

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO Y CALCULO PARA EL REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LOS QUIROFANOS DEL HOSPITAL DE CLINICAS CARACAS

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Bachiller:
Sotomonte M. David R.
para optar al Título
de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2005

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ESTUDIO Y CALCULO PARA EL REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LOS QUIROFANOS DEL HOSPITAL DE CLINICAS CARACAS

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Marcos Gedler.

TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Eduardo Albinagorta.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Bachiller:
Sotomonte M. David R.
para optar al Título
de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2005

ACTA

Caracas, 30 de Mayo de 2005

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el bachiller Sotomonte M., David R., titulado:

ESTUDIO Y CALCULO PARA EL REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LOS QUIROFANOS DEL HOSPITAL DE CLINICAS CARACAS

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.

Prof. Rodolfo Grullon
Jurado



Prof. Franklin Baduy
Jurado

Prof. Marcos Gedler
Tutor Académico

DEDICATORIA.

A mi Papá, a mi Mamá, a mis hermanos Julián, Erika y Cirito y en especial a mi abuelita. Todo este esfuerzo es dedicado a ustedes. Sin ustedes no hubiese podido llegar a donde estoy y hacia donde voy. Los quiero y son la mejor familia que se puede tener.

QUIEN LES QUIERE
David R. Sotomonte M.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por darme la fuerza para poder culminar con éxito mis estudios universitarios.

A mi papá y a mi mamá, por haberse sacrificado tanto para darme toda la comodidad con la que estudie, por sus palabras de aliento, sus sabios consejos y sobre todo por creer siempre en mí, gracias.

A mi abuelita Carola, por ser tan especial, tan buena abuela y sobre todo por toda la comida que me preparo en toda mi carrera universitaria, gracias abuelita.

A mis hermanos, por saber que siempre cuento con ellos, gracias.

A Valentina, por ser tan buena cuñada, todo el apoyo que me brinda, gracias.

Al profesor Marcos Gedler, por dedicarme parte de su tiempo, gracias.

Al profesor Crisanto Villalobos, por sus consejos y toda la ayuda brindada para poder solucionar muchos de los problemas en la universidad, y por ser un buen amigo gracias Crisanto.

Al Ing. Eduardo Albinagorta, por haberme dado la oportunidad de entrar en la compañía y de esta manera poder realizar mi trabajo especial de grado, por todo lo que he aprendido de él, a todo el personal que conforma Proinsa Ingeniería, gracias.

A todos mis amigos de la escuela, por poder contar con ellos y por haber sido tan buenos compañeros de clase, siempre los tendré en mente cuando este trabajando, gracias.

A Camlett, por mostrarme lo equivocado que estaba en la vida, y que todavía tengo chance de encontrarme con mis seres queridos, por ser buena compañera y buena amiga, gracias.

A la familia Varela, Sra. Euekar, Javier, Diego, Dubra, Ana Patricia y Adriana Valentina, por haberme permitido vivir en su casa y tratarme como uno mas de la familia, por permitirme haber hecho todo lo que hice y por ser tan especiales conmigo, gracias

MUCHISIMAS GRACIAS

David R. Sotomonte M.

RESUMEN

Sotomonte M. David R.

ESTUDIO Y CALCULO PARA EL REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LOS QUIROFANOS DEL HOSPITAL DE CLINICAS CARACAS

**Tutor Académico: Prof. Marcos Gedler. Tutor Industrial: Ing. Eduardo Albinagorta. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería Mecánica 2005.
79 págs.**

UMAS, Carga, Quirófano, Chiller.

El objeto de este trabajo especial de grado, fue el de realizar un proyecto para el reacondicionamiento del sistema de aire acondicionado de los quirófanos de un Hospital Privado. El estudio y cálculo se basó en la elaboración de una serie de actividades, las cuales incluyeron: revisión y estudio de planos del proyecto original de los quirófanos, reuniones con diferentes departamentos del Hospital, especialmente con la Gerencia de Operaciones para coordinar la elaboración del proyecto, con el departamento de arquitectura del Hospital se analizó la nueva ubicación de las unidades de manejo de aire (UMAS), y con el departamento de mecánica para establecer un plan de mantenimiento para las UMAS. Se calculó nuevamente la carga térmica presente en cada quirófano para determinar si aumentó o fue constante al pasar de los años, y se evaluó la sala de máquinas del sistema de generación de agua helada para proponer nuevos proyectos para ésta sala.

Al analizar las diferentes actividades, se llegó a la conclusión de que la carga térmica de los quirófanos no presentó un aumento tan significativo a pesar de los nuevos equipos de electromedicina, la ubicación de las UMAS será diferente adónde se encuentran las unidades existentes, se dieron algunas recomendaciones sobre la sala de máquinas de los chillers. Según los cálculos realizados y los parámetros de diseño se realizó la selección de las nuevas UMAS, se elaboraron planos para seleccionar la mejor ruta del sistema de suministro y extracción de aire como la distribución de agua helada. Por último se presentó las cantidades de obras y un presupuesto estimado del proyecto para tener una idea aproximada del costo para su realización.

Todos los estudios y cálculos realizados fueron siguiendo como norma la número 2339-87 de COVENIN que se titula "CLINICAS, POLICLINICAS INSTITUTOS U HOSPITALES PRIVADOS. CLASIFICACION".

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	X
INTRODUCCIÓN	XI

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema	1
1.2. Breve descripción de la ubicación de los Ambientes del Hospital de Clínicas Caracas	3
1.3. Descripción del Sistema Actual de Generación de Aire Acondicionado	5
1.4. Descripción de las unidades que suministran aire acondicionado a los quirófanos	6
1.5. Objetivos del Proyecto	7
1.6. Alcances del proyecto.	8

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Definición y principio del aire acondicionado:	9
2.2. Conceptos básicos.	9
2.3. Cargas Térmicas Principales. Clasificación	10
2.3.1 Cargas Internas	10
2.3.2 Cargas Externas	10
2.4. Breve explicación del método de cálculo de las cargas térmicas principales	11
2.5. Componentes que contribuyen a la ganancia de calor en el ambiente:	12
2.5.1. Conducción a través de la estructura exterior:	12
2.5.2. Conducción a través de la estructura interior:	12
2.5.3. Iluminación:	13
2.5.4. Personas:	13
2.5.5. Equipos:	14
2.5.6. Aire fresco	15
2.6. Carta Psicrométrica	16
2.6.1 Factor de calor sensible interno (FCSi):	17
2.6.2 Factor de calor sensible total (FCSt):	17
2.6.3 Ecuaciones de cargas terminas para el análisis psicrometrico	17
2.7. Conductos de aire (ductos) métodos de diseño.	18
2.8. Determinación del caudal de agua helada para las UMAS	19
2.9. Determinación de las pérdidas de presión por fricción en Tuberías y Accesorios.	19

CAPITULO III PROYECTO EN DETALLE

3.1. Datos del proyecto	21
3.2. Cálculos de Cargas Térmicas	22
3.3. Calculo Tipo	22
3.3.1 Cargas internas	22
3.3.2 Cargas externas	27
3.4. Cálculo del Sistema de Suministro y Extracción de Aire	34
3.5. Cálculos del Caudal de Agua Helada para cada UMA	41
3.6. Cálculo del Sistema de Agua Helada	42
3.7. Cálculo de las Perdidas en las Tuberías y Accesorios	43
3.8. Comparación de la norma COVENIN y ASHRAE en el aspecto de la recirculación del aire	44
3.9. Ventajas y desventajas de la recirculación del aire	46
3.10. Selección de UMAS y Especificaciones	49
3.11. Especificaciones de los diferentes accesorios que integran un sistema de aire acondicionado	50
3.11.1. Tubería de Agua Helada	50
3.11.1.1. Generalidades	50
3.11.1.2. Soporte de Tubería	50
3.11.1.3. Material de las Tuberías	51
3.11.1.4. Conexiones	52
3.11.1.5. Válvulas	53
3.11.1.6. Uniones	53
3.11.1.7. Accesorios para Tuberías	53
3.11.1.8. Llaves para Manómetros	53
3.11.1.9. Termopozos	53
3.11.1.10. Termómetros	54
3.11.1.11. Conexiones Flexibles	54
3.11.1.12. Filtros de Agua	54
3.11.2. Aislamiento Térmico para Tuberías de Agua Helada	54
3.11.2.1. Generalidades	54
3.11.2.2. Pruebas de Tratamiento Previo de las Tuberías	55
3.11.2.3. Materiales	55
3.11.2.4. Modo de aplicación	55
3.11.2.5. Soportes	56
3.11.2.6. Tubería para drenaje	56
3.11.3. Ductos y Aislamientos	57
3.11.3.1. Ductería	57

3.11.3.2. Fabricación	57
3.11.3.3. Instalación	58
3.11.3.4. Aislamiento Térmico de Ductos	58
3.11.3.5. Difusores	59
3.11.3.6. Rejillas de Retorno	59
3.11.4. Unidades de Manejo de Aire para Volumen Constante	59
3.11.4.1. Generalidades	59
3.11.4.2. Serpentín	59
3.11.4.3. Ventilador	60
3.11.4.4. Motor	60
3.11.4.5. Gabinete	60
3.11.4.6. Selección de Filtros	61
3.11.4.7. Filtro Absoluto/HEPA	61
3.11.4.8. Sistema de Arranque y Control	61
3.11.4.9. Ventiladores para el Sistema de Suministro y Extracción de Aire	62
3.12. Evaluación de la sala de maquina de chillers	63
3.12.1. Descripción de los Equipos que Conforman el Sistema	63
3.12.2. Descripción del Proceso y Estado de Operación.	64
3.12.3. Capacidades de los Chillers	64
3.12.4. Propuestas para el mejoramiento de la sala de maquinas	65
3.13. Estudio de la ubicación de las UMAS para cada quirófano	62
3.14. Plan de mantenimiento para garantizar el buen desempeño y vida útil de las UMAS	68
3.15. Especificaciones para el mantenimiento de las diferentes partes de la UMA	70
3.15.1. Para limpiar filtros permanentes	70
3.15.2. Para limpiar el depósito de desagüe	71
3.15.3. Para limpiar la sección de ventiladores	71
3.15.4. Para limpiar el serpentín de vapor y de agua	72
CAPITULO IV CANTIDADES DE OBRAS Y PRESUPUESTO ESTIMADO	
4.1. Cantidades de obra	73
4.2. Presupuesto estimado	73
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	DESCRIPCIÓN	
1.1.	Esquema del Hospital	4
3.1.	Distribución de las cargas sensibles internas	30
3.2.	Distribución de las cargas internas	30
3.3.	Distribución de las cargas externas	31
3.4.	Distribución de las cargas totales	31
3.5.	Diagrama unifilar de ductos, suministro	34
3.6.	Diagrama unifilar de ductos, extracción.	38
3.7.	Caso COVENIN, Caso ASHRAE.	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	DESCRIPCIÓN	
1.1.	Datos de aire y ventilador	6
1.2.	Serpentín y caudal de agua	7
1.3.	Fabricante	7
3.1.	Factores de Transferencia (Techo Int).	23
3.2.	Factores de Transferencia (Paredes Int).	23
3.3.	Factores de Transferencia (Puertas).	24
3.4.	Cargas sensibles y latentes.	29
3.5.	Cargas Térmicas.	32
3.6.	Cargas Térmicas Continuación.	32
3.7.	Resultado Carta Psicrométrica.	32
3.8.	Resultados de los flujos de suministro	33
3.9.	Sistema de Suministro.	36
3.10.	Sistema de Extracción.	39
3.11.	Sistema de Extracción, Continuación.	40
3.12.	Caudal de agua helada para cada UMA	41
3.13.	Perdidas por fricción	43
3.14.	Datos de las temperaturas.	45
3.15.	Comparación de valores entre las normas	45
3.16.	Especificaciones de UMAS.	49
3.17.	Especificaciones de UMAS, continuación.	49

ÍNDICE DE ANEXOS

DESCRIPCIÓN.

Anexo I	Planos y esquemas de la Red de Agua Helada, Sala de Máquinas.
Apéndice I.	
<i>Tabla A.1</i>	Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento(DTCE) para calcular cargas debida a techos planos.
<i>Tabla A.2</i>	Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento(DTCE) para cálculo de carga de paredes al sol.
<i>Tabla A.3</i>	Descripción de grupos de construcción de paredes.
<i>Tabla A.4</i>	Diferencias de Conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio.
<i>Tabla A.5</i>	Radiación solar a través de vidrio, Factores de ganancia máxima de calor solar para vidrio.
<i>Tabla A.6</i>	Coefficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas enrollables.
<i>Tabla A.7</i>	Ganancia de Calor debida a los ocupantes del recinto acondicionado.
<i>Tabla A.8</i>	Factores de calor Sensible para cargas de enfriamiento debido a personas.
<i>Tabla A.9</i>	Ganancias de calor debidas a aparatos domésticos.
<i>Tabla A.10</i>	Producción de calor de equipo motorizado.
<i>Tabla A.11</i>	Requisitos de ventilación para ocupantes.
Apéndice II	Hojas de cálculo, programa de cargas térmicas.
Apéndice III	Grafica de perdida de presión por fricción
Apéndice IV	Bombas del sistema actual instalado
Apéndice V	Hojas de cálculos con las perdidas del recorrido del agua helada hasta la UMA
Apéndice VI	Hoja de calculo, comparación entre la norma COVENIN y ASHRAE
Anexo II	Plano con la leyenda de los quirófanos.
Anexo III	Plano de suministro de aire a los quirófanos.
Anexo IV	Plano del sistema de agua helada sótano 2
Anexo V	Plano del unifilar de la tubería de agua helada desde la sala de maquinas hasta las UMAS Fotos de las Instalaciones.
Anexo VI	Resultados de las corridas del programa para la selección de las UMAS
Anexo VII	Grafica sobre el consumo de los Chillers
Anexo VIII	Cantidades de obra y presupuesto estimado.

INTRODUCCION

El acondicionamiento de aire es el proceso de tratamiento del mismo en un ambiente interior con el fin de establecer y mantener los estándares requeridos de temperatura, humedad, limpieza y movimiento.

Los sistemas de aire acondicionado varían de acuerdo al ambiente estudiado, donde las diferencias básicas entre un sistema de aire acondicionado para un quirófano y otros tipos de ambientes se originan en: (1) la necesidad de restringir los movimientos de aire dentro y entre las diversas áreas; (2) los requerimientos específicos para la ventilación y filtración para diluir y remover la contaminación del aire, microorganismos y virus, y productos químicos peligrosos y sustancias radiactivas; (3) los requerimientos diferentes de temperatura y humedad para varias áreas; y (4) el sofisticado diseño necesita un control exacto para permitir las condiciones que se desean en el quirófano.

