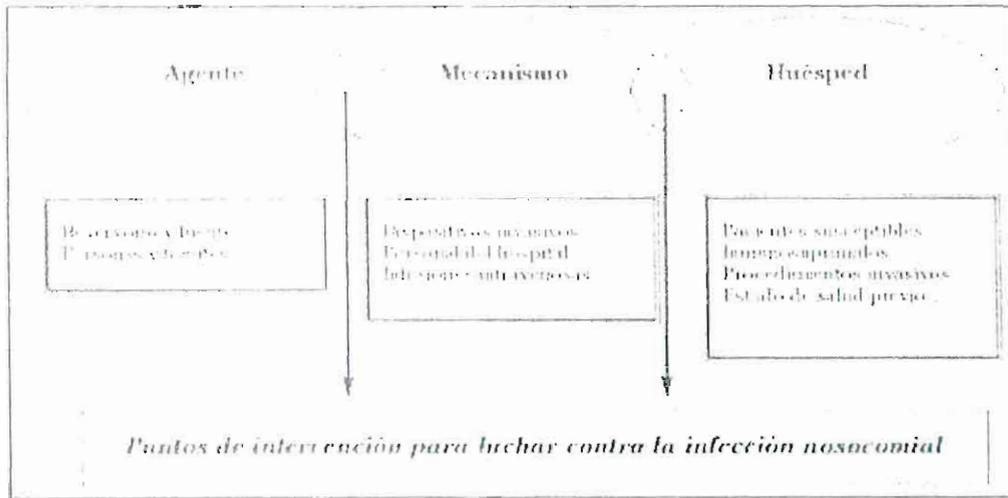


Fig. 1: Cadena Epidemiológica de las Infecciones Nosocomiales.

Dentro de los reservorios y fuentes del agente infeccioso tenemos ⁽⁷⁾:

Acinetobacter sp Se encuentra en el suelo y en el agua y es saprófito humano (piel, 25%; vagina, 5-15%). Capaz de sobrevivir en lugares húmedos, jabones, desinfectantes y equipos de respiración mecánica.

Enterobacter sp Saprófito habitual del intestino humano, puede asentar en tracto urinario, respiratorio o la herida quirúrgica con consecuencia de infecciones en esa localización.

Pseudomonas sp Bacilos gram-negativos ampliamente distribuidas en agua y suelos, capaces de sobrevivir en recodos húmedos de los equipos de asistencia (nebulizadores, sondas de aspiración traqueal, circuitos de respiradores, conductos de difícil acceso para el lavado y secado en los endoscopios que quedan húmedos).

Serratia Bacilos gram-negativos de distribución similar a las Pseudomonas. Se han encontrado en gran variedad de plantas, pero probablemente provengan de los suelos.

Clostridium difficile Saprófito habitual del intestino del hombre, es el agente de la colitis pseudomembranosa y responsable de brotes de diarreas asociada al uso de antibióticos y particularmente la clindamicina, en virtud del desequilibrio de la flora intestinal y predominio de este germen resistente a la clindamicina. Se ha aislado en el 7% de los pacientes a su ingreso y en el 28% de los pacientes ingresados (N Eng J Med, 1999, 341: 1690-1691).

Klebsiella sp Bacilos gram-negativos, ampliamente distribuidos en suelo, agua y semillas y son comensales habituales del intestino humano y faringe, y de animales.

Candida sp Hongos levaduriformes que constituyen un componente transitorio de la flora comensal de lugares húmedos de temperatura adecuada (piel, boca, vagina, heces de la especie humana). El 30-50% de la población sana son portadores. La *Candida parapsilosa* es la especie más comúnmente aislada de las manos del personal sanitario.

Aspergillus sp Hongo filamentoso que vive y se reproduce formando esporas en el medio ambiente, en los suelos y materiales en descomposición (estiércol de los fiestos y los cultivos de plantas). La remoción de estos materiales y en particular de los escombros en obras hace que las esporas pasen al aire donde por su pequeño tamaño pueden permanecer a favor de corrientes.

Legionella sp Bacilos gram-negativos que viven y se reproducen en el biofilm que recubre el interior de los tanques, depósitos y remansos de agua, incluido el agua de beber. Puede mantenerse en lugares húmedos, en los aerosoles que se producen por salpicaduras o remolinos del chorro de salida de grifos y duchas.

Rizopus Hongo filamentoso, ubicuo que se reproduce con formas vegetativas en medios húmedos con abundante materia orgánica (mohos) y temperatura adecuada. Forma esporas que se diseminan por las corrientes de aire, y su concentración se han visto aumentar en las proximidades de las obras de remodelación y producción de escombros en los hospitales.

EAMR Coco Gram-positivo que produce las lesiones piógenas habituales de (*Staphylococcus aureus* piel (atribuible a su capacidad coagulasa-positiva) y es capaz de Meticilin Resistente) sobrevivir en pliegues de piel (axilas, ingles) y vestibulo nasal (20-60 % de portadores humanos en esa localización). La variedad MR es resistente a los antibióticos del grupo meticilina, con lo que son difíciles de tratar.

Estafilococcus Cocos Gram positivos, saprófito habitual de la piel del hombre, sin epidemias capacidad coagulasa positiva.

Enterococo Cocos gram-positivos que incluyen varias especies de estreptococos grupo D. Son comensales habituales del intestino del hombre.

Listeria Bacilo gram-positivo saprófito del intestino del ganado vacuno y lanar; 20% (6-70%) de portadores humanos sanos en intestino, vagina y faringe. Capaz de sobrevivir en superficies secas o húmedas 20-30 días, y en los alimentos del ganado (forraje almacenado) y humano (lechuga, apio crudos y carnes de animales y derivados).

M. Tuberculosis Complejo bacilo ácido-alcohol resistente causante de la tuberculosis en el hombre. El reservorio son las lesiones humanas y para el *Mycobacterium bovis* ciertas especies de mamíferos. Los bacilos que escapan de la fuente con el esputo pueden permanecer viables varias semanas en el medio y transmitirse por el aire.

Sarna Ectoparasitosis caracterizada por la invasión de la capa córnea de la piel por el ácaro *Sarcoptes Scabies* var. *hominis*.

Estos son las fuentes o reservorios humanos, dentro de las consideradás del medio ambiente tenemos: fómites (se refiere a cualquier objeto que puede entrar en contacto con el paciente y actúa como vehículo de infección), el aire y el suelo (especialmente para esporas de larga vida: *aspergillus* y hongos mucolares) y fuente animal pero en nuestro caso es menos frecuente

Dentro de los mecanismos de infección tenemos:

Tabla 1: Mecanismos de Transmisión de Infecciones Nosocomiales

| Mecanismo de transmisión | Puerta de entrada más común |
|---|--|
| Contacto directo - Manos contaminadas - Gotitas respiratorias | Cutánea, Gotífera, respiratoria digestiva, urinaria Respiratoria |
| Contacto indirecto (fómites contaminados) - Alimentos - Instrumental - Antisépticos y tuberos | Digestiva Digestiva, urinario Herida quirúrgica |
| Aire - Nube de gotitas - Polvos | Respiratoria, herida quirúrgica Respiratoria, herida quirúrgica |
| Otros mecanismos - Vector (mosquitos, etc.) - Agua | Inoculación, mixtas Digestiva, mixtas |

Y para terminar la cadena epidemiológica; agente infeccioso que abandona el reservorio/fuente de infección a través de los mecanismos de transmisión, alcanza la puerta de entrada del huésped y si la susceptibilidad de éste es adecuada se producirá la infección.

Dentro de las causas que provocan estas infecciones tenemos:

Podemos mencionar los gérmenes implicados a la estructura (Aire Acondicionado) mediante la siguiente tabla 3:

Tabla 3: Gérmenes e Infraestructura como mecanismo de Transporte

| | |
|---|-------------|
| Infecto por | Gérmenes |
| Registros de infecciones de tipo bacteriano de enfermedades infecciosas virales, las infecciones de parásitos animales que producen neumonía por hongos, etc. | Ascomycetes |
| Viruses, bacterias, hongos de tipo que puede afectar todas las infraestructuras de protección | Espongiaria |
| Infecciones de tipo bacteriano y control de habitaciones de protección de tipo de tipo de tipo | Mollicutes |

En donde se observa que todas las infecciones que utilizan la infraestructura de un hospital (no solo de hospitales o clínicas, puede ser en otros edificios también), como mecanismo de transmisión el sistema de aire acondicionado, lo cual nos pone en alerta para tomar las medidas adecuadas.