En el desarrollo de este trabajo, se estudiará principalmente el sistema de aire acondicionado de los quirófanos del Hospital de Clínicas Caracas y los resultados obtenidos, permitirán conocer el comportamiento detallado del sistema y así poder crear conclusiones y recomendaciones referentes a su reacondicionamiento, se seleccionarán las UMAS para los requerimientos de cada quirófano y su ubicación más adecuada; y se realizará un plan de mantenimiento para garantizar el buen desempeño y vida útil de las unidades.

Es por eso que este proyecto entregado al Hospital de Clínicas Caracas, según las condiciones y parámetros exigidos por la Gerencia de Operaciones del Hospital.

El informe del proyecto se estructura en cuatro capítulos y una serie de conclusiones y recomendaciones, como también unos anexos para su mejor entendimiento.

El primer capítulo contiene el planteamiento del problema, en este se trataran los siguientes puntos: se dará una breve reseña del Hospital, una descripción de la arquitectura y ubicación de los ambientes del Hospital como también del sistema actual de aire acondicionado, la descripción de los equipos que conforman el sistema, se hablara del objetivo y alcance del proyecto como tal.

El segundo capítulo contiene el marco teórico donde se explica de una manera muy general algunos términos básicos, ecuaciones, métodos para el cálculo de cargas térmicas, y el cálculo del sistema de ductos de extracción y suministro de aire.

En el capítulo tres se describen y analizan los elementos del proyecto, conservando la estructura interna propuesta para el mismo, que contempla desde los datos del proyecto hasta el ultimo cálculo tipo que se necesite realizar; y se hará referencia a los anexos y apéndices.

Y el último capítulo, el número cuatro, constará de los cálculos métricos del proyecto y el costo aproximado, de esta manera tener una idea de lo que significara la ejecución del proyecto.

Por ultimo, se suministrarán unas conclusiones y recomendaciones que se observen en el transcurso de la realización y una vez culminado el informe proyecto.

1.0. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El Hospital de Clínicas Caracas empezó a prestar sus servicios el 18 de Enero de 1985. Es un hospital privado de ciento ochenta (150) camas de hospitalización y de otras cuarenta y seis (46) camas ubicadas en otros servicios de diagnóstico y tratamiento. Asimismo, cuenta con ciento treinta y un (131) consultorios privados destinados a consultas externas. Cuenta con nueve (9) quirófanos dotados con equipos de alta tecnología, su personal médico está integrado por más de trescientos (300) profesionales de la más alta capacitación, entre los que se hallan especialistas de todas las ramas de la medicina moderna.

La misión principal del Hospital de Clínicas Caracas es la de contribuir al mantenimiento y recuperación de la salud de la comunidad, suministrando servicios médicos a nivel de eficiencia y excelencia. El Hospital de Clínicas Caracas esta ubicado en la intersección de la avenida Panteón con Alameda de la Urbanización San Bernardino de la ciudad de Caracas, Venezuela.

El Hospital de Clínicas Caracas cuenta con nueve (9) quirófanos ubicados en el nivel dos (2) del sótano dos (2), al los cuales se les suministra aire acondicionado mediante cinco unidades de manejo de aire (UMAS) diferentes que forman parte del sistema de aire acondicionado del Hospital.

Las UMAS que le suministran aire acondicionado a los nueve (9) quirófanos ya cumplieron con el tiempo de vida útil, que se estima entre veinte (20) y veinticinco (25) años. Estas UMAS se encuentran en mal estado debido al mal mantenimiento, pudiéndose observar el deterioro de sus partes, debido a esto éstas UMAS han

perdido su capacidad de mantener las condiciones de diseño de los quirófanos, ya que las temperaturas que se han detectado y medido en los quirófanos están por encima de las deseadas en $\pm 5^{\circ}\text{C}$, lo que implica que dadas las exigencias de temperatura y de humedad que se deben tener en un quirófano, para el óptimo desempeño del acto médico que allí se realiza y para el mejor funcionamiento de los equipos de electromedicina que se utilizan durante una intervención, éstas UMAS no satisfacen los estándares requeridos por las buenas prácticas de la medicina ni de la ingeniería.

En la actualidad cada quirófano no cuenta con una UMA que le suministre aire independientemente y aunque son multizonas éstas no poseen un sistema de medición, detección o de control para determinar la cantidad de aire que se le debe suministrar a cada quirófano separadamente en determinado instante. Lo que significa que mientras esté en servicio una UMA que alimenta varios quirófanos, aquella le suministrara el mismo flujo de aire a cada quirófano a las mismas condiciones sin saber si realmente el quirófano lo requiera en ese instante. Al no tener cada quirófano una UMA independiente, se pierde respaldo y redundancia y en el momento que aquella falle, será suspendido el suministro de aire acondicionado al grupo de quirófanos a los cuales esa UMA sirve, pudiéndose presentar una situación indeseada, debido a que no estarían dadas las mejores condiciones para continuar con la operación que se lleve a cabo.

Al tener entonces conocimiento de esta situación de riesgo y de deficiencia en la calidad del servicio, la Directiva del Hospital de Clínicas Caracas, tomó la decisión de la elaboración de un proyecto que conllevara el reacondicionamiento de los quirófanos y la selección de nuevas UMAS.

Aunado al problema descrito anteriormente, el área que actualmente están ocupando las UMAS que acondicionan a los quirófanos es adyacente al Área de Emergencia, la cual a su vez necesita de una ampliación inmediata dado el aumento del flujo de

pacientes que se atiende diariamente, se requiere de un estudio arquitectónico de necesidades y uso de espacios para la reubicación de las UMAS que le suministraran aire acondicionado la los nueve quirófanos.

1.2. Breve descripción de la ubicación de los Ambientes del Hospital de Clínicas Caracas

Con este sencillo esquema del edificio podemos obtener una mejor visualización de la ubicación de los quirófanos y de las UMAS, visualizando así la distribución estructural del Hospital de Clínicas Caracas.

Niveles	Nombres	
14	Piso 10	Oficinas Gerencia de Operaciones
13	Piso 9	●
12	Piso 8	●
11	Piso 7	●
10	Piso 6	●
9	Piso 5	●
8	Piso 4	●
7	Piso 3	●
6	Piso 2	●
5	Piso 1	●
4	Planta Baja	Acceso peatonal Principal al Hospital
3	Sotano 1	Ubicacion de las actuales Unidades de Manejo de aire
2	Sotano 2	Ubicacion de los Quirofanos
1	Sotano 3	Sala de Maquinas de los Chillers

Figura 1.1. Esquema del Hospital

1.3. Descripción del Sistema Actual de Generación de Aire Acondicionado

El sistema actual de generación de aire acondicionado del Hospital de Clínicas Caracas, cuenta con los siguientes equipos:

- Dos (2) Chillers marcas Trane con capacidad actual de 400 toneladas de refrigeración c/u (operando uno al 100% de capacidad y el otro a 80% de la capacidad) y uno (1) de 160 ton (fuera de operación) previsto para situación de emergencia, todos ellos operados con refrigerante R-11. Capacidad total instalada 960 tons.
- Tres (3) Torres marca Marley con CAPACIDAD CALORÍFICA DE DISIPACIÓN? para 1.200gpm cada una. Capacidad total instalada 3600gpm.
- Tres (3) Bombas de condensación, dos (2) de 1200gpm de 50Hp y la otra de 480gpm de 40HP.
- Tres (3) Bombas para red de agua helada, dos (2) de 930gpm de 75HP y la otra de 320gpm de 25HP.
- Treinta y cinco (35) UMA con capacidad total instalada de 530TR.
- Trescientos cincuenta y cuatro (354) Fancoils con capacidad aproximada de 440TR.
- Veintinueve (29) equipos independientes de aire acondicionado tipo Expansión Directa con capacidad total instalada de 140TR.

Para ver mas detalles del sistema actual de generación de aire acondicionado, revisar anexos I llamados: Sala de maquinas y Esquema de montantes de agua helada.

1.4. Descripción de las unidades que suministran aire acondicionado a los quirófanos

El sistema actual de generación de aire acondicionado de los nueve (9) quirófanos esta constituido por cinco (5) UMAS que trabajan con agua helada, multizonas, poseen toma de aire fresco, no poseen filtros HEPA y no son recuperables, las cuales están ubicadas en el nivel tres (3) sótano uno (1), a continuación se muestran unas tablas donde se dan las especificaciones de las unidades de manejo de aire, a que área acondiciona y algunos datos de placa como complemento de las características de funcionamiento de las mismas:

Características Técnicas de las UMAS

Uma N°	Area Servida	Datos de Aire			Ventilador			
		Total PCM h=3000pies	Aire Fresco	Pres. Est. Pulgada Agua	HP	Volts	Fase	Ciclos
9	Cistologia y Traumatologia	3600	1800	2,2	2	208	3	60
10	Quirófano 3 y Quirófano 4	3200	1600	2,2	3	208	3	60
11	Quirófano 1 y Quirófano 2	3200	1600	2,2	3	208	3	60
13	Quirófano 9	2500	1250	2,1	3	208	3	60
14	Quirófano 6, Quirófano 7 y Quirófano 8	4800	2400	2,2	5	208	3	60

Tabla 1.1. Datos de aire y ventilador

Uma N°	Serpentin				Agua		
	Area Minima Serpentin. P ²	BSE °F	BHE °F	BSS °F	BHS °F	GPM	TEMP. °F
9	7,5	78	67,1	48,7	47,7	41,6	43
10	7,5	78	67,1	48,7	47,7	37	43
11	7,5	78	67,1	48,7	47,7	37	43
13	5	78	67,1	48,7	47,7	28,9	43
14	11	78	67,1	48,7	47,7	55	43

Tabla 1.2. Serpentin y caudal de agua

Uma N°	Fabricante			
	Marca	Arreglo		Año
		Zonas	Tipo	
9	Trane	Quirófano	Hor.	1978
10	Trane	Quirófano	Hor.	1978
11	Trane	Quirófano	Hor.	1978
13	Trane	Quirófano	Hor.	1978
14	Trane	Quirófano	Hor.	1978

Tabla 1.3. Fabricante

1.5. Objetivos del Proyecto

- Ejecución de un proyecto para el reacondicionamiento del sistema de aire acondicionado de los quirófanos del Hospital de Clínicas Caracas.
- Con la realización del proyecto cada quirófano tendrá las condiciones óptimas para su funcionamiento.
- A los quirófanos se le suministrara aire acondicionado de forma independiente, lo que implica que cada uno de ellos será servido por una UMA independiente.
- Se procurara ubicar la UMA lo mas cerca posible al quirófano al cual se le suministrara aire acondicionado y de esta forma poder dar un mayor espacio físico para la futura ampliación del área de emergencia.

1.6. Alcances del proyecto.

Los alcances (actividades) que se proponen son los siguientes:

- Se realizara un estudio de las características del funcionamiento del sistema actual de generación de aire acondicionado que suministra a los quirófanos.
- Cálculos donde se evaluarán las cargas térmicas, el sistema de agua helada, el sistema de inyección y de extracción del aire acondicionado para cada quirófano.
- Selección de las nuevas umas.
- Evaluación de la sala de maquina de los chillers.
- Propuesta para la reubicación de la nuevas UMAS.
- Evaluación y comparación de las normas ASHRAE y COVENIN en el aspecto de la recirculación del aire.
- Ejecución de planos y diagramas.
- Cómputos de cantidades de obra.
- Elaboración de un plan de mantenimiento para garantizar el buen desempeño y vida útil de las UMAS para cada quirófano.

2.0. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición y principio del aire acondicionado:

El acondicionamiento de aire es el proceso de tratamiento del mismo en un ambiente interior con el fin de establecer y mantener los estándares requeridos de temperatura, humedad, limpieza y movimiento. Su principio se basa en la extracción de calor del ambiente, que se desea acondicionar. La mayor parte de los sistemas de acondicionamiento de aire se usan para dar confort a las personas, o en el control de procesos.

2.2. Conceptos básicos.

a) Calor: Es la forma de energía que se transmite de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura.

b) Temperatura: Es una medida de la actividad térmica de un cuerpo.

c) Ambiente: Unidad básica del cálculo, consistente de una habitación, grupo de habitaciones o sección de una de ellas (no presume partición física) a acondicionarse independientemente de todo aquello que lo rodea.

d) British Termal Unit (BTU): Se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua aun grado Fahrenheit (F) a 59°F.

e) Carga sensible: Se define como el cambio de entalpía en la sustancia, cuando el calor agregado a, o eliminado de, una sustancia provoca un cambio de temperatura.

f) Carga latente: Se define como el cambio de entalpía en la sustancia, cuando el calor agregado a, o eliminado de, una sustancia provoca un cambio de estado.

g) Cargas internas y externas: Se define como carga interna a toda carga térmica que es entregada a la masa de aire en movimiento dentro del ambiente y se define como carga externa a toda carga térmica que es entregada a la masa de aire en movimiento fuera del ambiente.

h) Conducción: Es la forma de transferencia de calor a través de un cuerpo que se presenta sin movimiento alguno del mismo; es el resultado de acciones moleculares o electrónicas.

i) Convección: es la forma de transferencia de calor que resulta del movimiento global de líquidos o gases.

j) Radiación: Se define como radiación térmica como la forma de transferencia de calor que se presenta entre dos cuerpos separados como resultado de la llamada radiación electromagnética, a la que también a veces se le conoce como movimiento ondulatorio.

k) Coeficiente global de transferencia de calor (U): También conocida como conductancia general, es la resistencia térmica global de cada parte de la construcción que pasa el calor, existen cálculos ya hechos para muchas combinaciones de diferentes materiales de construcción y estas se muestran en tablas.

l) Humedad relativa (hr): Expresada como fracción o porcentaje, es la relación de la presión parcial del vapor de agua con la presión de saturación para un espacio a cualquier temperatura o presión barométrica.

2.3. Cargas Térmicas Principales. Clasificación

2.3.1. Cargas internas

- **Cargas sensibles**
 - Radiación solar.
 - Conducción, convección y radiación combinada (techo y paredes exteriores).
 - Conducción, convección (vidrios exteriores e interiores, techo, piso, paredes y puertas interiores).
 - Iluminación.
 - Personas.
 - Equipos.

-
-
- Motores.
 - Infiltración de aire.
 - Ganancia térmica en los ductos de aire (suministro).
 - Ventiladores de la unidad de aire acondicionado (monozona).
 - **Cargas latentes**
 - Equipos.
 - Personas.
 - Infiltración de aire.
 - Infiltración de vapor.

2.3.1. Cargas externas

- **Cargas sensibles**
 - Aire fresco.
 - Ventiladores de la unidad de aire acondicionado (multizona).
 - Ganancia térmica en los ductos de aire (retorno).
- **Cargas latentes**
 - Aire fresco.