Una de las medidas más usadas, según las Normas ASHRAE es la utilización de filtros de alta eficiencia que se muestra la tabla 4.

Al mismo tiempo; una adecuada ventilación; se recomienda un mínimo de 6 renovaciones aire/hora, y en ciertos casos, debería incrementarse a un mínimo de 12 cambios/hora.

Entre ciertas recomendaciones generales podemos señalar: que la entrada de flujo de aire estará en el lado opuesto al de la extracción, el cuarto deberá cerrarse bien (puertas y ventanas), la puerta cerrará perfectamente evitando el paso del aire.

Control de presión (ver tabla 5), Presión positiva en el interior de la habitación con respecto al pasillo. Para ello, la razón de entrada de aire será un 10-20% superior al expulsado, este es un método de presurización, existen dos más.

No se deberá colocar plantas, flores alfombras o demás que puedan ser reservorios de bacterias en las cercanías de estas habitaciones.

Se realizarán las limpiezas del cuarto, paredes, pisos, etc. cada semana con los instrumentos adecuados.

Para la filtración nos basamos en la Norma ASHRAE 52-76, a continuación una tabla correspondiente a la norma mencionada.

Además de estas observaciones debemos: mantener que el nivel de ruido sea menor a los 40 dBA. La velocidad del aire dentro de la salas será de 0,20 a 0,30 m/seg, para evitar la formación de turbulencias.

Para la limpieza de la superficie externa de las rejillas de entrada y salida de aire se hará diariamente. Cada seis meses, se desmontarán las rejillas para realizar una limpieza completa y posterior desinfección.

La limpieza se realizará con agua y jabón e hipoclorito sódico (lejía comercial en una dilución de 1:10) o un derivado aldehídico al 1% para la desinfección. Todos los aparatos que tengan ventilador deberán limpiarse fuera del quirófano mediante soplado.

Para evitar brotes de infección debemos tomar en cuenta:

- Las nuevas instalaciones deberán de adecuarse a la reglamentación vigente sobre normas básicas UNE 100-030-9419 para la prevención de la Legionella en instalaciones (temperatura 70°C).
- En las labores de mantenimiento se incluirán al mismo tiempo las tareas de limpieza y desinfección de los componentes estructurales.
- Las tomas de aire de los equipos dispondrán de filtros para disminuir la entrada de suciedad al interior del equipo

Si las instalaciones son de funcionamiento continuo, se realizarán mínimo una limpieza y desinfección general dos veces al año y en las siguientes circunstancias:

Puesta en marcha por primera vez la instalación, con el fin de eliminar la contaminación que pudiera haberse producido durante la construcción. Después de haber estado parada durante un tiempo igual o superior al mes.

Puesta en funcionamiento, si la misma hubiera sido manipulada en operaciones de mantenimiento o modificada su estructura original por cualquier motivo, de manera que pudiera haber sido contaminada

El Programa de mantenimiento y desinfección preventivo que constará ⁽⁷⁾:

- Mantenimiento y limpieza de los componentes estructurales de la instalación que garantice la ausencia de desperfectos, incrustaciones, corrosiones, lodos, suciedad en general y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento del equipo.

Tabla 6. Mantenimiento de los equipos de masas de aire.

| Equipos | Equipos con | Equipos de | Desinfección |
|---|------------------------------------|---|---|
| Torre de refrigeración Condensadores evaporativos | | Mensajes densos y limpieza humedades. | Mínimo 1 vez por Sempre tras parada de larga duración o tras reparación |
| Aperturas de flujo de aire y aislamiento con aperturas | Mensajes | Arreglo limpiar cuerpo y controlar reparación de estado | |
| Unidades de tratamiento de aire | | Cada tres meses abrir y limpiar Arreglo de la superficie de contacto con un tratamiento total. | |
| Unidades de tratamiento de agua | Mensajes limpieza reparación | Mensajes todas las semanas | |
| Unidades de tratamiento de aire | | Cada tres meses limpieza desinfección con alcohol | |

Tabla 7. Técnica de desinfección con cloro de torre de refrigeración y condensadores evaporativos.

| Partes | Desinfección |
|----------------|---|
| Cuerpo | Inyectar el cloro en el punto de entrada de aire en el chorro de agua y en las rejillas |
| Refrigeración | Reparación y limpieza de la torre y de los condensadores evaporativos por medio de una bomba de cloro |
| Neutralización | Neutralizar con bicarbonato de sodio 10% de agua por las partes de la torre y de la bomba |
| Agua | Verificar el nivel de agua en el condensador y limpiar |
| Flujo de aire | Arreglo de la limpieza y cloro de la parte de la torre y de la bomba |
| Refrigeración | Reparación y limpieza de la torre y de los condensadores evaporativos y repone el agua en la torre |
| Neutralización | Neutralizar con bicarbonato de sodio 10% de agua por las partes de la torre y de la bomba |
| Cuerpo | Cada tres meses limpiar y desinfectar |
| Flujo de agua | Verificar el nivel de agua en el condensador y limpiar |

- Desinfección del agua del circuito de refrigeración de manera que se garantice su inocuidad microbiológica.

Toda instalación deberá permitir el acceso fácil para las operaciones de limpieza y mantenimiento.

Al realizar estas observaciones a la hora de establecer la correcta infraestructura en un hospital o clínica, y con los mantenimientos se garantiza un adecuado control de la propagación de estas infecciones, sin embargo además de esto se pueden utilizar otros métodos de desinfección, de los cuales se menciona.

Radiaciones ultravioletas

La capacidad germicida está condicionada por la intensidad y el tiempo de exposición, utilizando una alta intensidad en poco tiempo es casi igual a utilizar baja intensidad durante más tiempo. Generalmente estas lámparas están preparadas para actuar en ambientes a 27 grados. Su eficiencia depende de la distancia hacia el foco transmisor. Se considera que desde la parte alta de la

habitación se produce una reducción de la concentración bacteriana por el efecto de movimiento continuo del aire de una a tres veces por minuto.

Tienen efectos nocivos sobre la piel y mucosa ocular por lo que la exposición no debe sobrepasar la dosis de 0,5 microW/cm² en 8 horas.

Parecen ser muy eficaces en condiciones ideales, pero en la práctica, con aire en movimiento, resultan menos efectivas.

Desinfectantes químicos

Como los mencionados en la tabla 7

Supresión de polvo

Se orientan básicamente hacia medidas que eviten su acumulación en suelos y paredes así como a su fijación sobre superficies. Mediante sistemas de limpieza con productos adecuados se reduce este eslabón de la cadena. Sin embargo solo utilizando este método no se garantiza la reducción de infecciones, es un paso que no se puede obviar.

Existen muchas normas que rigen la limpieza de áreas y sistemas que conforman un área de hospital de cuidados especiales

Referencias:

- ASHRAE Handbook: Applications, Systems.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Informe UNE. Climatización. Guía para la Prevención de la Legionella en instalaciones. UNE 100-030-94. Madrid 1994.
- Comisión Clínica de Infecciones. Guía para la prevención y control de la infección hospitalaria. Hospital La Paz, Madrid 1998.
- Gálvez R, Delgado M, Guillén JF. Infección hospitalaria. Universidad de Granada. 1993.
- Manual Para el Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud. Fundación Natura. Quito - Ecuador 1997.
- Prevention and control of nosocomial pulmonary aspergillosis. En: CDC Guidelines for Prevention of Nosocomial Pneumonia, 1994. MMWR 1997; 46 (Nº 12R): 58-62

ANEXO 14

Cálculo de Carga Sala de Neonatos No Sanos Programa Carrier

ZONE DESIGN COOLING LOAD SUMMARY

Zone Name : KENNEDY SAMBORONDON
 Location : Guayaquil, Ecuador
 Job Name : NEONATOS
 Prepared By : alv
 Carrier Hourly Analysis Program

14-11-07
 Jan 1500h
 6021589110
 Page 1 of 2

| LOAD COMPONENT | SENSIBLE (BTU/hr) | LATENT (BTU/hr) |
|---------------------------------|----------------------|--------------------|
| SOLAR GAIN | 0 | 0 |
| GLASS TRANSMISSION | 0 | 0 |
| WALL TRANSMISSION | 0 | 0 |
| ROOF TRANSMISSION | 0 | 0 |
| TRANS. LOSS TO UNCOND. SPACE | 3,139 | 0 |
| LIGHTING (998 W TOTAL) | 3,403 | 0 |
| OTHER ELEC. (0 W TOTAL) | 0 | 0 |
| PEOPLE (5.99 PEOPLE TOTAL) | 1,468 | 1,228 |
| MISCELLANEOUS LOADS | 4,926 | 2,400 |
| COOLING INFILTRATION | 0 | 0 |
| COOLING SAFETY LOAD | 1,294 | 363 |
| ----- | | |
| SUB-TOTALS | 14,230 | 3,991 |
| NET VENTILATION LOAD (694 CFM) | 13,481 | 30,747 |
| SUPPLY FAN LOAD (BHP= 0.3) | 842 | 0 |
| ROOF LOAD TO PLENUM | 0 | 0 |
| LIGHTING LOAD TO PLENUM | 0 | 0 |
| ----- | | |
| TOTAL COOLING LOADS | 28,552 | 34,738 |
| ----- | | |
| TOTAL COOLING LOAD = | 63,290 BTU/hr | |
| or 5.27 Tons or | 63.0 sqft/Tons | |
| ZONE TOTAL FLOOR AREA = | 332.50 sqft | |
| ZONE OVERALL U-FACTOR = | 0.000 BTU/hr/sqft/F | |

Transmission and Solar Gain by Exposure

| LOAD COMPONENT | AREA (sqft) | TRANSMISSION (BTU/hr) | SOLAR GAIN (BTU/hr) |
|-----------------|----------------|--------------------------|------------------------|
| ----- | | | |
| GLASS LOADS: NE | 0 | 0 | 0 |
| E | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 |
| S | 0 | 0 | 0 |
| SW | 0 | 0 | 0 |
| W | 0 | 0 | 0 |
| NW | 0 | 0 | 0 |
| N | 0 | 0 | 0 |
| H | 0 | 0 | 0 |
| WALL LOADS: NE | 0 | 0 | - |
| E | 0 | 0 | - |
| SE | 0 | 0 | - |
| S | 0 | 0 | - |
| SW | 0 | 0 | - |
| W | 0 | 0 | - |
| NW | 0 | 0 | - |
| N | 0 | 0 | - |

ZONE DESIGN COOLING LOAD SUMMARY

Zone Name : KENNEDY SAMBORONDON
Location : Guayaquil, Ecuador
Job Name : NEONATOS
Prepared By : alv
Carrier Hourly Analysis Program

14-11-07
Jan 1500h
6021589110
Page 2 of 2

COIL SELECTION PARAMETERS

| | | |
|---------------------------------|---|------------------|
| COIL ENTERING AIR TEMP. (DB/WB) | = | 92.0/ 80.0 deg F |
| COIL LEAVING AIR TEMP. (DB/WB) | = | 53.9/ 53.7 deg F |
| COIL SENSIBLE LOAD | = | 28,552 BTU/hr |
| COIL TOTAL LOAD | = | 63,290 BTU/hr |
| COOLING SUPPLY AIR TEMPERATURE | = | 55.0 deg F |
| TOTAL COOLING CFM (actual) | = | 694 CFM |
| TOTAL COOLING CFM (std. air) | = | 693 CFM |
| COOLING CFM/sqft | = | 2.09 CFM/sqft |
| RESULTING ROOM REL. HUMIDITY | = | 55 % |
| COIL BYPASS FACTOR | = | 0.100 |

MAXIMUM ZONE COOLING LOADS

Location : Guayaquil, Ecuador . .
 Prepared By : alv
 Carrier Hourly Analysis Program

14-11-0
 602158911
 Page 1 of

Zone Name : KENNEDY SAMBORONDON

| No. | Month | Hour | Sensible Load (Tons) | Total Load (Tons) | Supply Air (CFM) |
|-----|-------|------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | Jan | 1500 | 2.38 | 5.27 | 694 |
| 2 | Jan | 1700 | 2.25 | 5.25 | 694 |
| 3 | Feb | 1700 | 2.25 | 5.25 | 694 |
| 4 | Dec | 1700 | 2.19 | 5.24 | 694 |
| 5 | Feb | 1200 | 2.07 | 4.98 | 694 |
| 6 | Jan | 900 | 1.63 | 4.43 | 694 |
| 7 | Dec | 800 | 1.44 | 4.17 | 694 |
| 8 | Jun | 1500 | 1.82 | 4.02 | 694 |
| 9 | Jun | 1300 | 1.63 | 3.99 | 694 |
| 10 | Jun | 1000 | 1.19 | 3.27 | 694 |

ZONE DESIGN COOLING LOAD SUMMARY

Zone Name : KENNEDY SAMBORONDON
Location : Guayaquil, Ecuador
Job Name : NEONATOS
Prepared By : alv
Carrier Hourly Analysis Program

14-11-07
Jan 1500h

6021589110
Page 2 of 2

COIL SELECTION PARAMETERS

| | | |
|---------------------------------|---|------------------|
| COIL ENTERING AIR TEMP. (DB/WB) | = | 92.0/ 80.0 deg F |
| COIL LEAVING AIR TEMP. (DB/WB) | = | 53.9/ 53.7 deg F |
| COIL SENSIBLE LOAD | = | 27,473 BTU/hr |
| COIL TOTAL LOAD | = | 60,899 BTU/hr |
| COOLING SUPPLY AIR TEMPERATURE | = | 55.0 deg F |
| TOTAL COOLING CFM (actual) | = | 668 CFM |
| TOTAL COOLING CFM (std. air) | = | 667 CFM |
| COOLING CFM/sqft | = | 2.01 CFM/sqft |
| RESULTING ROOM REL. HUMIDITY | = | 55 % |
| COIL BYPASS FACTOR | = | 0.100 |

| | | | | |
|-------------|----|---|---|---|
| WALL LOADS: | NE | 0 | 0 | - |
| | E | 0 | 0 | - |
| | SE | 0 | 0 | - |
| | S | 0 | 0 | - |
| | SW | 0 | 0 | - |
| | W | 0 | 0 | - |
| | NW | 0 | 0 | - |
| | N | 0 | 0 | - |

ANEXO 15

Planos

BIBLIOGRAFÍA

- 1) ASHRAE. Handbook of Fundamentals, 1972
- 2) ASHRAE. Handbook, Systems And Equipments, 1972
- 3) ASHRAE. Handbook, Applications, 1972.
- 4) BURGESS H. JENNIGS Y SAMUEL R. LEWIS. Aire Acondicionado y Refrigeración, Compañía Editorial Continental, S A., primera edición, décimo sexta reimpresión, México 1991.
- 5) CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY, System Design Manual, Part 1, 2, 3 Editorial Mc Graw Hill, Novena Edición 1972, Syracuse, New York.
- 6) GPM Goulds Pump Manual; Cuarta Edición, 1982, Goulds Pumps. INC.