2.4. Breve explicación del método de cálculo de las cargas térmicas principales

Los métodos de cálculo de las cargas de enfriamiento que se emplearan aquí son esencialmente los que recomienda el *ASHRAE (Fundamentals Handbook, 1985)*; este se llama método de diferencia de temperatura de la carga para la refrigeración. El método básicamente consiste en calcular toda la ganancia de calor que este presente en el ambiente, tomando en cuenta siempre la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior del ambiente.

La ganancia de calor bruta del ambiente es la velocidad a la que se recibe calor en cualquier momento en el recinto. Esta ganancia de calor esta constituida por partes

procedentes de muchas fuentes: radiación solar, alumbrado, conducción, convección, personas, equipo, iluminación. Al efecto de almacenamiento de calor se le conoce cuando los materiales dentro del ambiente absorben algo del calor de las fuentes, en especial la energía radiante del sol, las luces y la gente.

2.5. Componentes que contribuyen a la ganancia de calor en el ambiente:

2.5.1. Conducción a través de la estructura exterior: Las ganancias de calor a través de paredes, techos y vidrios que dan al exterior se calculan con la siguiente ecuación:

$$H_{c,te/pe} = U \times A \times DT_c \quad \text{Ecu. 2.1}$$

Donde:

- $H_{c,te/pe}$: velocidad de transferencia de calor a través de la división, piso o cielo raso, BTU/h.
- U : coeficiente global de transferencia de calor para la división, piso o cielo raso, BTU/hr-pie²-°F.
- A : área de la división, piso o cielo raso, pie².
- DT_c : diferencia de temperatura, °F.

2.5.2. Conducción a través de la estructura interior: El calor que pasa desde los espacios interiores sin acondicionamiento hasta los espacios acondicionados a través de divisiones, pisos, puertas y cielos rasos se pueden calcular con la siguiente ecuación:

$$H_{c,vi/ti/si/pi/di} = U \times A \times DT_c \quad \text{Ecu. 2.2}$$

Donde:

- $H_{c, vi/ti/si/pi/di}$: velocidad de transferencia de calor a través de la división, piso, puertas o cielo raso, BTU/h.

- U : coeficiente global de transferencia de calor para la división, piso, puertas o cielo raso, BTU/hr-pie²-°F.
- A : área de la división, piso, puertas o cielo raso, pie².
- DTc : diferencia de temperatura, °F.

2.5.3. Iluminación: La ecuación para calcular la ganancia de calor debida a la iluminación es:

$$\text{Hilum} = 3,412 \times W \times \text{FB} \times \text{FCE} \quad \text{Ecu. 2.3}$$

Donde:

- Hilum : flujo de calor, BTU/h.
- W : capacidad del alumbrado, watts
- FB : factor de balastra, multiplicador dependiente de las características de las luminarias; tiene un valor de 1 para luces incandescentes y de 1.25 para fluorescentes.
- FCE = factor de carga de enfriamiento, basado en las horas de operación y tiempo, así como también de mobiliario, sistema de suministro y retorno de aire características constructivas del ambiente y tipo de luminarias, si el sistema de aire acondicionado opera solamente durante las horas de ocupación del ambiente, se considera FCE = 1

2.5.4. Personas: La ganancia de calor debida a las personas se compone de dos partes: el calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración. Algo del calor sensible se puede absorber por el efecto de almacenamiento de calor, pero no el calor latente. Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado en las personas son:

$$\text{Hs,pers.} = \text{No personas} \times \text{METS} \times \text{FCE} \quad \text{Ecu. 2.4}$$

$$\text{Hl,pers.} = \text{No personas} \times \text{METL} \quad \text{Ecu. 2.5}$$

Donde:

- METS = es la disipación metabólica sensible, corresponde a la ganancia de calor por ocupantes del ambiente acondicionado, BTU/hr
- METL = es la disipación metabólica latente, corresponde a la ganancia de calor por ocupantes del ambiente acondicionado, BTU/hr
- FCE = factor de carga de enfriamiento, basado en la duración de ocupación y el tiempo desde la entrada al ambiente
 - Si el sistema de aire acondicionado no opera 24 horas se considera FCE = 1
 - Si hay alta densidad ocupacional, como en teatros, se considera FCE = 1

2.5.5. Equipos: Para el ambiente en consideración se deberán conocer los equipos a utilizar y sus características. La ganancia de calor debida al equipo se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como latente.

Se tendrá:

$$H_s, \text{equipos} = \Sigma \text{ carga de equipos sensibles} \times \text{FCE} \quad \text{Ecu. 2.6}$$

$$H_l, \text{equipos} = \Sigma \text{ carga de equipos latentes} \quad \text{Ecu. 2.7}$$

Donde:

- FCE = factor de carga de enfriamiento, basado en la horas totales de ocupación y tiempo, así como también si se utilizara o no campana de extracción. La carga latente es considerada cero cuando se utiliza campana sobre los equipos

2.5.6. Aire fresco: De acuerdo con normas de renovación de aire, se pueden determinar valores distintos para el flujo de aire fresco (se selecciona el mayor):

- En base al área del piso:

$$Af1 = Asu^* \times N1 \quad \text{Ecu. 2.8}$$

Siendo:

-Af1 = flujo de aire fresco, pie³/min

-Asu* = área de piso

-N1 = flujo de aire fresco por área de piso, siguiendo los requerimientos mínimo de aire exterior para ambientes con aire acondicionado

- En base al número de personas

$$Af2 = N^{\circ} \text{ de personas} \times N2 \quad \text{Ecu. 2.9}$$

Siendo

-Af2 = flujo de aire fresco, pie³/min

-N2: flujo de aire fresco por persona, PCM/persona, siguiendo los requerimientos mínimo de aire exterior para ambientes con aire acondicionado

- En base al número de cambios de aire por hora

$$Af3 = \text{Volumen ambiente} \times N^{\circ} \text{ cambios/hora} \quad \text{Ecu. 2.10}$$

La carga sensible y latente debida al aire fresco será:

$$Hs,af = 1.1 \times Af \times (Te - Tr) \quad \text{Ecu. 2.11}$$

$$Hl,af = 0.68 \times Af \times (We - Wr) \quad \text{Ecu. 2.12}$$

Donde:

- Hs,Hl : cargas de calor sensible y latente debidas al aire fresco, BTU/hr
- Af : flujo de aire fresco, pie³/min

-
-
- $T_e - T_r$: cambio de temperatura entre el aire exterior e interior, °F
 - $W_e - W_r$: Relación de humedad exterior e interior, g de agua/lb aire seco

La carga de aire fresco es una carga variable con el tiempo, sin embargo en aplicaciones típicas (por ejemplo oficinas, comercios, etc.) en la cual el porcentaje de aire fresco en relación al total de suministro es bajo, se puede considerar esta carga constante ya que su influencia sobre la carga total del ambiente es pequeña.

2.6. Carta Psicrométrica

Básicamente la carta psicrométrica es un gráfico donde se representan las propiedades del aire a una presión determinada, las propiedades del aire son: Temperatura del bulbo seco, Temperatura del bulbo húmedo, Temperatura de rocío, Humedad relativa y Humedad absoluta. Los procesos psicrométricos comunes en aire acondicionado son:

- Mezcla adiabática, es un proceso que constituye la mezcla de varias corrientes de aire; esta mezcla ocurre sin adición ni eliminación de calor, o sea adiabáticamente.
- Enfriamiento y calentamiento sensible; en ambos procesos el cambio de estado ocurre a lo largo de una línea de humedad específica constante, con respecto a las variaciones de las propiedades físicas del aire atmosférico se tiene que en el proceso de calentamiento sensible las temperaturas bulbo seco y bulbo húmedo y la entalpía se incrementan mientras que la humedad relativa disminuye. En el proceso de enfriamiento sensible ocurre lo contrario.
- Enfriamiento y deshumidificación, si se tiene aire que es circulado sobre una superficie que se encuentra a una temperatura menor que la temperatura de rocío del aire, ocurrirá la condensación de cierta

cantidad de vapor de agua en el aire simultáneamente con el proceso de enfriamiento sensible.

2.6.1 Factor de calor sensible interno (FCSi): Es la relación del calor sensible del ambiente a la suma del calor sensible y calor latente del ambiente.

2.6.2 Factor de calor sensible total (FCSt): Es la relación del calor sensible total a la suma del calor sensible total y del calor latente o sea la carga térmica total.

2.6.3 Ecuaciones de cargas terminas para el análisis psicrometrico:

Las ecuaciones que se presentan a continuación, se han obtenido considerando el aire atmosférico a las siguientes condiciones (aire “Standard”):

Temperatura bulbo seco: 70F

Humedad relativa: 50%

Presión barométrica: 29.92 pulg., Hg.

$$H_{ti} = 4.5 \text{ PCMsum. (hr-hs)} \quad \text{Ecu. 2.13}$$

$$H_{si} = 1.10 \text{ PCMsum. (Tr-Ts)} \quad \text{Ecu. 2.14}$$

$$H_{li} = 0.68 \text{ PCMsum. (Wr-Ws)} \quad \text{Ecu. 2.15}$$

$$H_{ttserp.} = 4.5 \text{ PCMs (hm - hs)} \quad \text{Ecu. 2.16}$$

Siendo:

H: carga térmica, Btu/hr

h: entalpía, Btu/hr

T: temperatura, F

W: humedad específica, granos/libra

PCM: flujo de aire, pie³/min

2.7. Conductos de aire (ductos) métodos de diseño.

La función de un sistema de ductos es transportar el aire desde el equipo de suministro a un determinado espacio. Para cumplir esta función de una manera práctica el sistema debe ser diseñado dentro de los límites prescritos de espacio disponible, generación de ruido, ganancia o pérdida de calor y el correcto balance entre el costo inicial y los costos de operación.

Las ecuaciones y consideraciones para el diseño de los sistemas de ductos fueron las indicadas en el capítulo 34 Diseño de Ductos del ASHRAE.

Método de igual fricción: La base de este método de dimensionamiento de ductos es que se selecciona un valor para la pérdida de presión por fricción, por longitud de ducto, y se mantiene constante para todas las secciones de ducto del sistema. El valor que se selecciona se basa en general en la velocidad máxima permisible en el ducto cabezal que sale del ventilador, para evitar demasiado ruido.

Método de recuperación estática: Este método se usa para diseñar sistemas de alta velocidad, con más de 2500 a 3000 ft/min. La base de este método para determinar los tamaños de los ductos es reducir velocidades en cada sección del ducto de modo que el aumento resultante de presión estática sea el suficiente para compensar las pérdidas por fricción en la siguiente sección. Por lo tanto, la presión estática es la misma en cada unión del cabezal principal.

Método de asignación de velocidades: Este método se utiliza para el diseño de un sistema de ductos en los cuales para un cierto número de tramos de ductos se requiere que la velocidad del aire tenga un valor específico. Este método de cálculo de sistemas de ductos no es muy usado ya que se requiere de cierta experiencia en la selección de velocidades.

Método de balanceo de capacidad: Este método se basa en dimensionar los ductos tal que la pérdida de presión total externa que deberá vencer el ventilador sea la misma para todas las trayectorias.

El método por el cual se realizarán los cálculos para el diseño del sistema de suministros y de extracción de aire será, el método de igual fricción.

2.8. Determinación del caudal de agua helada para las UMAS

Para determinar el caudal de agua que debe pasar por el serpentín de enfriamiento de cada UMA, se utiliza la siguiente ecuación de la energía:

$$Q = m \times C_{p_{agua}} \times TC_{agua} \quad \text{Ecu. 2.17}$$

$$C_{p_{agua}} = m / \rho_{agua}$$

Donde:

Q: velocidad de adición eliminación de calor a la sustancia, BTU/hr

m: velocidad de flujo de masa de la sustancia, lb/hr

Cp: calor específico de la sustancia, BTU/ lb-°F

TC: variación de temperatura de la sustancia °F.

2.9. Determinación de las pérdidas de presión por fricción en Tuberías y Accesorios.

La fricción es una resistencia al flujo como resultado de la viscosidad y de las paredes del tubo o del ducto. Para el cálculo de la caída de presión debida a la fricción se basa en la ecuación de *Darcy Weisbach*, la cual relaciona varios parámetros importantes que están presentes en los flujos en tuberías. Esta es:

$$h_f = \frac{f \times L_{eq} \times V^2}{D_{int} \times 2 \times g} \quad \text{Ecu. 2.18}$$

Donde:

$$Q = V \times A \Rightarrow V = \frac{Q}{A} \quad A = \frac{\pi}{4} \times D_{\text{int}}^2$$

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D_{\text{int}}^2} \quad \text{al sustituir en la formulade DarcyWeisbach}$$

$$h_f = \frac{8 \times f \times L_{eq} \times Q^2}{\pi^2 \times D^5 \times g}$$

h_f : Perdidaocurridaen la longitug L_{eq}

f : Factorde fricción.

L_{eq} : Longitudequivalente.

Q : Caudal.

D_{int} : Diametrointerno.

g : Aceleración de gravedad.

Con la ecuación antes mostrada se puede estimar las pérdidas en tuberías rectas, para el caso de los accesorios (Codos, Cambios de diámetros, Válvulas, Etc.) se utiliza la misma ecuación pero se calcula una longitud equivalente por accesorio que depende directamente del coeficiente de resistencia K del mismo. Este es:

$$K = f \times \frac{L_{eq}}{D_{\text{int}}} \Rightarrow L_{eq} = \frac{K}{f} \times D_{\text{int}} \quad \text{Al sustituir en la Ecuacion } h_f$$

$$h_f = \frac{8 \times K \times Q^2}{\pi^2 \times D_{\text{int}}^4 \times g}$$

Ecu. 2.19

Utilizando esta ecuación se estiman las pérdidas en cada accesorio, el Coeficiente de resistencia K lo suministra el fabricante directamente, en este caso se utilizaron los de la guía de Frank Pietersz C. (2001) *PERDIDAS POR FRICCION EN TUBERIAS DEBIDO A LA RESISTENCIA DEL FLUJO DE LIQUIDOS*.

3.0. PROYECTO EN DETALLE

3.1. Datos del proyecto

- Ciudad: Caracas
- Altura: 914 MSNM
- Condiciones Exteriores: TBS = 95°F; TBH = 84°F
- Condiciones Interiores: TBS = 70°F; TBH = 59°F
(Las condiciones exteriores e interiores fueron establecidos por el HCC)
- Rango Diario: 19,2°F
- Ambiente: Quirófanos
- Normas que aplican:
 - Nacionales: COVENIN 2339-87 “CLINICAS, POLICLINICAS INSTITUTOS U HOSPITALES PRIVADOS. CLASIFICACION”.
 - Internacionales: ASHRAE de 1999 Applications Handbook, Chapter 7, HEALTH CARE FACILITIES.

3.2. Cálculos de Cargas Térmicas

Para el cálculo de las cargas térmicas de cada quirófano la gerencia de operaciones del Hospital de Clínicas Caracas nos suministro las temperaturas de diseño en las cuales teníamos que realizar el proyecto las cuales fueron, para el aire exterior la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo 95 F y 84 F respectivamente, y para el interior del quirófano la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo 70 F y 59 F, solo en los quirófanos 1,2,5 y 6 se tomara en cuenta también el área anexa a estos, llamada área de preparación de manos

De acuerdo a la clasificación de las cargas térmicas principales se realiza un estudio por separado de cada una de las cargas, para que de este modo conocer con detalle, cuales cargas están presentes y cuales no.

Para el cálculo tipo que se utilizara como ejemplo se analizara el quirófano 1.

3.3. Cálculo Tipo

Ambiente: Quirófano N° 1

Como la Directiva del Hospital de Clínicas Caracas, estableció las temperaturas exteriores e interiores de diseño, la determinación de los días críticos no se toma en cuenta y por ello no se realiza dicho estudio.

3.3.1 Cargas internas

- **Cargas sensibles:**
 - Radiación solar: Debido a la ubicación de los quirófanos, nivel 2, sótano 2, la ganancia térmica solar en el ambiente es nula.
 - Conducción, convección y radiación combinada (techo y paredes exteriores): Debido a que los ambientes adyacentes se encuentran

acondicionados, la ganancia termia de estas cargas se consideran como nulas.

- Conducción, convección (vidrios exteriores e interiores, techo, piso, paredes y puertas interiores):

Para el cálculo de la conducción que esta presente en el ambiente se determinan los coeficientes globales o factores de transferencia de calor (U) de cada componente del quirófano los cuales son, para ver detalles revisar el apéndice 1:

a) Techo Interior

	R (hr pie ² F)/Btu	P (Lb/pie ²)
-concreto macizo, 8pulg	6,66	26,7
-friso interior, 1/2pulg	0,104	4,8
-película de aire interior	0,92	
	7,684	31,5

Tabla 3.1. Factores de Transferencia (Techo Int).

U= 0,13 Btu/hr pie² F

b) Paredes Interiores

	R (hr pie ² F)/Btu	P (Lb/pie ²)
-bloques de concreto, 4pulg	0,71	20
-friso de cemento y arena, 1/2pulg	0,104	4,8
-película de aire (2)	1,36	
	2,174	24,8

Tabla 3.2. Factores de Transferencia (Paredes Int).

U= 0,46 Btu/hr pie² F

c) vidrios interiores

U= 0,73 Btu/hr pie² F (vidrio sensillo)

d) puertas

	R (hr pie ² F)/Btu	P (Lb/pie ²)
-madera, 2pulg	2,39	6,2
-pelicula de aire (2)	1,36	
	3,75	6,2

Tabla 3.3. Factores de Transferencia (Puertas).

$$U=0.33 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F}$$

Teniendo que para el cálculo:

De acuerdo a la ecuación número 2.2 tenemos que:

a) techo interior

factores: $U= 0,13 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F}$

$$T_e=95 \text{ F}$$

$$T_i=70 \text{ F}$$

$$H_{c,T_i}= 0,13 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F} * (5,85 * 8,55) \text{ m}^2 * (95-70) \text{ F} * 10,76$$

$$H_{c,T_i}= 1749,11 \text{ Btu/hr}$$

b) pared interior

factores: $U= 0,46 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F}$

$$T_e=95 \text{ F}$$

$$T_i=70 \text{ F}$$

$$H_{c,T_i}= 0,46 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F} * (5,85 * 3 * 2 + 5,9 * 3 * 2) \text{ m}^2 * (95-70) \text{ F} * 10,76$$

$$H_{c,T_i}= 7585,26 \text{ Btu/hr}$$

c) vidrio interior

factores: $U= 0,73 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F}$

$$T_e=95 \text{ F}$$

$$T_i=70 \text{ F}$$

$$H_{c,T_i}= 0,73 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F} * (2,2 \text{ m}^2) * (95-70) \text{ F} * 10,76$$

$$H_{c,T_i}= 432,014 \text{ Btu/hr}$$

d) puertas interiores

$$\text{factores: } U = 0,33 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F}$$

$$T_e = 95 \text{ F}$$

$$T_i = 70 \text{ F}$$

$$H_{c,T_i} = 0,33 \text{ Btu/hr pie}^2 \text{ F} * (7\text{m}^2) * (95-70) \text{ F} * 10,76$$

$$H_{c,T_i} = 621,39 \text{ Btu/hr}$$

➤ Iluminación.

Para la iluminación cada quirófano cuenta con 4 lámparas de 3 tubos fluorescentes de 40V cada una, y para el área de preparación de manos solo 2 lámpara de 2 tubos fluorescentes de 40V cada una. Para el caso de la lámpara cielitica presente en cada uno de los quirófanos la carga térmica producida por sus bombillas es despreciable y solo se toma en cuenta como un equipo completo para la realización de los cálculos, por recomendación del fabricante de la lámpara. Para el cálculo de la ganancia térmica por iluminación de acuerdo con la ecuación número 2.3 tenemos que:

$$H_{lum} = 3,412 \text{ Btu/hr/wattios} * 640 \text{ wattos} * 1,25 * 1$$

$$H_{lum} = 2729,6 \text{ Btu/hr}$$

➤ Personas.

De acuerdo con la ecuación N° 2.4 tenemos que:

$$H_{s,\text{personas}} = 9 * 290 \text{ Btu/hr} * 1$$

$$H_{s,\text{personas}} = 2610 \text{ Btu/hr}$$

Para saber con más detalles, sobre los coeficientes de disipación metabólica sensible, revisar apéndice 1.

➤ Equipos.

Los equipos que generan alguna carga térmica que se encuentran presentes en el quirófano N° 1 son los siguientes:

- Bomba de infusión digital
- Lámpara cielítica
- Maquina de anestesia digital
- Electroecuagulador
- Electrobisturi para lamparoscopia

De acuerdo con la ecuación N° 2.6 tenemos que:

$$Hs_{equipos} = (819 + 853 + 983 + 3685 + 2729) \text{ Bth/hr} * 1$$

$$Hs_{equipos} = 9069 \text{ Btu/hr}$$

Para saber con más detalle que equipo se encuentra en cada quirófano revisar el plano anexo II, leyenda de quirófanos.

- Motores: Debido a que no se encuentra ningún motor que genere alguna carga térmica, esta ganancia se considera como nula.
- Infiltración de aire: Uno de las principales cualidades de un quirófano, es que tiene que trabajar con presión positiva, siendo esto un indicativo que no se presentara alguna infiltración de aire. Es por esto que esta ganancia se considera como nula.
- Ganancia térmica en los ductos de aire (suministro): Debido a que por donde pasan los ductos son zonas acondicionadas la carga térmica es muy pequeña, por lo cual la ganancia térmica por esta carga se considera como nula.
- Ventiladores de la unidad de aire acondicionado(monozona): atención preguntar a personal de TRANE

- **Cargas latentes:**

- Equipos

De acuerdo con la ecuación N° 2.7 tenemos que:

$$H_{l, \text{equipos}} = (819 + 853 + 983 + 3685 + 2729) \text{ Btu/hr}$$

$$H_{l, \text{equipos}} = 9069 \text{ Btu/hr}$$

- Personas.

De acuerdo con la ecuación N° 2.5 tenemos que:

$$H_{l, \text{personas}} = 9 * 210 \text{ Btu/hr}$$

$$H_{l, \text{personas}} = 1890 \text{ Btu/hr}$$

- Infiltración de vapor: Debido a que no existe una diferencia apreciable de las presiones parciales de vapor entre el interior y el exterior del ambiente, la ganancia térmica se considera como nula.

3.3.2 Cargas externas

- **Cargas sensibles:**

- Aire Fresco:

Como es bien sabido, existen normas nacionales (COVENIN) como internacionales (ASHRAE) por las cuales se deben de guiar de cálculos y diseño cuando se realiza algún proyecto en específico, de manera tal se tenga un control sobre lo que es esta realizando y garantizar un buen trabajo. Para nuestro caso en Venezuela, COVENIN tiene una norma la cual establece los parámetros por el cual se deben diseñar un quirófano, llamada “CLINICAS, POLICLINICAS INSTITUTOS U HOSPITALES PRIVADOS. CLASIFICACION”, N° 2339-87, en esta se establece que los cambios mínimos por hora deben ser 12 para el aire fresco. A partir de este dato se realiza los cálculos correspondientes a la ganancia térmica que produce el aire fresco.

El número promedio de personas que se encuentran dentro de un quirófano para la realización de una operación son 10 personas, dato suministrado por el Departamento de Medicina del Hospital.

De acuerdo a la ecuación N° 2.10 y 2.11 tenemos que:

$$A_f = (5,83\text{m} * 8,55\text{m} * 3\text{m}) / (0,0283 \text{ pie}^3/\text{m}^3) / 60$$

$$A_f = 1060\text{pcm}$$

$$H_{s,A_f} = 1,1 * 1060\text{pcm} * (95 - 70)\text{F}$$

$$H_{s,A_f} = 29162,15\text{Btu/hr}$$

- Ventiladores de la unidad de aire acondicionado (multizona): Debido a que las unidades serán de tipo monozona la ganancia térmica producida por esta carga es nula.
- Ganancia térmica en los ductos (retorno): Debido a la norma de COVENIN 2339-87, no se puede recircular aire, la ganancia térmica producida por esta carga es nula.

- **Cargas latentes:**

- Aire Fresco:

De acuerdo a la ecuación N° 2.12 tenemos que:

$$H_{l,A_f} = 0,68 * 1060\text{pcm} * (160 - 58,5)\text{F}$$

$$H_{l,A_f} = 73161,2\text{Bth/hr}$$

Como en todo diseño tenemos que tomar en cuenta un factor de seguridad para nuestro caso será 1.1 para la carga sensible interna total y 1.05 para la carga latente interna total, al sumar las cargas sensibles internas y externas, y las cargas latentes internas y externas tenemos que:

Tipo de carga	Ganancia termica (Btu/hr)
Sensible interna	24796,374
Latente interna	10959
Sensible externa	29162,15
Latente externa	73161,2
Interna Total	35755,374
Externa Total	102323,35
Total	141106,3114

Tabla 3.4. Cargas sensibles y latentes.

Una manera muy fácil de visualizar el aporte del valor de las cargas presentes en el ambiente con respecto al valor total de la carga es mediante unas graficas circulares, en estas graficas se observan el valor de la carga y el porcentaje que representa con respecto a la carga total del quirófano. Específicamente las graficas que se muestran a continuación son cuatro:

- 1.- La distribución de las cargas sensibles internas
- 2.- La distribución de las cargas internas totales
- 3.- La distribución de las cargas externas totales
- 4.- La distribución de las cargas totales.

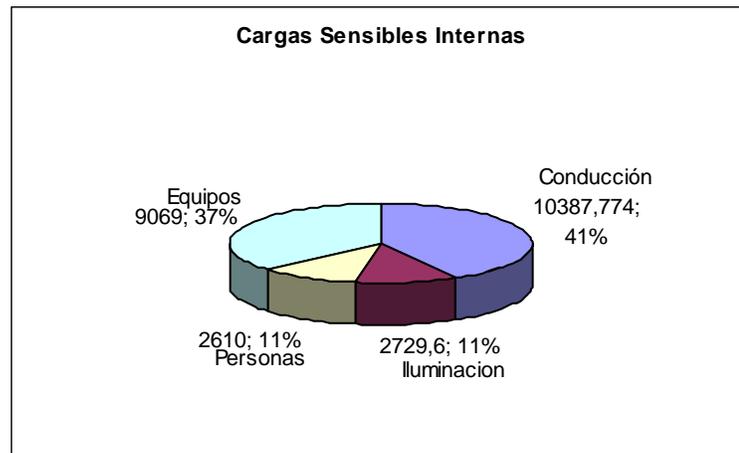


Fig. 3.1. Distribución de las cargas sensibles internas

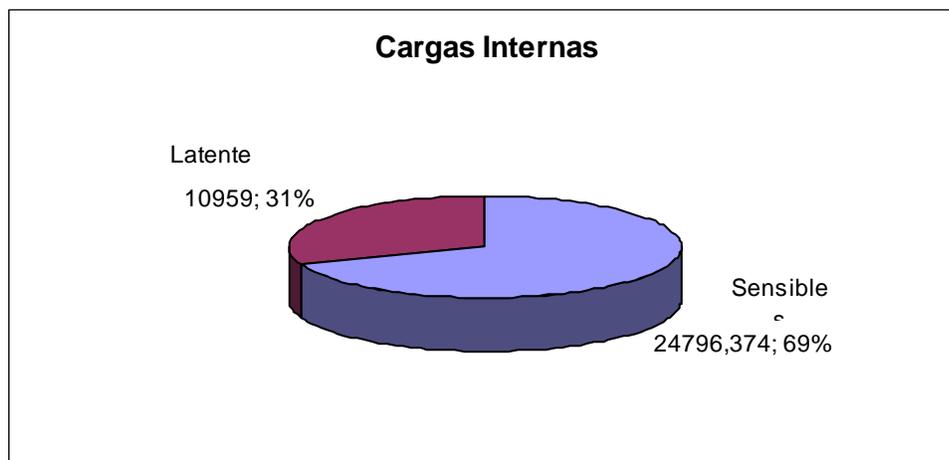


Fig. 3.2. Distribución de las cargas internas

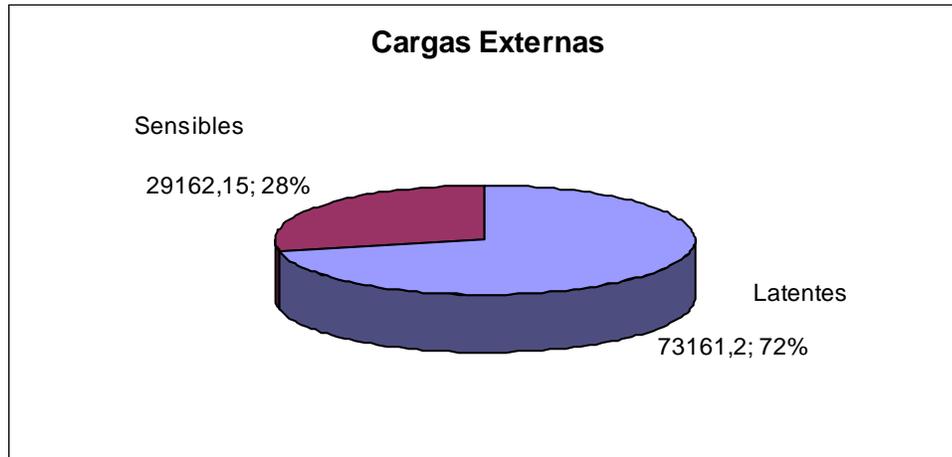


Fig. 3.3. Distribución de las cargas externas

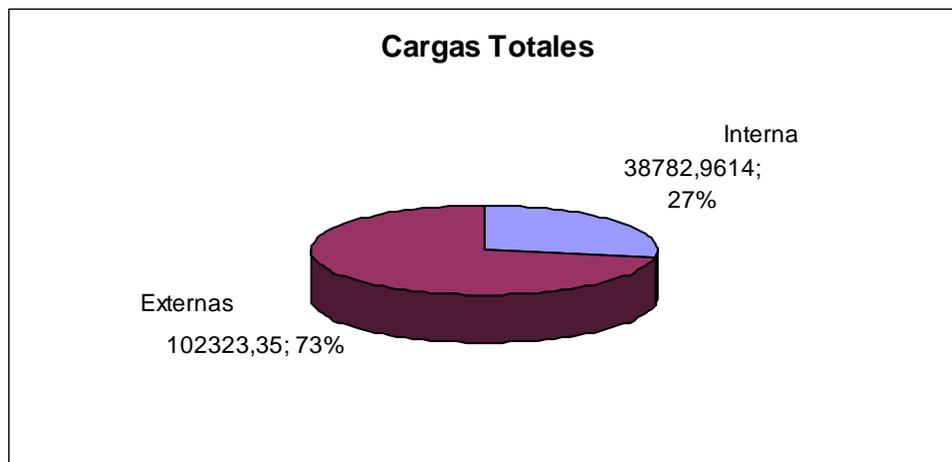


Fig. 3.4. Distribución de las cargas totales

Este procedimiento se repitió para cada quirófano utilizando como herramienta de ayuda una hoja de cálculo, para ver detalles revisar apéndice 2. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cargas(Bth/hr)	Quirofano N°			
	2	3	4	5
Sensible Interna	27306	25948	25408	24616
Latente Interna	12122	9236	11727	8862
Sensible Externa	27292	20124	21508	29503
Latente Externa	68498	50507	53982	74048
Sensible Total	54599	46071	48126	54119
Latente Total	80620	61947	65709	82910
Total	135219	108019	113836	137029

Tabla 3.5. Cargas Térmicas.