13) <http://www.construir.com> (ENCICLOPEDIA DE LA CONSTRUCCIÓN)

14) http://www.hospikennedy.med.ec/paginas/art_mes.php

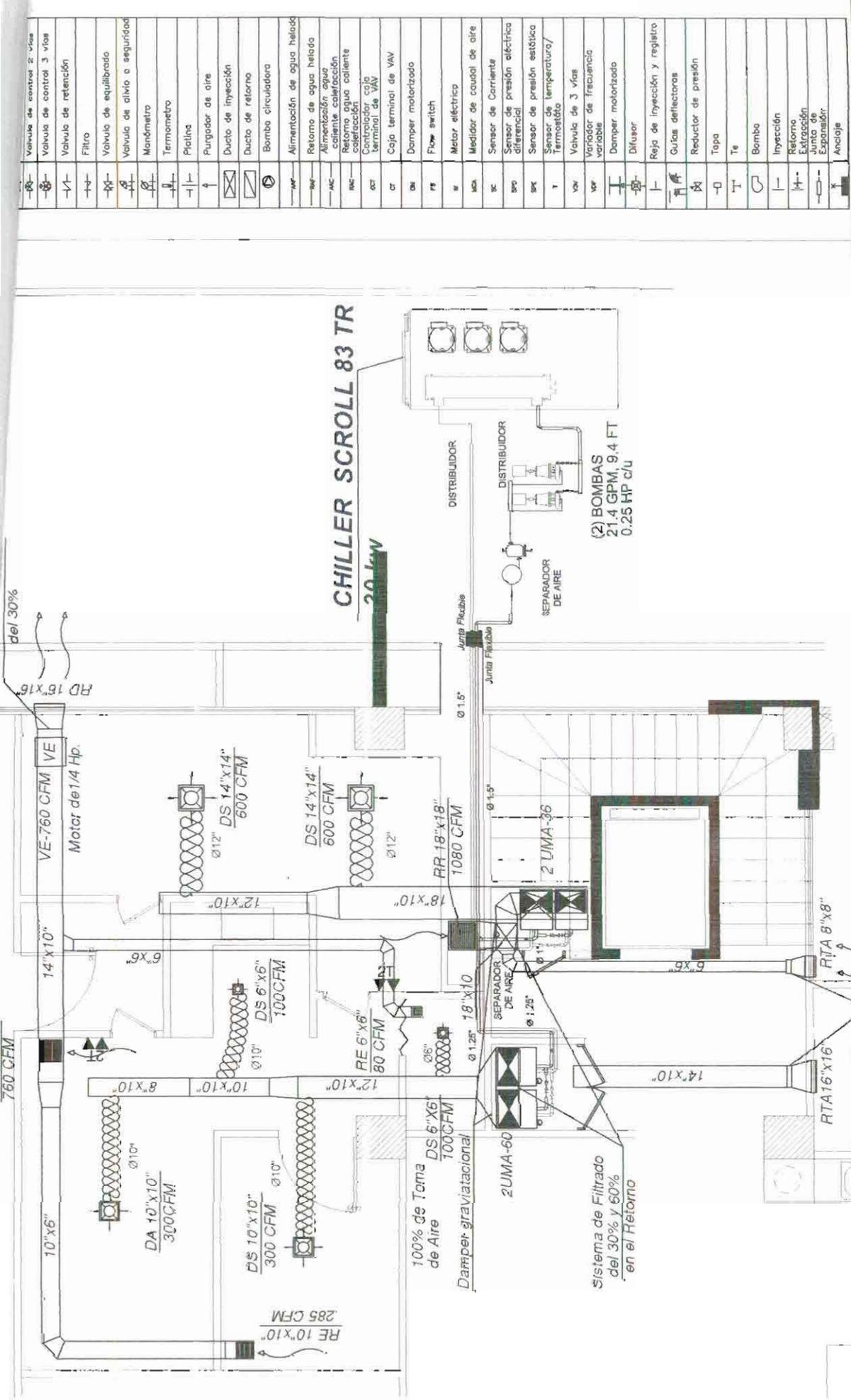
15) <http://www.bebesymas.com/2006/12/05-como-funciona-una-incubadora>.

16) <http://www.proeficaz.com/aa Ventilacion.html>

17) <http://www.ductolimpio.com>

18) <http://www.doctorducto.com>

19) http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/suple23_2.html



CHILLER SCROLL 83 TR
20 kW

(2) BOMBAS
21.4 GPM, 9.4 FT
0.25 HP c/u

100% de Toma de Aire

Sistema de Filtrado del 30% y 60% en el Retorno

| | | | |
|---|-------------------------------------|---|--|
| Proyecto  | TESIS DE GRADO | Dibujo Por: Silvia Patricia Zevallos Alvarado | 16 / 11 / 2007 Revision 19 / 11 / 2007 |
| | Contiene Escala 1 : 75 | | |

ESPOL

ESCALA 1:75

SALA DE NEONATOS

Nº. 1

CHILLER SCROLL 83 TR

30 kW

DISTRIBUIDOR

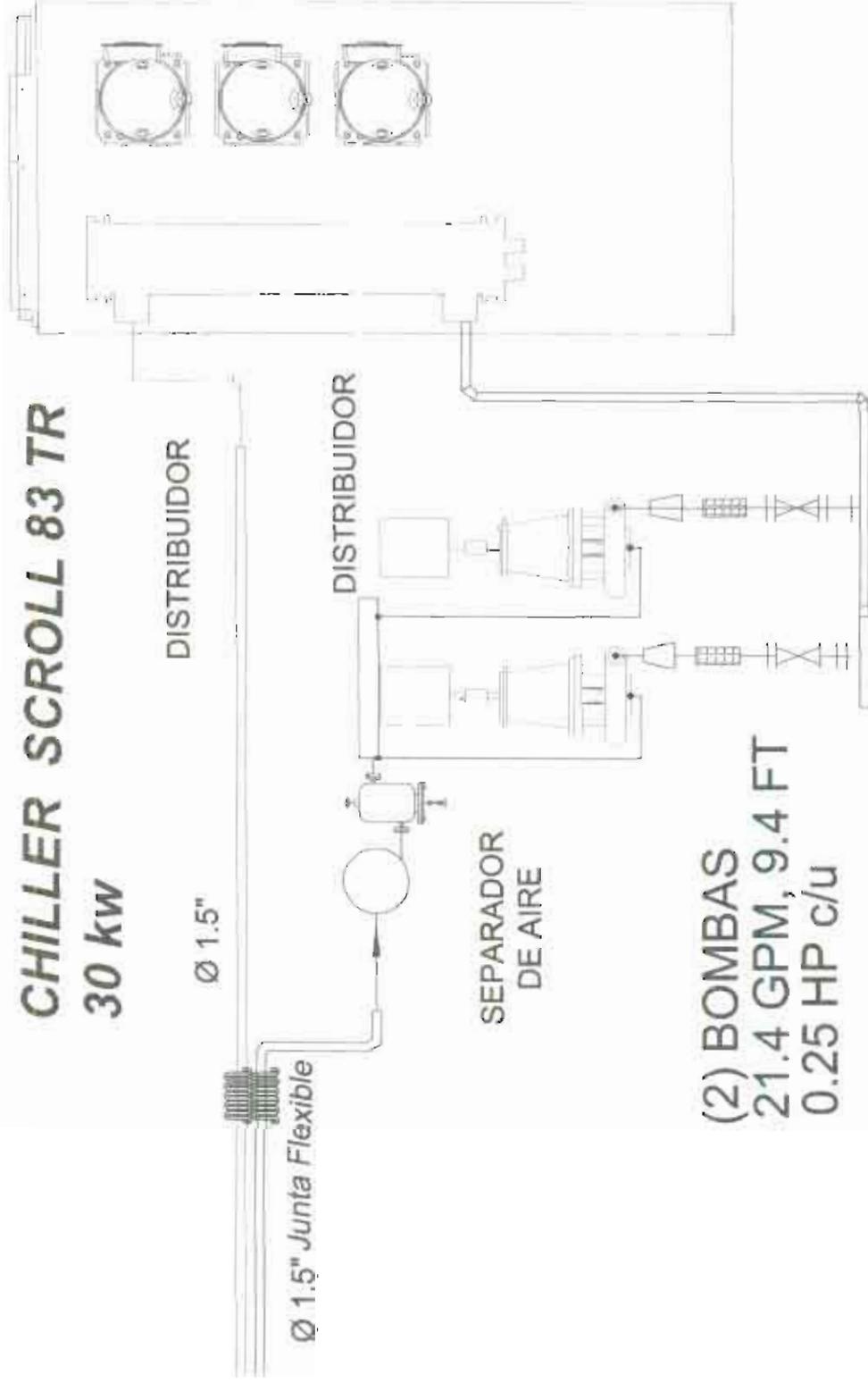
Ø 1.5"

Ø 1.5" Junta Flexible

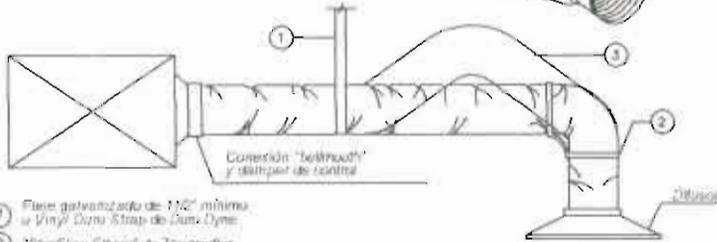
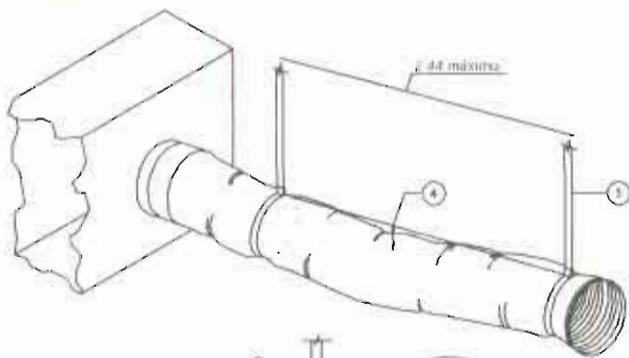
DISTRIBUIDOR

SEPARADOR
DE AIRE

(2) BOMBAS
21.4 GPM, 9.4 FT
0.25 HP c/u

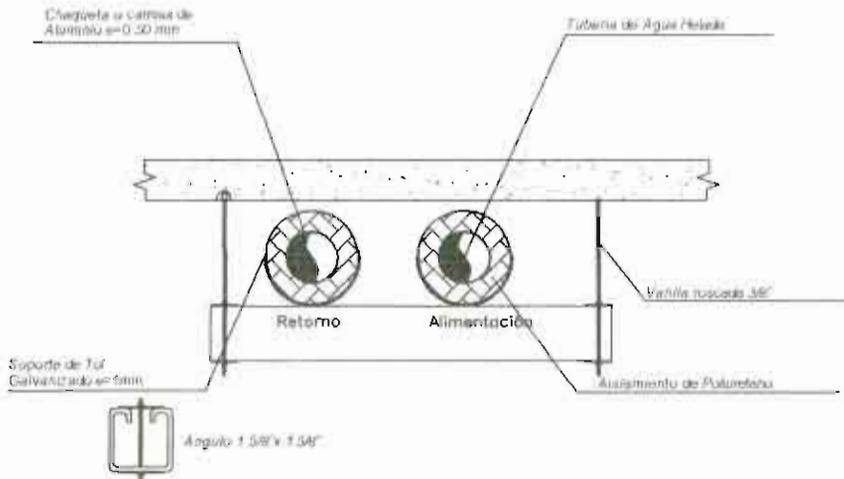


| | | | | | |
|---|--|--|----------------------------|--|-----------------|
|  Escalera | Proyecto TESIS DE GRADO | Diseñada Por Silvia Patricia Zevallos Alvarado | Fecha 16 / 11 / 2007 | | ESPOL |
| | | | Revision 19 / 11 / 2007 | | |
| S/Escalera | Contiene SALA DE NEONATOS - CHILLER Y BOMBAS | | | | Nº. 2 |



- ① Falso galvanizado de 1/2" mínimo o Vinyl Dura Strip de Dum Dyne
- ② "FlexFlow Sibco" de Thermalflex
- ③ Evite instalación de flexible sobre cañería u otros elementos que puedan dañarlo o deformarlo
- ④ Falsa máxima 4cento por metro lineal

CONDUCTO FLEXIBLE



PASAJE DE TUBERIA DE AGUA HELADA POR PISOS

Simbología

| | |
|--|---|
| | Valvula de Balanceo |
| | Valvula esclusa o esférica |
| | Valvula de control 2 vías |
| | Valvula de control 3 vías |
| | Valvula de retención |
| | Filtro |
| | Valvula de equilibrado |
| | Valvula de alivio o seguridad |
| | Manómetro |
| | Termometro |
| | Platina |
| | Purgador de aire |
| | Ducto de inyección |
| | Ducto de retorno |
| | Bomba circuladora |
| | Alimentación de agua helado |
| | Retorno de agua helado |
| | Alimentación agua caliente calefacción |
| | Retorno agua caliente calefacción |
| | Controlador caja terminal de VAV |
| | Caja terminal de VAV |
| | Dampen motorizado |
| | Flow switch |
| | Motor eléctrico |
| | Medidor de caudal de aire |
| | Sensor de Corriente |
| | Sensor de presión eléctrica diferencial |
| | Sensor de presión estática |
| | Sensor de temperatura/ Termostato |
| | Valvula de 3 vías |
| | Variador de frecuencia variable |
| | Dampen motorizado |
| | Difusor |
| | Reja de inyección y registro |
| | Guías deflectoras |
| | Reductor de presión |
| | Topo |
| | Te |
| | Bomba |
| | Inyección |
| | Retorno Extracción |
| | Junta de Expansión |
| | Anclaje |

Proyecto:

TESIS DE GRADO

Dibujado Por:

Silvia Patricia Zevallos Alvarado

Fecha:

16 / 11 / 2007

Revisión:

19 / 11 / 2007

ESPOL

Escala:

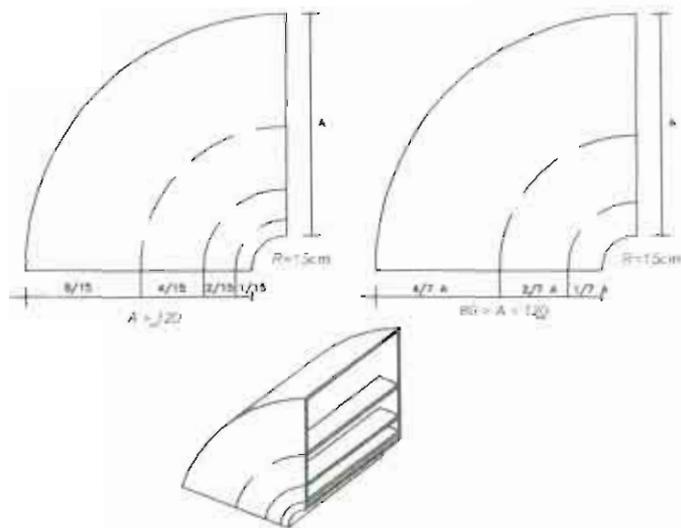
S/Escala

Contiene:

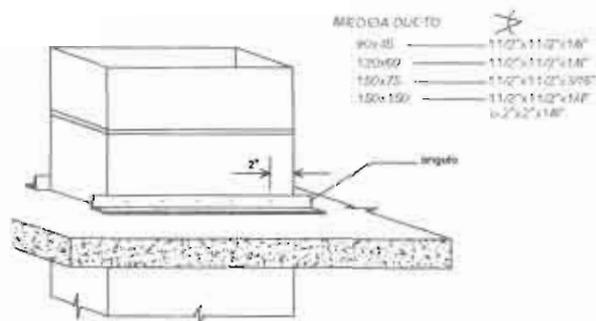
DETALLES PARA SISTEMAS DE A.A.

Nº.