Cargas(Bth/hr)	Quirofano N°			
	6	7	8	9
Sensible Interna	28102	38346	35982	36414
Latente Interna	12982	21383	19163	20325
Sensible Externa	26931	26902	27059	28126
Latente Externa	67591	67520	67913	70591
Sensible Total	55032	65248	63041	64540
Latente Total	80573	88903	87075	90915
Total	135605	154151	150116	155456

Tabla 3.6. Cargas Térmicas Continuación.

Conocidas las cargas térmicas que deben vencer el serpentín para lograr la temperatura y la humedad deseada del ambiente, se estudia el comportamiento del aire a través del serpentín; utilizando la carta psicrométrica, al realizar los cálculos de los factores de carga sensibles (FCSi y FCSt) sobre la carta psicrométrica se traza la curva del radio de calor sensible, donde esta indica la temperatura aproximada a la salida del serpentín y cual sería el comportamiento del aire en el ambiente

De la carta psicrometrica

Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
TBS=	95	°F	TBS=	48,5	°F
TBH=	84	°F	TBH=	48	°F
h=	48	Btu/Lb	h=	19,5	Btu/Lb

Tabla 3.7. Resultado Carta Psicrométrica.

De acuerdo a la ecuación N° 2.14 y 2.15 tenemos que:

Determinando flujo de aire suministro

1183 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

151712 Btu/hr

13 tons de refrig.

Este procedimiento se repitió para cada quirófano utilizando como herramienta de ayuda una hoja de cálculo, para ver detalles revisar apéndice 2. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Quirofano N°	Flujo de aire de suministro (pcm)	Toneladas de refrigeración (Btu/hr)
2	1171	150125
3	1167	148039
4	1142	144961
5	1512	172877
6	1727	197360
7	1724	218777
8	1618	205289
9	1637	207754

Tabla 3.8. Resultados de los flujos de suministro

3.4. Cálculo del Sistema de Suministro y Extracción de Aire

Conociendo los PCM que requiere cada quirófano se procedió al cálculo del sistema de suministro y extracción de aire para cada quirófano, la velocidad seleccionada será de 1500 Pie/min. tomando en consideración el factor ruido como limitante, se calcula cada tramo por separado por el método de igual fricción, lo primero que se realiza es el trazado de los ductos teniendo en cuenta la ubicación de cada UMA y por donde puedan pasar estos ductos, luego se dividió el sistema en tramos asignándole a cada tramo una letra para poder realizar el calculo respectivo de dicho tramo; motivo por el cual se presenta la siguiente figura:

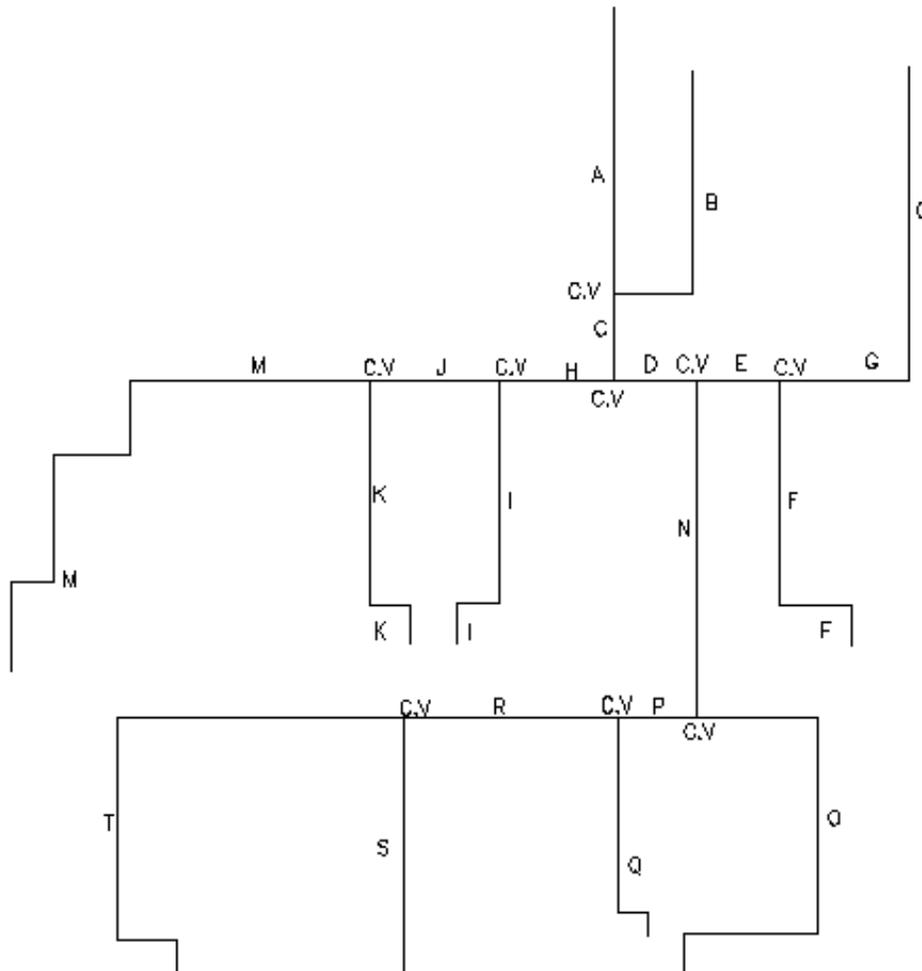


Fig. 3.5 Diagrama unifilar de ductos, suministro

Tramo A

$f=0,15$ Graf. N° 2 Diametro Tabla N° 1
 13684pcm \longrightarrow Equivalente 35" \longrightarrow 40" x 25"

Pérdida de presión: $\Delta Pa = 0,15/100 * \text{Lado ducto} = 0,0375$ pulg. Agua

Tramo B

$f=0,15$ Graf. N° 2 Diametro Tabla N° 1
 1637pcm \longrightarrow Equivalente 15,5" \longrightarrow 20" x 10"

Pérdida de presión: $\Delta Pa = 0,15/100 * \text{Lado ducto} = 0,015$ pulg. Agua

Tramo C

$f=0,15$ Graf. N° 2 Diametro Tabla N° 1
 12047pcm \longrightarrow Equivalente 33" \longrightarrow 35" x 25"

Pérdida de presión: $\Delta Pa = 0,15/100 * \text{Lado ducto} = 0,0375$ pulg. Agua

Para el resto de los tramos se procedió de la misma manera donde se encontraron los siguientes resultados mostrados en la tabla:

Resumen de resultados. Igual Fricción

Tramo	Flujo (Pie ³ /min)	Diam. Equiv. (pulg)	Dimensión (pulg x pulg)	Pérdida presión (pulg. agua)
A	13684	35	40x25	0,0375
B	1637	15,5	20x10	0,015
C	12047	33	35x25	0,0375
H	4487	23	30x15	0,0225
I	1142	13,5	15x10	0,015
J	3345	20	25x14	0,021
K	1727	16	15x14	0,021
M	1618	15,5	14x14	0,021
D	7560	28	25x25	0,0375
E	1971	16,5	15x15	0,0225
F	1171	13,5	16x10	0,015
G	800	12	12x10	0,015
N	5589	25	25x20	0,03
O	1183	13,5	16x10	0,015
P	4406	22,5	20x20	0,03
Q	1167	13,5	16x10	0,015
R	3239	20	25x14	0,021
S	1512	15	14x14	0,021
T	1724	16	15x14	0,021

Tabla 3.9. Sistema de Suministro.

Se recomienda revisar el plano anexo III, suministro de aire a los quirófanos para un mejor entendimiento de los diferentes tramos.

Determinaremos ahora la trayectoria más desfavorable para obtener así la pérdida de presión, la trayectoria mas desfavorable es aquella con la longitud equivalente mayor.

Tramos A + C + D + N + P + R + S + T: 0,2355 pulgadas de agua

Debido a que el sistema es de suministro de aire, se produce entre el tramo inicial y final (debido a la disminución de velocidad) una conversión de presión de velocidad en presión estática; y por lo tanto esto implica una disminución en la presión total que se debe requerir a la descarga del ventilador.

Esta recuperación se puede calcular de la siguiente forma:

V_x : velocidad del tramo A : 1500 pie/min

V_y : velocidad del tramo T

$$\text{Tramo T : } 15 \text{ pulg} \times 14 \text{ pulg} = 210 \text{ pulg}^2 \times \frac{1 \text{ pie}^2}{144 \text{ pulg}^2} = 1.46 \text{ pie}^2$$

$$\text{Velocidad}_r = \frac{1724 \text{ pie}^3/\text{min}}{1.46 \text{ pie}^2} = 1180.8 \text{ pie}/\text{min}$$

$$P_r^x = 0.30 \left[\left(\frac{1500}{4005} \right)^2 - \left(\frac{1180.8}{4005} \right)^2 \right] = 0.30 [(0.14 - 0.0869)]$$

$$P_r^x = 0.01593 \text{ pulg. H}_2\text{O}$$

Perdida de presión total : 0.2355 pulg. H₂O(ductos) - 0.01593 pulg. H₂O(recuperación)

Perdida de presión total : 0.21957 pulg. H₂O

Para el cálculo del sistema de extracción se procedió de la misma manera que el sistema de suministro para la cual tenemos, el siguiente diagrama unifilar:

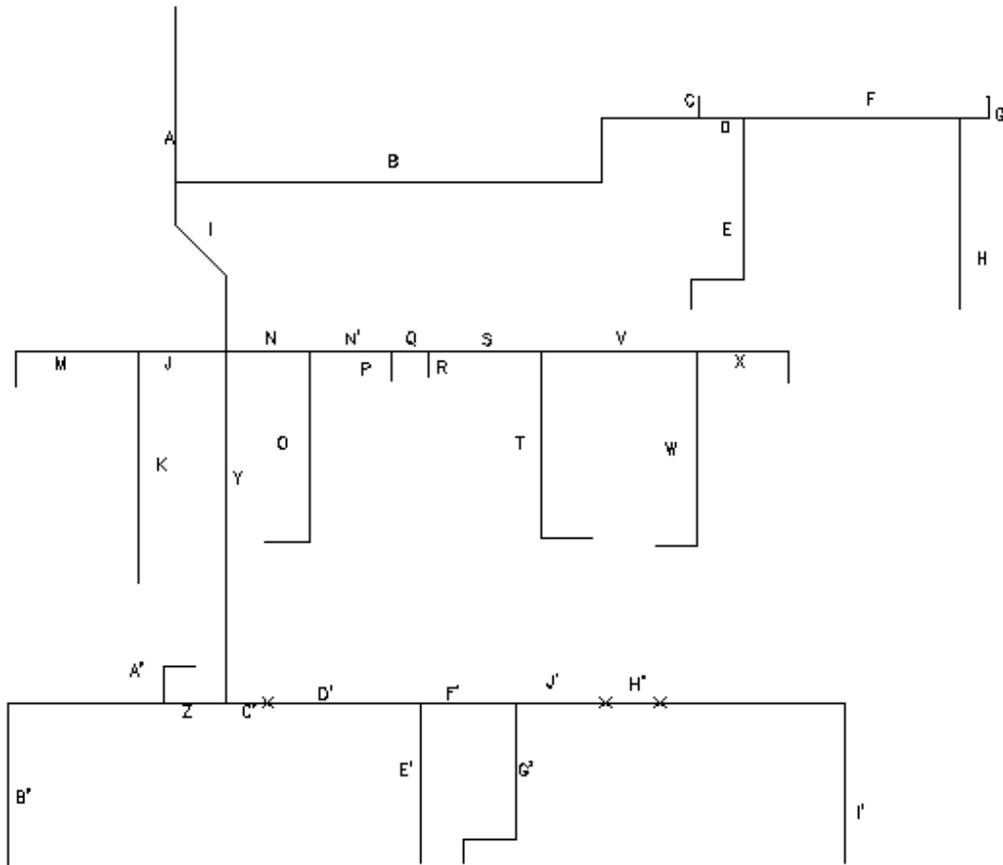


Fig. 3.6. Diagrama unifilar de ductos, extracción.

Tramo I'

$f=0,15$ Graf. N° 2 Diametro Tabla N° 1
 592pcm → Equivalente 10,5" → 10" x 9"

Pérdida de presión: $\Delta Pa = 0,15/100 * \text{Lado ducto} = 0,015$ pulg. Agua

Tramo H'

$f=0,15$ Graf. N° 2 Diametro Tabla N° 1
 1183pcm → Equivalente 13,5" → 16" x 10"

Pérdida de presión: $\Delta Pa = 0,15/100 * \text{Lado ducto} = 0,024$ pulg. Agua

Tramo J'

$f=0,15$ Graf. N° 2 Diametro Tabla N° 1
 1767pcm → Equivalente 16" → 15" x 14"

Pérdida de presión: $\Delta Pa = 0,15/100 * \text{Lado ducto} = 0,0225$ pulg. Agua

Para el resto de los tramos se procedió de la misma manera donde se encontraron los siguientes resultados mostrados en la tabla:

Resumen de resultados. Igual Fricción

Tramo	Flujo (Pie ³ /min)	Diam. Equiv. (pulg)	Dimensión (pulg x pulg)	Pérdida presión (pulg. agua)
I'	592	10,5	10x9	0,0135
H'	1183	13,5	16x10	0,015
J'	1767	16	15x14	0,021

Tabla 3.10. Sistema de Extracción.

G'	584	10,5	10x9	0,0135
F'	2351	18	18x15	0,0225
E'	756	11,5	12x9	0,0135
D'	3107	19,5	20x16	0,024
C'	3863	21,5	20x18	0,027
B'	862	12	12x10	0,015
A'	862	12	12x10	0,015
Z	1724	16	15x14	0,021
Y	5587	24,5	25x20	0,03
K	809	12	12x10	0,015
M	809	12	12x10	0,015
J	1618	15	16x12	0,015
X	586	10,5	10x9	0,0135
W	586	10,5	10x9	0,0135
V	1172	13,5	16x10	0,015
T	571	10,5	10x9	0,0135
S	1743	16	15x14	0,021
R	571	10,5	10x9	0,0135
Q	2314	18	18x15	0,0225
P	864	12	12x10	0,015
N'	3178	20	25x14	0,021
O	864	12	12x10	0,015
N	4042	22	20x20	0,03
I	11247	32	35x25	0,0375
H	400	9	9 x 8	0,012
G	400	9	9 x 8	0,012
F	800	12	12 x 10	0,015
E	819	12	12x10	0,015
D	1619	15	16x12	0,018
C	819	12	12x10	0,015
B	2438	18	18x15	0,0225
A	13684	35	40x25	0,0375

Tabla 3.11. Sistema de Extracción, Continuación.

Determinaremos ahora la trayectoria más desfavorable para obtener así la pérdida de presión, la trayectoria mas desfavorable es aquella con la longitud equivalente mayor.

Tramos $A + I + Y + C' + D' + F' + J' + H' + I'$: 0.228 pulgadas de agua

Las pérdidas de presión calculadas nos indican cuales son las pérdidas que deben de vencer los ventiladores tanto para la inyección como para la extracción del aire, y de esta manera asegurar el suficiente caudal de aire que le será suministrado a la UMA, como también la salida del aire de los quirófanos.

Para los ductos de suministro que van desde la salida de la UMA hasta el quirófano se calcularon utilizando el mismo método, para ver detalles revisar anexo III.

3.5. Cálculos del Caudal de Agua Helada para cada UMA

Para calcular el caudal de agua helada se utilizo la ecuación 2.17 donde se programo una hoja de Excel arrojando los siguientes resultados para las diferentes UMA de cada quirófano:

Densidad del agua: 8,316 lb/Gal
Calor específico: 1 Btu/lb°F

Quirofano N°	Carga Total(Btu/hr)	C(GPH)	C(GPM)
1	132063	1588	26
2	125207	1506	25
3	98695	1187	20
4	104223	1253	21
5	130308	1567	26
6	124726	1500	25
7	134791	1621	27
8	132997	1599	27
9	137163	1649	27

Tabla 3.12. Caudal de agua helada para cada UMA

3.6. Cálculo del Sistema de Agua Helada

Debido a que las umas estarán ubicadas en lugares diferentes donde se encontraban las umas viejas como se explicará mas adelante, nace la necesidad de diseñar un nuevo sistema de tuberías para el suministro de agua helada para cada UMA, luego de varias reuniones con el personal del Hospital de Clínicas Caracas y al estudiar el plano del nivel 2 sótano 2, se determinó la mejor ruta para la nueva tubería, la cual se puede observar en los anexos. Conocidos los caudales para cada UMA y una vez trazada la mejor ruta para la tubería se seleccionaron los diámetros de estas, el procedimiento que se utilizó fue el siguiente:

- Se selecciona que tipo de tubería se utilizará, en este caso como el sistema es de enfriamiento de agua helada la tubería más adecuada es de acero comercial, Schedule 40.
- Con la grafica de perdidas de fricción de acero, para ver detalle revisar apéndice 3
- Se selecciona una perdida de fricción aproximada, para este caso se selecciona 4 pie de agua por 100 pies
- Conocido el flujo de agua sobre la gráfica se traza una línea horizontal y esta se intercepta con la línea vertical de las perdidas de presión
- Al interceptar la línea de flujo con la de perdida de presión se lee el diámetro aproximado.

Para conocer los diferentes diámetros y secciones que posee el sistema de tuberías revisar plano anexo IV, sistema de agua helada sótano 2

3.7. Cálculo de las Perdidas en las Tuberías y Accesorios

Las perdidas en las tuberías y en los accesorios en el sistema se calculan debido a que las bombas están diseñadas para ciertas cargas con las cuales son capaces de vencer determinadas caídas de presión, por esta razón se determinaron las diferentes caídas de presión presente en el sistema, específicamente desde la sala de maquinas de los chillers hasta la nueva ubicación de las UMA; para las especificaciones de las bombas instaladas en la sala de maquina de los chillers ver apéndice 4 Bombas del sistema, los cálculos se basaron en las ecuaciones 2.18 y 2.19, se programo una hoja en Excel (ver apéndice 5) para la realización de los cálculos arrojando el siguiente valor con un valor de sobredimensionamiento:

Perdidas en el Sistema		
Q(GPM)	hf (m)	+15%(m)
946	13	15

Tabla 3.13. Perdidas por fricción

Al comparar las perdidas en el sistema con las que son capaces de vencer las bombas, se observa que no existe ninguna duda que le será suministrado el caudal correspondiente a cada UMA. Para ver detalles del recorrido de la tubería y del sistema de tuberías del Hospital revisar anexo 5

3.8. Comparación de la norma COVENIN y ASHRAE en el aspecto de la recirculación del aire

La norma COVENIN en el punto 6.2.18.4 dice lo siguiente: De haber aire acondicionado o ventilación mecánica, en el quirófano, deberá tener un mínimo de 12 cambios de aire del exterior por hora, sin recirculación. Con una presión positiva y una eficiencia mínima del 90%, con una retención de partículas de tamaño de 1 a 5 μ . Y la norma ASHRAE de 1999 Applications Handbook, Chapter 7, HEALTH CARE FACILITIES en su tabla número 3 del capítulo 7 indica que para el sistema con recirculación de aire deberá tener 25 cambios mínimos de aire del exterior por hora, pero los sistema tendrán que utilizar filtros de alta eficiencia (HEPA) con una eficiencia entre los 99.97%, y además no especifica la cantidad de aire que se pueda recircular, quedando a libre criterio del diseñador del sistema la cantidad que desee recircular.

Para realizar la comparación entre una norma y la otra se escogerá el quirófano N° 1, los cálculos correspondientes se realizaran de acuerdo con las ecuaciones y los parámetros seguidos en puntos anteriores, para la norma COVENIN y para la norma ASHRAE, debido a que en puntos anteriores se realizo un cálculo tipo y se programó una hoja de cálculo, solo serán mostrados en unas tablas los resultados más importantes para esta comparación y de esta manera, poder facilitar el entendimiento de la misma. Para ver más detalles consultar apéndice 6. Debido a que la norma ASHRAE no establece la cantidad exacta de aire que puede ser recirculado, para el cálculo estudiado se recirculará un 50% del total del aire fresco. La mezcla de aire fresco y de aire de retorno se realiza dentro de la UMA.

Datos:	EXTERNA	INTERNA	MEZCLA
$TBS(^{\circ}F)$	95	70	82,5
$TBH(^{\circ}F)$	84	59	73
$W(gr/lb)$	160	58,5	108
$h(Btu/lb)$	48	25,7	37

Tabla 3.14. Datos de las temperaturas.

Al realizar los diferentes cálculos con ayuda de la hoja de excel los resultados obtenidos fueron los siguientes:

	COVENIN	ASHRAE	Comentario
Cambio mínimos por hora de aire	12	25	Aumenta
Aire fresco (PCM)	1200	2209	Aumenta
Carga térmica total (Btu/hr)	141676	252560	Aumenta
Flujo de aire de suministro (PCM)	1183	5087	Aumenta
Tons de refrigeración (tons)	13	24	Aumenta

Tabla 3.15 Comparación de valores entre las normas

A continuación se presenta una figura donde se indica por separado los casos estudiados:

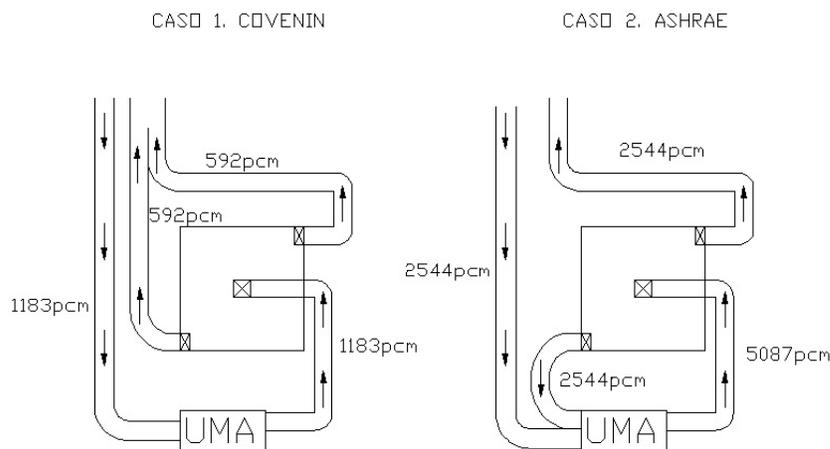


Fig. 3.7. Caso COVENIN, Caso ASHRAE.

Al comparar y analizar los resultados obtenidos de cada caso se tienen las siguientes conclusiones:

- El flujo de aire de suministro en el caso ASHRAE es mayor que en el caso COVENIN debido a que la cantidad de aire fresco que necesita el ambiente por los cambios mínimos exigidos por cada norma, para el caso ASHRAE son mayores que el caso COVENIN, esto aumenta la carga térmica presente en el ambiente; lo que influye directamente en el cálculo del flujo del suministro. Debido a que la formula que se utiliza para el cálculo del flujo de suministro es inversamente proporcional a la diferencia de temperatura del ambiente y de la salida del serpentín, esto quiere decir que mientras menor sea la diferencia mayor será el flujo de aire de suministro.
- Las toneladas de refrigeración del serpentín para el caso ASHRAE son mayores que las del caso COVENIN, esto se debe a que mientras mas aire pase a través del serpentín y deba ser enfriado lo suficiente para garantizar la temperatura del ambiente, se necesitara un serpentín de mayor capacidad para poder vencer la carga térmica total presente en el ambiente mas la carga térmica del aire fresco exterior

3.9. Ventajas y desventajas de la recirculación del aire

Para un quirófano siendo un ambiente con recirculación de aire , no se encontró ningún beneficio; esto debido por la gran cantidad de cambios por hora mínimos de aire que establece la norma; al evaluar las desventajas más importantes de la recirculación, la parte económica fue el aspecto de mayor peso esto debido a:

- El serpentín que debe poseer la UMA es mas grande para el caso ASHRAE que para le caso COVENIN, esto aumentando el costo del equipo.
- Los costos del sistema de ductos de suministro aumenta, debido a que el flujo de aire exterior que es necesario utilizar, para realizar la mezcla con el aire

recirculado es el doble o más, como se muestra en la figura 3.11. Como también sería el caso para el sistema de extracción.

- Los costos de los ventiladores para el suministro y la extracción aumentan, ya que estos deben ser mas grandes debido a la cantidad de flujo de aire que se maneja.
- Debido a que para ambos casos, se deben utilizar filtros HEPA, para el caso ASHRAE la vida útil del filtro disminuye ya que se le estará suministrando mayor cantidad de aire fresco exterior en la cual se encuentra mayor cantidad de partículas no deseadas para un ambiente como lo es un quirófano, lo que significa que aumentara el costo de mantenimiento de la UMA, ya que se tendrá que comprar filtros para cambiarlos más a menudo pues estos filtros no son recuperables.

En otro aspecto ya finalizado la comparación de ambas normas; es que existe una gran diferencia entre la Norma COVENIN 2339-87 y la Norma 1999 ASHRAE Applications HandBook, esta es que la Norma ASHRAE recomienda condiciones bien específicas para los quirófanos, entre las cuales se encuentran las siguientes:

1. La temperatura del set point deberá ser ajustada por personal quirúrgico encima de un rango de 62 a 80°F.
2. La Humedad relativa deberá mantenerse entre 45 y 55%.
3. La presión del aire deberá mantenerse positiva con respecto a cualquier cuarto adyacente.
4. Dispositivos indicadores de diferencias de presión deberán ser instalados para permitir la lectura de la presión del aire en el cuarto.
5. Indicadores de humedad y termómetros deberán ser localizados fácil para observarlos.

3.10. Selección de UMAS y Especificaciones

Una vez conocidas las diferentes cargas térmicas a las que va a estar sometidos los nueve quirófanos, como también conocidos los flujos de aire que se le deben introducir a los quirófanos, para mantener las condiciones de diseño, se procede a la selección de las unidades de manejo de aire, estas unidades serán de tipo modular, cada unidad incluirá los siguientes módulos:

- Modulo I Prefiltro con filtros de aluminio de 2”
- Modulo II Serpentín enfriamiento de aire
- Modulo III Sistema de Impulsión
- Modulo IV Difusor

Además cada unidad incluirá el tablero de fuerza y todo el sistema de control.

Otro de los parámetros exigidos por la gerencia de operaciones del Hospital de Clínicas Caracas, es que los umas deben ser marca TRANE, debido a que las umas del sistema actual son marca TRANE y estas han cumplido por las exigencias del Hospital.

Para la selección de las diferentes umas, se utilizara un programa llamado TOPS (Trane Oficial Product Selection Sistem), adquirido en TRANE Venezuela, este programa es muy sencillo de utilizar ya que es muy amigable y fácil de utilizar, los únicos datos que se necesitan para este programa son los siguientes:

- Cantidad de aire que va a manejar pcm.
- La altura sobre el nivel del mar donde se va a encontrar la UMA.
- Los diferentes tipos de filtros y módulos que formaran parte de la UMA.
- La aplicación del serpentín, si será utilizado para enfriar o para calentar.

- La cantidad de carga térmica que el serpentín tiene que manejar.
- El tipo de sistema, si es refrigerante o es agua de chiller

Al realizar la corrida el programa arroja una serie de resultados los cuales pueden ser valido, no valido y excesivos; es decir que la selección de la UMA tiende a inclinarse mas por el aspecto económico ya que existe gran variedad de equipos que cumplen la misma función a diferencia que unos son mas costosos que otros.