3



DETALLE GUIA EN CONDUCTO

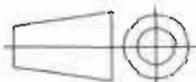


12
AT CORTE DE EDIFICIO PARA SISTEMA DE AGUA HELADA

SOPORTE DE CONDUCTOS VERTICALES

Simbología

| | |
|--|---|
| | Valvula de Balanceo |
| | Valvula esclusa o esférica |
| | Valvula de control 2 vías |
| | Valvula de control 3 vías |
| | Valvula de retención |
| | Filtro |
| | Valvula de equilibrado |
| | Valvula de alivio o seguridad |
| | Manómetro |
| | Termómetro |
| | Platina |
| | Purgador de aire |
| | Ducto de inyección |
| | Ducto de retorno |
| | Bomba circuladora |
| | Alimentación de agua helada |
| | Retorno de agua helada |
| | Alimentación agua caliente calefacción |
| | Retorno agua caliente calefacción |
| | Controlador caja terminal de VAV |
| | Caja terminal de VAV |
| | Damper motorizado |
| | Flow switch |
| | Motor eléctrico |
| | Medidor de caudal de aire |
| | Sensor de Corriente |
| | Sensor de presión eléctrica diferencial |
| | Sensor de presión estática |
| | Sensor de temperatura/ Termostato |
| | Valvula de 3 vías |
| | Variador de frecuencia variable |
| | Damper motorizado |
| | Difusor |
| | Reja de inyección y registro |
| | Guías deflectoras |
| | Reductor de presión |
| | Tapo |
| | Te |
| | Bomba |
| | Inyección |
| | Retorno Extracción |
| | Junta de Expansión |
| | Anclaje |



Proyecto
TESIS DE GRADO

Dibujado Por:
Silvia Patricia
Zevallos Aivarado

Fecha
16 / 11 / 2007
Revisión
19 / 11 / 2007

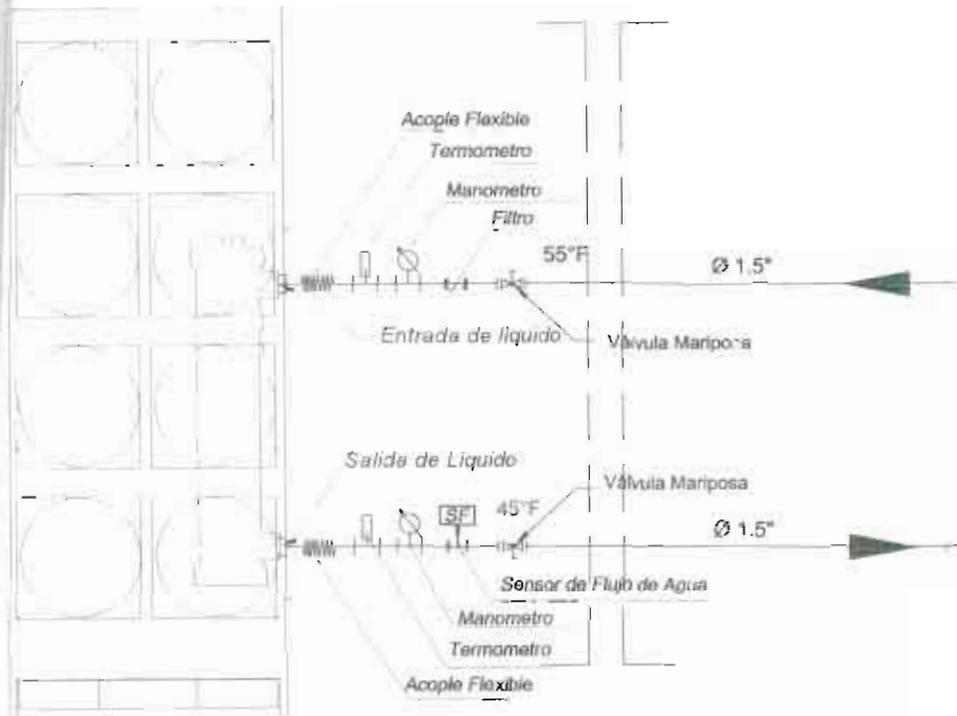
ESPOL

Escala
S/Escala

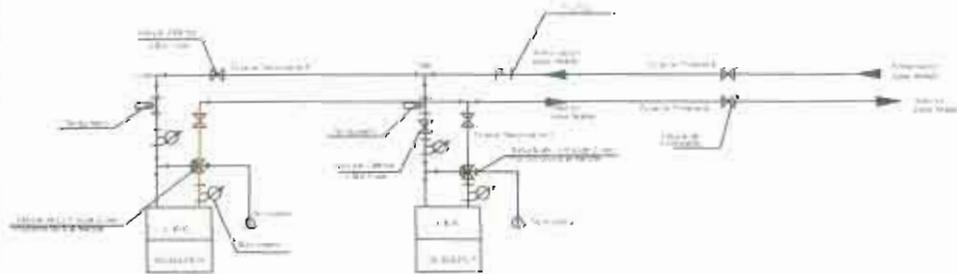
Contiene

DETALLES PARA SISTEMAS DE A.A.

Nº
3A

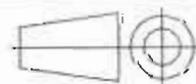


CHILLER



DETALLE TÍPICO DE CONEXIÓN DE TUBERÍA DE AGUA HELADA

| Simbología | |
|------------|---|
| | Valvula de Balanceo |
| | Valvula esclusa o esférica |
| | Valvula de control 2 vías |
| | Valvula de control 3 vías |
| | Valvula de retención |
| | Filtro |
| | Valvula de equilibrado |
| | Valvula de alivio o seguridad |
| | Manómetro |
| | Termómetro |
| | Platina |
| | Purgador de aire |
| | Ducto de inyección |
| | Ducto de retorno |
| | Bomba circuladora |
| | Alimentación de agua helada |
| | Retorno de agua helada |
| | Alimentación agua caliente calefacción |
| | Retorno agua caliente calefacción |
| | Controlador caja terminal de VAV |
| | Caja terminal de VAV |
| | Damper motorizado |
| | Flow switch |
| | Motor eléctrico |
| | Medidor de caudal de aire |
| | Sensor de Corriente |
| | Sensor de presión eléctrica diferencial |
| | Sensor de presión estática |
| | Sensor de temperatura/ Termostato |
| | Valvula de 3 vías |
| | Variador de frecuencia variable |
| | Damper motorizado |
| | Difusor |
| | Reja de inyección y registro |
| | Guías deflectoras |
| | Reductor de presión |
| | Tapa |
| | Te |
| | Bomba |
| | Inyección |
| | Retorno Extracción |
| | Junta de Expansión |
| | Anclaje |



Proyecto
TESIS DE GRADO

Dibujado Por
Silvia Patricia
Zevallos Alvarado

Fecha
16 / 11 / 2007
Revisión
19 / 11 / 2007

ESPOL

Escala
S/Escala

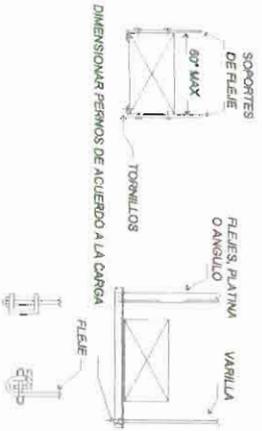
Contiene:

DETALLES PARA SISTEMAS DE A.A.

Nº
3C

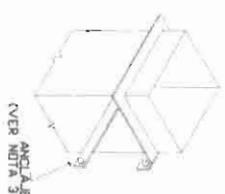
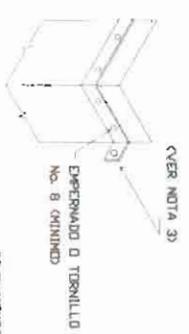
| | |
|--|---|
| | Simbología |
| | Volvuva de Balanceo |
| | Volvuva asclusa o asférica |
| | Volvuva de control 2 vías |
| | Volvuva de control 3 vías |
| | Volvuva de retención |
| | Filtro |
| | Volvuva de equilibrio |
| | Volvuva de alivio o seguridad |
| | Manómetro |
| | Termómetro |
| | Purgador de aire |
| | Ducto de Inyección |
| | Ducto de retorno |
| | Bomba circuladora |
| | Alimentación de agua helada |
| | Retorno de agua helada |
| | Alimentación agua caliente calefacción |
| | Retorno agua caliente calefacción |
| | Controlador coil terminal de VAV |
| | Caja terminal de VAV |
| | Dampner motorizado |
| | Flow switch |
| | Motor eléctrico |
| | Medidor de caudal de aire |
| | Sensor de Corriente |
| | Sensor de presión eléctrica diferencial |
| | Sensor de presión estático |
| | Sensor de temperatura/Termosistia |
| | Volvuva de 3 vías variable |
| | Variador de frecuencia variable |
| | Dampner motorizado |
| | Difusor |
| | Reja de Inyección y resfriato |
| | Guías deflectoras |
| | Reductor de presión |
| | Tapa |
| | Te |
| | Bomba |
| | Inyección |
| | Retorno Extracción Junta de Exsostion |