A continuación se muestran las siguientes tablas con algunos resultados obtenidos al realizar las corridas en el programa, para ver detalles revisar anexo 5:

Quirofano N°	Caudal de aire	Tamaño de la unidad	Tipo de filtro	Tipo de serpentín	Numero de filas	Caudal de agua	Caida de presión del fluido
1	1183	3	Flat	W	10	30,24gpm	5,17ft H2O
2	1171	3	Flat	W	10	30gpm	5,10ft H2O
3	1167	3	Flat	W	10	29,52gpm	4,97ft H2O
4	1142	3	Flat	W	10	28,8gpm	4,77ft H2O
5	1513	3	Flat	W	10	34,56gpm	3,08ft H2O
6	1727	3	Flat	W	10	39,36gpm	3,89ft H2O
7	1724	3	Flat	W	10	43,68gpm	4,92ft H2O
8	1618	6	Flat	W	10	40,8gpm	4,35ft H2O
9	1637	6	Flat	W	10	41,25gpm	4,49ft H2O

Tabla 3.16. Especificaciones de UMAS.

Quirofano N°	Modelo de la turbina	Motor	Voltage	RPM
1	De Descarga	0,75HP	460/3	1617
2	De Descarga	0,75HP	460/3	1618
3	De Descarga	0,75HP	460/3	1558
4	De Descarga	0,75HP	460/3	1527
5	De Descarga	1HP	460/3	1715
6	De Descarga	2HP	460/3	1941
7	De Descarga	1HP	460/3	1244
8	De Descarga	1HP	460/3	1605
9	De Descarga	1HP	460/3	1629

Tabla 3.17. Especificaciones de UMAS, continuación.

3.11. Especificaciones de los diferentes accesorios que integran un sistema de aire acondicionado

3.11.1. Tubería de Agua Helada

3.11.1.1. Generalidades

Deberán suministrarse e instalarse en forma limpia y adecuada todas las tuberías indicadas en los planos y en las especificaciones, hasta obtener una instalación completa.

Siempre que sea posible, las tuberías deberán instalarse paralelamente a las líneas del edificio.

Todas las tuberías, conexiones, válvulas, etc., deberán instalarse lo suficientemente separadas de otras obras de manera de permitir una separación mínima de ½ pulgada entre ellas incluyendo el acabado y aislamiento.

Las tuberías deberán instalarse de tal forma que se asegure la circulación del agua sin restricciones, eliminando las bolsas de aire; en los puntos mas altos del o los recorridos de las tuberías deberán instalarse ventosas eliminadoras de aire. Las tuberías deberán instalarse de manera de permitir su libre expansión o contracción sin causar daños a otras obras o a los equipos a los cuales estén conectadas, provistos con suficientes juntas de expansión o anclajes deslizantes.

3.11.1.2. Soporte de Tubería

Los soportes para las tuberías que conducen el agua helada deberán permitir la continuidad de su aislamiento térmico y se les deberá colocar en el apoyo de las tuberías camisas metálicas en la parte exterior del aislamiento. Se deberán usar soportes de acero del tipo CLEVIS en los espacios donde se encuentren instalados equipos y se deberán usar soportes de hierro semicirculares (abrazaderas) en los demás lugares. Todos los soportes indicados deberán fijarse a las placas mediante pernos de expansión de acero.

Las varillas de suspensión de los soportes deberán ser de los siguientes diámetros:

Diámetro de la tubería	Diámetro de la varilla
hasta 2 ”	3/8 ”
de 2 ½” a 3 “	1/2 ”
de 4 ” a 6”	5/8 ”
de 8 ” a 12 “	3 /4 ”

Cuando dos o mas tuberías, tengan recorridos paralelos a la misma altura podrán tener un soporte común tipo trapecio; para la selección del diámetro de las varillas de soporte del trapecio deberá tomarse en cuenta el peso adicional de las tuberías.

La rosca en la parte inferior de las varillas deberá tener una longitud no menor de 2 pulgadas a fin de permitir el debido ajuste de altura. Las bases de apoyo de las tuberías se fijarán a los soportes utilizando dos tuercas de nivelación y una vez nivelados los soportes se deberán cortar los extremos sobrantes de las varillas de manera de obtener una mejor apariencia final. Salvo que se indique lo contrario los soportes deberán estar espaciados cada 3 metros para tuberías con un diámetro de 1 pulgada o menos y cada 2.0 metros para tuberías con un diámetro de 1 ¼ pulgadas o mas.

3.11.1.3. Material de las Tuberías

Todas las tuberías de hierro forjado y acero deberán cumplir con las normas de la “American Standard for Wrought Iron and Wrought Steel Pipe”.

Los materiales para las tuberías deberán ser de acuerdo a lo siguiente:

- SCHEDULE 40

Todas las tuberías con diámetro igual o mayor a 2 ½ pulgadas deberán ser de acero negro forjado; de peso standard y con conexiones en acero negro forjado para soldadura.

- Acero Galvanizado

Todas las tuberías con diámetro igual o menor a 2 pulgadas deberán ser de acero galvanizado; de peso standard y con conexiones en acero galvanizado con rosca.

3.11.1.4. Conexiones

Todas las conexiones soldadas deberán ser de tubo de acero y de peso standard; no se permitirá la instalación de codos soldados en ángulo recto o conexiones de “tees” a base de injertos fabricados en la obra. Las conexiones soldadas se deberán ejecutar por arco eléctrico con corriente directa y de acuerdo con las normas de la “American Welding Society”; los electrodos deberán ser de fabricación Lincoln tipo 5P o similar aprobado y el diámetro deberá ser recomendado por el fabricante de electrodos para este tipo de trabajo.

En aquellos casos en que tuberías de un diámetro de 2 pulgadas o menos deban ser conectadas en ángulo recto con tuberías de 2 ½ pulgadas o mas de diámetro podrán emplearse para su conexión “Thread Olets”; las conexiones tipo “Weld Olets” solo deberán ser utilizadas para conexiones en “tees”, en donde el diámetro de la tubería ramal no sea mayor del 50% del diámetro de la tubería troncal.

Las bridas para las tuberías de 3” pulgadas o más de diámetro deberán ser de acero forjado; para 150 libras por pulgada cuadrada de presión y con cuello deslozante para la soldadura. Todos los pernos de unión de las bridas deberán ser de acero; y cumplir con la especificación 170 de ASTM respecto a pernos. Las tuercas deberán ser de acero y de forma hexagonal.

Las roscas para tuberías 2 pulgadas o menos de diámetro deberán ejecutarse conforme a las especificaciones de la “American Standard Taper Thread”.

El lubricante de rosca deberá ser aplicado únicamente a las roscas machos. las roscas machos deberán ser cortadas en una longitud tal que sobren solamente tres hileras de roscas y limpiarse adecuadamente antes de su conexión.

3.11.1.5. Válvulas

Todas las válvulas de tuberías de 3" pulgadas o mas de diámetro, deberán ser de cuerpo de hierro; con conexiones de brida y podrán ser de fabricación CRANE, WALWORTH, JENKINS, NIBCO/SCOTT o similar aprobado.

Todas las válvulas para tuberías de 2 ½ pulgadas o menos diámetros, deberán ser de cuerpo de bronce; para conexión de rosca y podrán ser de fabricación CRANE, WALWORTH, JENKINS, NIBCO/SCOTT o similar aprobado.

3.11.1.6. Uniones

Se deberán instalar uniones universales en aquellos equipos tales como: Serpentes, bombas, tanques, etc. Cuando se tenga que instalar una válvula anexa a un equipo de los anteriormente mencionados se deberá instalar una unión entre la válvula y el equipo, debiendo tener cuidado de que las uniones queden accesibles y no ocultas para la construcción.

3.11.1.7. Accesorios para Tuberías

Los accesorios para tuberías indicados en los planos o en las presentes especificaciones, deberán ser similares en estilo y calidad, si se menciona el nombre de los fabricantes y modelo de los accesorios sólo con la intención de aclarar la especificación dada.

3.11.1.8. Llaves para Manómetros

Salvo que se indique lo contrario, todos los manómetros deberán ser de 2 ½ pulgadas de diámetro; acabado exterior de color negro, cuadrante acabado de plata; cara frontal de cristal; graduado de cero hasta el doble de la presión de operación normal del sistema mas la carga estática.

3.11.1.9. Termopozos

Todos los Termopozos serán ser del tipo roscado.

3.11.1.10. Termómetros

Salvo que se indique lo contrario, todos los termómetros deberán de tener cuerpo de bronce, frente de cristal, borde de metal niquelado, extremo de conexión de rosca IPS y de suficiente extensión para cubrir el espesor el aislamiento. Los bulbos sensores se deberán extender hasta el punto medio del interior de las tuberías; la longitud de los termómetros deberá ser de 7 pulgadas, lectura en rojo.

3.11.1.11. Conexiones Flexibles

Las conexiones flexibles entre el equipo mecánico y el sistema de tuberías deberán ser del tipo esfera de goma reforzada y los extremos con bridas de acero; la conexión deberá ser capaz de soportar una presión de trabajo nominal de 220 libras por pulgada cuadrada; el desplazamiento axial total deberá como mínimo ser de 5/8 de pulgada (1/2 pulgada de acortamiento y 1/8 pulgada de alargamiento); el desplazamiento lateral mínimo será de 1/8 de pulgada y permitirá una rotación de 15°.

3.11.1.12. Filtros de Agua

Los filtros de agua deberán ser de hierro fundido con tamiz de monel; la tapa provista de empaquetadura y con la superficie de asiento maquinadas.

El cuerpo de los filtros de 2 ½ pulgadas o menos de diámetro tendrán extremos roscados; los de 3 pulgadas o más de diámetro deberán tener los extremos para conexión con bridas. Cada filtro deberá estar equipado con una válvula de purga del tipo de compuerta con un diámetro mínimo de ¾ pulgadas y unida a una tubería de descarga.

3.11.2 Aislamiento Térmico para Tuberías de Agua Helada

3.11.2.1. Generalidades

Todas las Tuberías para agua helada y accesorios de estas deberán aislarse térmicamente a fin de eliminar la ganancia y pérdida de calor del agua y prevenir la

condensación en las superficies. Para este fin deberán seguirse las siguientes especificaciones.

3.11.2.2. Pruebas de Tratamiento Previo de las Tuberías

Todos los equipos y tuberías deberán ser sometidos a prueba de presión y sujeta a la aprobación del inspector antes de que se les aplique el aislamiento. Las tuberías de hierro y acero que vayan a ser aisladas, deberán recibir una mano de pintura anticorrosiva antes de la colocación del aislamiento térmico. Antes de aplicar el aislamiento todas las superficies deberán estar perfectamente limpias y secas. Todas las válvulas, aislantes y juntas del sistema, deberán soportar la prueba hidrostática a las cuales se someta. (250 psi).

3.11.2.3. Materiales

El aislamiento térmico para las tuberías y sus accesorios será un material preformado especialmente al diámetro de los tubos en conchas de longitud mínima de 1.22 mts. El material de estas conchas podrá ser espuma de poliuretano o espuma de poliestireno, a la vez estas estarán recubiertas con conchas de aluminio y en cualquier caso deberá tener una conductividad térmica K no mayor de 0.24 BTU/H *F²/°F a temperatura media de 75°, y deberá disponer externamente de una barrera de vapor. Para esta aplicación específica los espesores a utilizar serán los siguientes:

Tuberías hasta D 2 ½” espesor 1 ½”

Tuberías de D 3” o mas espesor 2”

3.11.2.4. Modo de aplicación

Las conchas preformadas deberán adherirse haciendo uso de pegamentos especiales a prueba de agua. Las uniones longitudinales y los extremos de cada concha deberán sellarse de manera absolutamente hermética con el uso de los pegamentos usuales.

Salvo que se indique lo contrario el aislamiento deberá ser continuo de tal forma que cubra todos los componentes del sistema.

Las secciones de aislamiento sobre tramos o piezas de tuberías susceptibles a remoción tales como válvulas, uniones, bombas, filtros (coladores), etc. Deberán ser instalados en formas de cintas y bandas de manera que al ser removidas no se dañe el resto del aislamiento.

3.11.2.5. Soportes

Todo el aislamiento deberá ser protegido en los soportes y suspensores mediante silletas para tuberías, formadas en láminas de hierro galvanizado; las silletas deberán ajustarse perfectamente a la cara exterior del aislamiento y recubrirlo aproximadamente hasta la mitad de su altura. Estas silletas deberán ser capaces de soportar la tubería y su contenido.

En cualquier caso material, el aislante térmico de la tubería en aquellos puntos donde este se apoye sobre las silletas deberá ser de material rígido del mismo espesor del resto del aislante, de manera de que no sufra deformación por efecto de la compresión debida al peso.

3.11.2.6. Tubería para drenaje

Las tuberías de drenaje serán galvanizadas, peso estándar, conexiones roscadas también en acero galvanizado, Todas las tuberías de drenaje deberán tener cuando sea posible una pendiente descendiente en la dirección del flujo de por lo menos 2%. En todos los casos en las unidades de manejo de aire deberá instalarse un sifón en la conexión de salida de la bandeja de condensado.

3.11.3. Ductos y Aislamientos

3.11.3.1. Ductería

El contratista deberá suministrar e instalar los ductos a que se refieren los planos del proyecto, esto es, los correspondientes a: conductos de aire, compuertas manuales, plenums de metálicos, conexiones rígidas y flexibles. Se instalarán y fabricaran de conformidad con los tamaños y recorridos que expresan los planos. Antes de proceder a su fabricación, EL CONTRATISTA deberá verificar las dimensiones en el sitio de la obra, tomando en cuenta los impedimentos y obstrucciones.

De requerirse alteraciones en las dimensiones de los conductos estos podrán realizarse libremente y sin consulta, siempre que el área de la sección del ducto permanezca igual a la indicada en los planos.

Cuando sea necesario dejar embutidos en el interior de los conductos, tuberías u otro tipo de obstrucciones, éstas no deberán de obstruir mas de un 10 % del área del ducto, y en todo caso deberán recubrirse con un desviador de lámina metálica en forma de aerodinámica. No se requerirá de la aprobación de los planos del taller, para la fabricación de los conductos, excepto para aquellos casos que se apliquen desviación de los planos del Proyecto.

3.11.3.2. Fabricación

Las obras de conductos de aire deberán ser fabricados a base de lámina de hierro galvanizado de la mejor calidad. Las juntas y empates longitudinales emplearán la junta conocida como “Pittsburg Lock Seam” e “Insiste Groove Seam” respectivamente.