| TAMANO | SOPORTE REDONDO | SOPORTE DE FLEJE | SOPORTE ANGULO | SEPARACION MAXIMA |
|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| VARIETA 12 CALIBRE 8 | 1 1/2" CALIBRE 16 | 1 1/2" x 1 1/2" | 1 1/2" x 1 1/2" | 10'-0" |
| VARIETA 12 CALIBRE 8 | 1 1/2" CALIBRE 16 | 1 1/2" x 1 1/2" | 1 1/2" x 1 1/2" | 10'-0" |
| 3/4"-4 | VARIETA 3/8" | 1 1/2" CALIBRE 16 | 1 1/2" x 1 1/2" | 10'-0" |
| 5/8"-4 | VARIETA 3/8" | 1 1/2" CALIBRE 16 | 1 1/2" x 1 1/2" | 8'-0" |
| 3/8"-8 | VARIETA 3/8" | 1 1/2" CALIBRE 16 | 1 1/2" x 1 1/2" | 8'-0" |



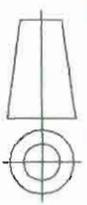
SOPORTES PARA CONSTRUCCION DE DUCTOS

SOPORTES PARA DUCTOS

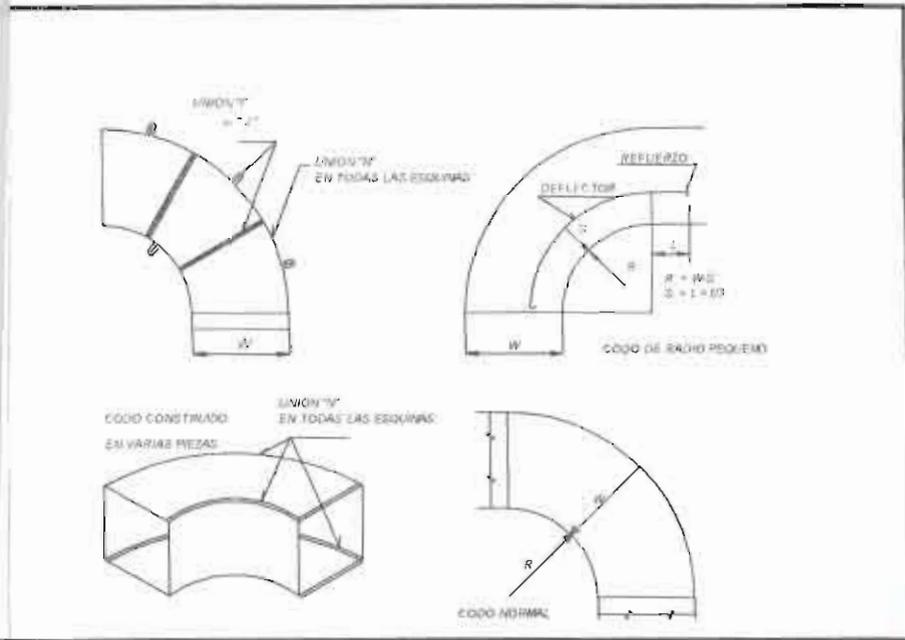


SOPORTES DE DUCTOS EN PARED

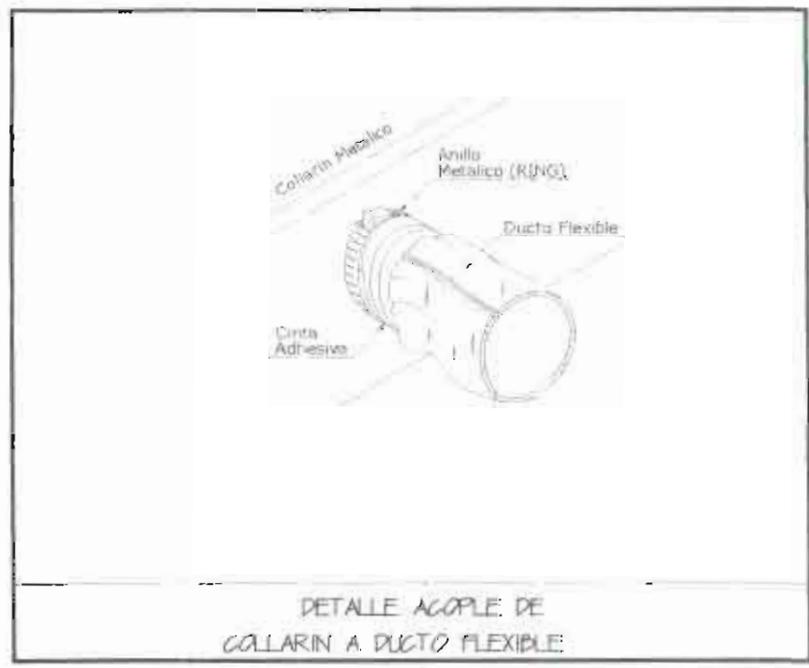
- NOTAS
1. LOS SOPORTES DEBEN ESTAR SEPARADOS MÍNIMO 12"
 2. UNIRLOS LOS DUCTOS CONTRA LA PARED O SEPARADOS 2" MÍNIMO
 3. ASICLARLE CONTRA LA PARED CON PERROS DE ANCLAJE ADECUADOS PARA EL TIPO DE PARED Y LA CARGA QUE SOPORTAN



| | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------|----------|----------------|
| Proyecto | TESIS DE GRADO | Dibujado Por | Silvia Patricia Zevallos Alvarado | Fecha | 16 / 11 / 2007 |
| Contiene | Escala | S/Escala | | Revision | 19 / 11 / 2007 |
| ESPOL | | | | | |
| DETALLES PARA SISTEMAS DE A.A. | | | | | |
| Nº 3E | | | | | |



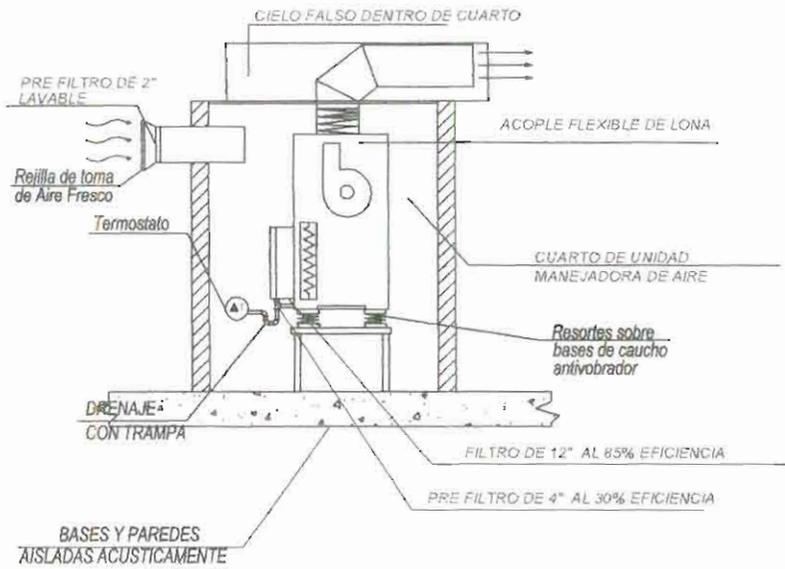
CODOS REDONDOS



DETALLE ACOPLE DE COLLARIN A DUCTO FLEXIBLE

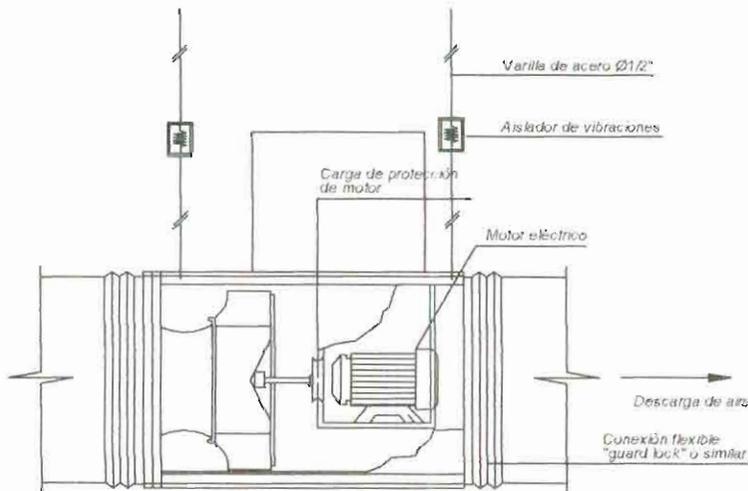
| Simbología | |
|------------|---|
| | Valvula de Balanceo |
| | Valvula escluso o esférica |
| | Valvula de control 2 vías |
| | Valvula de control 3 vías |
| | Valvula de retención |
| | Filtro |
| | Valvula de equilibrado |
| | Valvula de alivio o seguridad |
| | Manómetro |
| | Termómetro |
| | Platina |
| | Purgador de aire |
| | Ducto de inyección |
| | Ducto de retorno |
| | Bomba circuladora |
| | Alimentación de agua helada |
| | Retorno de agua helada |
| | Alimentación agua caliente calefacción |
| | Retorno agua caliente calefacción |
| | Controlador caja terminal de VAV |
| | Caja terminal de VAV |
| | Damper motorizado |
| | Flow switch |
| | Motor eléctrico |
| | Medidor de caudal de aire |
| | Sensor de Corriente |
| | Sensor de presión eléctrica diferencial |
| | Sensor de presión estática |
| | Sensor de temperatura/ Termostato |
| | Valvula de 3 vías |
| | Variador de frecuencia variable |
| | Damper motorizado |
| | Difusor |
| | Reja de inyección y registro |
| | Guías deflectoras |
| | Reductor de presión |
| | Tapo |
| | Ta |
| | Bomba |
| | Inyección |
| | Retorno Extracción |
| | Junta de Expansión |
| | Anclaje |

| | | | | |
|----------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------|
| | Proyecto | Dibujado Por | Fecha | ESPOL |
| | TESIS DE GRADO | Silvia Patricia Zevallos Alvarado | 16 / 11 / 2007 | |
| Escala | Contiene | Revisión 19 / 11 / 2007 | | 3F |
| S/Escala | DETALLES PARA SISTEMAS DE A.A. | | | |

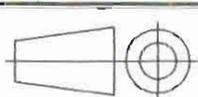


DETALLE GUIA DE UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE

| Simbología | |
|------------|---|
| | Valvula de Balanceo |
| | Valvula esclusa o esférica |
| | Valvula de control 2 vías |
| | Valvula de control 3 vías |
| | Valvula de retención |
| | Filtro |
| | Valvula de equilibrado |
| | Valvula de alivio o seguridad |
| | Manómetro |
| | Termometro |
| | Platina |
| | Purgador de aire |
| | Ducto de inyección |
| | Ducto de retorno |
| | Bomba circuladora |
| | Alimentación de agua helada |
| | Retorno de agua helada |
| | Alimentación agua caliente calefacción |
| | Retorno agua caliente calefacción |
| | Controlador caja terminal de VAV |
| | Caja terminal de VAV |
| | Damper motorizado |
| | Flow switch |
| | Motor eléctrico |
| | Medidor de caudal de aire |
| | Sensor de Corriente |
| | Sensor de presión eléctrica diferencial |
| | Sensor de presión estática |
| | Sensor de temperatura/ Termostato |
| | Valvula de 3 vías |
| | Variador de frecuencia variable |
| | Damper motorizado |
| | Difusor |
| | Reja de inyección y registro |
| | Guías deflectoras |
| | Reductor de presión |
| | Tapa |
| | Te |
| | Bomba |
| | Inyección |
| | Retorno Extracción |
| | Junta de Expansión |
| | Anclaje |



MONTAJE VENTILADOR CENTRIFUGO EN LINEA



Proyecto
TESIS DE GRADO

Dibujado Por:
Silvia Patricia
Zevallos Alvarado

Fecha:
16 / 11 / 2007
Revisión:
19 / 11 / 2007

ESPOL

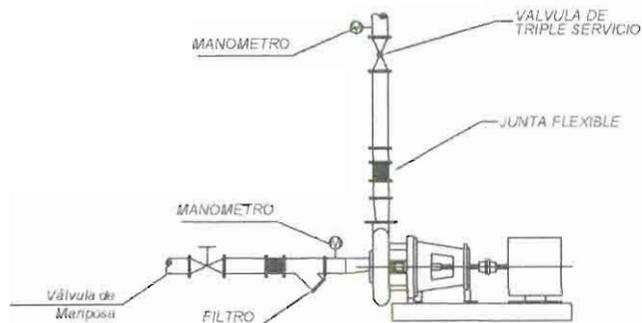
Escala:

S/Escala

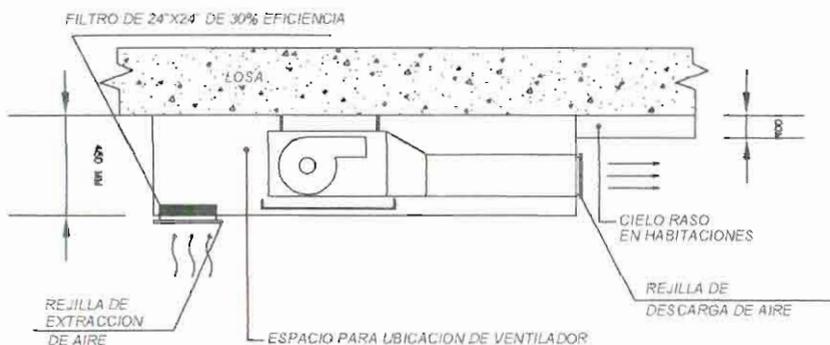
Contiene

DETALLES PARA SISTEMAS DE A.A.

Nº
3G



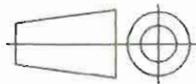
DETALLE DE CONEXION DE TUBERIA A BOMBAS



DETALLE GUIA EN EQUIPOS VENTILADOR

Simbología

| | |
|--|---|
| | Valvula de Balanceo |
| | Valvula esclusa o esférica |
| | Valvula de control 2 vías |
| | Valvula de control 3 vías |
| | Valvula de retención |
| | Filtro |
| | Valvula de equilibrado |
| | Valvula de alivio o seguridad |
| | Manómetro |
| | Termometro |
| | Platina |
| | Purgador de aire |
| | Ducto de inyección |
| | Ducto de retorno |
| | Bomba circuladora |
| | Alimentación de agua helada |
| | Retorno de agua helada |
| | Alimentación agua caliente calefacción |
| | Retorno agua caliente calefacción |
| | Controlador caja terminal de VAV |
| | Caja terminal de VAV |
| | Damper motorizado |
| | Flow switch |
| | Motor eléctrico |
| | Medidor de caudal de aire |
| | Sensor de Corriente |
| | Sensor de presión eléctrica diferencial |
| | Sensor de presión estática |
| | Sensor de temperatura/ Termostato |
| | Valvula de 3 vías |
| | Variador de frecuencia variable |
| | Damper motorizado |
| | Difusor |
| | Reja de inyección y registro |
| | Guías deflectoras |
| | Reductor de presión |
| | Tapa |
| | Te |
| | Bomba |
| | Inyección |
| | Retorno Extracción |
| | Junta de Expansión |
| | Anclaje |



Proyecto

TESIS DE GRADO

Dibujado Por:

Silvia Patricia
Zevallos Alvarado

Fecha

16 / 11 / 2007

Revisión:

19 / 11 / 2007

ESPOL

Escala

S/Escala

Contiene

DETALLES PARA SISTEMAS DE A.A.

Nº

3H