Los espesores (calibre U.S Standard Gage) de lámina de hierro galvanizado, deberán conformarse a la siguiente tabulación:

Calibre	Ancho de Cara
24	Hasta 30”

22	de 31" hasta 61"
20	de 61" hasta 90"
18	de 91" en adelante

Las compuertas manuales (control volumen), se fabricarán a base de material de hierro galvanizado, de dos calibres mas pesados que el material empleado en el ducto que las contiene, pero ningún caso menor del calibre N° 20.

3.11.3.3. Instalación

Todos los ductos deberán fijarse en forma segura a las paredes y techos. Según fuere el caso, y asegurando en todos los casos un conjunto fabricado e instalado a prueba de vibración, sacudidas, o cualquiera otras perturbaciones objetables bajo condiciones de operación.

Los suspensotes o soportes para los ductos horizontales con caras hasta de 48" de ancho, deberán ser de plantilla de 1" x 1/8" de hierro galvanizado. Para aquellos ductos de mayor tamaño se emplearán soportes de ángulos de hierro de 1" x 1/8", y deberán tener sus extremos doblados en ángulos de 90°, a fin de ser posible su unión a la cara inferior del ducto.

Se emplearán conexiones flexibles en aquellos lugares que expresan los planos y particularmente en la unión entre los conductos con las unidades y los ventiladores.

Esta conexión deberá ser a base de lona flexible de no menos de 4" de ancho, fijada por collares de banda de acero galvanizado, debidamente prensadas.

3.11.3.4. Aislamiento Térmico de Ductos

Todos los conductos de suministro deberán recubrirse de un aislante térmico de material de lana de vidrio de 1" de espesor y con recubrimiento impermeable que sirva de barrera de vapor.

Este requerimiento es extensivo a los cuellos flexibles o rígidos de unión entre los conductos y los difusores o rejillas.

El aislamiento se fijara a las caras del conducto haciendo uso de cemento adhesivo apropiado.

3.11.3.5. Difusores

El contratista suministrará un lote de difusores en las cantidades y dimensiones indicadas en los planos del proyecto. Cada difusor deberá estar previsto de una rejilla de distribución de modo de asegurar una distribución uniforme del aire de suministro a lo largo del cuello del difusor.

3.11.3.6. Rejillas de Retorno

Las rejillas de retorno serán del tipo de barras exteriores horizontales y fijas seguidas por hojas de acción opuesta del tipo dámper.

3.11.4 Unidades de Manejo de Aire para Volumen Constante

3.11.4.1. Generalidades

Las unidades deberán ser del tipo comúnmente denominadas “Ventilador –Serpentín- Industriales” para agua helada, y deberán suministrar las capacidades estipuladas en la Tabla de Características con las condiciones estipuladas en la sección Condiciones de Diseño de las presentes especificaciones.

3.11.4.2. Serpentín

El serpentín de enfriamiento de la unidad de manejo deberá estar contenido en una estructura de hierro autoportable, de manera que forme una unidad independiente de tal forma que pueda retirarse de la máquina fácilmente.

El serpentín deberá estar construido de tuberías de cobre y aletas de aluminio, siendo estas últimas de material corrugado y sujetas a los tobos mecánicamente; la tubería del serpentín deberá ser de ½ pulgada de diámetro exterior; el múltiple de la unión de la tubería deberá estar construido de un material no ferroso.

3.11.4.3. Ventilador

El ventilador deberá ser de tipo centrífugo con aletas curvas con giro hacia delante, balanceado estática y dinámicamente; las chumaceras o rodamientos que posea deberán ser del tipo autolineables y seleccionarse de manera que tengan una vida útil de 200.000 horas a las condiciones de operación de diseño, deberán estar provistas de graseras para su lubricación y si fuere necesario debido a su localización deberán poseer una línea de extensión de lubricación; el eje del ventilador deberá seleccionarse de manera que opere 25% por debajo de la primera velocidad crítica y en operación normal el conjunto deberá estar exento de vibraciones objetables.

El ventilador estará acoplado al motor de accionamiento mediante poleas y correas de las cuales la del motor deberá ser ajustable, para una variación de las rpm de $\pm 25\%$.

3.11.4.4. Motor

El motor deberá ser del tipo de jaula de ardilla a prueba de goteo y con protección interna contra sobrecarga a 1750 rpm para operación a 60 ciclos y en el voltaje indicado en la tabla de características.

3.11.4.5. Gabinete

Toda la unidad deberá estar formada por un gabinete de estructura y placas de hierro galvanizado. El gabinete total deberá estar formado por cuerpos modulares, los cuales estarán reforzados externamente con acero laminado en forma de canal. Las planchas deberán ser removibles de manera que se ofrezca un fácil acceso a la parte interna de la unidad.

La sección del ventilador deberá estar aislada internamente con una capa de fibra de vidrio de 1 pulgada de espesor, recubierta de neopreno con una densidad de $\frac{3}{4}$ de libra por pie cúbico, este aislamiento deberá ser adherido a las chapas de acero por medio de una pega adhesiva a prueba de humedad y anclajes permanentes, el aislamiento deberá cumplir con la norma NFPA-90^a en lo que respecta a generación de humo o inflamabilidad.

La bandeja de condensado de la unidad deberá estar construida de paredes dobles y conexiones roscadas a ambos extremos, aislada por medio de una capa de material aislante colocada sobre una hoja de aluminio, la cual actuará como barrera de vapor, y colocado todo el conjunto entre láminas de acero de alto calibre. La lámina interna deberá estar recubierta de un fondo anticorrosivo.

3.11.4.6. Selección de Filtros

La selección de filtros deberá ser del tipo de alta capacidad y estar conformada por un gabinete de estructura y láminas de hierro galvanizadas; las bridas de entrada y salida de la sección deberán poseer perforaciones maquinadas compatibles con las existentes en el cuerpo de la unidad de manejo de aire, de forma de poderla conectar fácilmente por medio de pernos. La sección deberá estar diseñada de tal manera que pueda aceptar filtros de 2 pulgadas de espesor, del tipo permanente.

La sección deberá poseer una puerta de acceso lateral, provista de cerraduras a presión y empacaduras en todo el perímetro de manera de evitar infiltraciones de aire indeseable.

3.11.4.7. Filtro Absoluto/HEPA

Las unidades deberán contar con filtros absolutos de Tipo HEPA de 99.9% de eficiencia. Los filtros serán de marca AAF, modelo TM-2-CG, manejarán un caudal máximo de 590pcm y deberán tener las siguientes dimensiones: 24x42x4", estos filtros poseen una caída de presión de .25 H₂O

3.11.4.8. Sistema de Arranque y Control

Las unidades deberán traer instaladas de fábrica un tablero de fuerza y control los cuales incluirán un interruptor principal, arrancador con protección de carga térmica, transformador de control en 24 V, etc. En todos los casos la calidad de los componentes antes descritos será igual o similar a los de marca: CUTELEH-HAMMER, General Electric o similar.

Adicionalmente las unidades deberán tener incorporado de fábrica los siguientes equipos de control: válvula de dos (2) vías con actuador modulante, detector de humo, switch de flujo, termostato de inserción en la descarga y un modulo de control donde se puedan cambiar los parámetros de la unidad.

3.11.4.9. Ventiladores para el Sistema de Suministro y Extracción de Aire

Para el sistema de suministro se utilizara un ventilador axial marca AEROMETAL, modelo TAD-27, con una caída de presión superior a la calculada de ¼ pulg de agua y maneje un caudal de 15200pcm, motor de 7 ½ Hp a 1750RPM, esto con la finalidad de asegurar el suministro de aire fresco a todas las UMAS por igual, para el sistema de extracción de utilizara un extractor helicoidal VA con transmisión marca AEROMETAL, modelo VAT-42, con una caída de presión superior a la calculada de ¼ pulg de agua, que maneje un caudal de 143000pcm, motor de 2HP a RPM aspa 545.

3.12. Evaluación de la sala de maquina de chillers

3.12.1. Descripción de los Equipos que Conforman el Sistema

El sistema de aire acondicionado actual del Hospital de Clínicas Caracas, cuenta con los siguientes equipos:

- Dos (2) Chillers marcas Trane con capacidad actual de 400 toneladas de refrigeración c/u (operando uno al 100% de capacidad y el otro a 80% de la capacidad) y uno (1) de 160 ton (fuera de operación) previsto para situación de emergencia, todos ellos operados con refrigerante R-11. Capacidad total instalada 960 tons.
- Tres (3) Torres marca Marley con capacidad para 1.200gpm cada una. Capacidad total instalada 3600gpm.
- Tres (3) Bombas de condensación, dos (2) de 1200gpm de 50Hp y la otra de 480gpm de 40HP.
- Tres (3) Bombas para red de agua helada, dos (2) de 930gpm de 75HP y la otra de 320gpm de 25HP.
- Treinta y cinco (35) UMA con capacidad total instalada de 530TR.
- Trescientos cincuenta y cuatro (354) Fancoils con capacidad aproximada de 440TR.
- Veintinueve (29) equipos independientes de aire acondicionado tipo Expansión directa con capacidad total instalada de 140TR.

Las condiciones de diseño de los chillers son:

Evaporador:

TE de agua: 52°F TS de agua: 42°F

Condensador

TE de agua: 85°F TS de agua: 95°F

3.12.2. Descripción del Proceso y Estado de Operación.

Se trabaja con un solo Enfriador a la vez, alternándolos, la demanda de la red parece satisfecha con alguna excepción en horas pico y dependiendo de la época del año. Los controles de las UMA no están operativos, es decir la red funciona con válvulas de control abiertas permanentemente, los Fancoils tienen sus controles operativos. Cada Torre de Enfriamiento es capaz de retirar calor de condensación, sin embargo las tres Torres permanecen encendidas y dos de ellas durante la noche, indicativo de problemas de capacidad de las Torres, de este problema se desconocen las causas, a simple vista las Torres lucen bien mantenidas y su operación es normal, se requiere de un análisis mas detallado de parámetros de funcionamiento a fin de corregir si es posible este problema. Los Enfriadores presentan problemas con sus sistemas de control de capacidad, actualmente se realizan controles manuales para compensar la demanda. El refrigerante R-11 es un producto de producción prohibida en los países desarrollados por el deterioro que ocasiona en la capa de Ozono, su alto costo mantiene un incremento constante, poco confiable y los fabricantes han suspendidos la producción de partes y piezas de los equipos que operan con R-11, obligando al usuario a su adquisición en un mercado secundaria, con escasa o ninguna garantía.

3.12.3. Capacidades de los Chillers

De acuerdo con la grafica de consumo eléctrico suministrada por el personal del Hospital(para ver detalles revisar anexo VII), la demanda máxima de los chillers ocurre entre 1:30p.m. y 5:00p.m. Se nota a esa hora que las temperaturas de pasillos y oficinas no bajan al valor determinado por os termostatos, en su mayoría fijados a 60°F o menos. Al no haber diversidad en las UMA, con 530TR de capacidad es más que entendible que se presenten algunas deficiencias del sistema.

3.12.4. Propuestas para el mejoramiento de la sala de maquinas

De acuerdo a la evaluación realizada se contemplan las siguientes propuestas o proyectos para el mejoramiento de la sala de maquinas y de los dispositivos que ella la conforman:

- Proyecto para cambiar los chillers centrífugos de 400TR, por un sistema de absorción o un sistema mixto. El objetivo es el ahorro de energía.

Nota: No se recomienda el uso del sistema de absorción en estas condiciones debido a la ubicación de la sala de maquinas, (sotano3) este sistema trabaja con gas y una descarga gases quemados a alta temperatura.

- Cambio de bombas de agua helada y agua de condensación.

Nota: Se necesita hacer un estudio de las características del sistema para proceder a su reemplazo tanto en agua helada como en condensación.

- Revisar las caídas de presión total del sistema de agua helada y condensación ya que existe un estrangulamiento en forma manual en las descargas de las bombas debido a que el consumo de amperaje excede al de la placa o esta al límite.
- Hacer mediciones en cada chiller en los intercambiadores para saber en que condiciones esta trabajando el sistema y hacer las comparaciones con el proyecto original.
- Hacer un balanceo hidráulico en cada montante para garantizar el suministro de agua helada.

3.13. Estudio de la ubicación de las UMAS para cada quirófano

Debido al actual crecimiento de pacientes se que atienden diariamente en el área de emergencias del Hospital de Clínicas Caracas, se ven en la obligación de aumentar dicha área con el objetivo de prestar un buen y adecuado servicio a sus pacientes; aprovechando que se esta realizando un proyecto para el reacondicionamiento del sistema del aire acondicionado de los quirófanos, se plantió la necesidad de la nueva ubicación de las umas que le suministran aire acondicionado a los quirófanos ya que donde se encuentran ubicadas actualmente es el único espacio para el cual se puede aprovechar para la ampliación del área de emergencia conclusión que se obtuvo después de varias reuniones con el personal del Hospital de Clínicas Caracas. Actualmente el sistema de suministro del aire acondicionado a los quirófanos tiene que desplazarse por unos grandes tramos de ductos hasta poder llegar a cada uno de los quirófanos, en la cual este aire a lo largo de su camino puede absorber cargas térmicas no deseadas e incluso puede contaminarse antes de salir por el difusor de cada quirófano. Como se indico en puntos anteriores se seleccionaron umas para cada quirófano, lo que indica que el numero aumento de tener 5 umas a 9 umas para lo cual el espacio anterior no es suficiente para los nuevas unidades, después de revisar planos y varias reuniones con el personal del Hospital se tomo la decisión que el mejor espacio y mas accesible es de ubicar las umas en el techo a lo largo de los pasillos del área de los quirófanos, donde cada UMA va a estar frente al quirófano que va a acondicionar, cada UMA va estar apoyada en una estructura para la cual un ingeniero estructural realizo los cálculos correspondientes de acuerdo con las especificaciones de las umas, de este modo se ahorran largos tramos de ductería y tenemos casi total certeza que en las condiciones que salga el aire de la UMA serán las mismas con que entre al quirófano, otra razón por la cual se seleccionaron los pasillos para la ubicación de las umas fue porque debido a las especificaciones de las umas ya mencionadas anterior mente el tamaño que estas presentan es bastante grande para la cual los pasillos es el área donde entran las umas y queda espacio para poder realizarle las diferentes rutinas de mantenimiento que se establecerán en puntos

mas delante de este trabajo. Otra razón por la cual se selecciono la nueva ubicación de las umas es la fácil distribución del sistema de tuberías de agua helada que le suministra y retorna de cada UMA. También es importante mencionar que para la instalación de las nuevas umas sobre los pasillos de los quirófanos, actualmente en estos se encuentran una cantidad de tramos de ducterías que alimentan a los quirófanos siendo este detalle de suma importancia ya que para la instalación de las UMAS se tendrá que llevar una coordinación entre las partes involucradas en el proyecto para que de esta manera el ducto que se elimine perjudique en lo menor a los quirófanos que suministra de aire acondicionado y poder garantizar la rápida operatividad del quirófano afectado.

3.14. Actividades del plan de mantenimiento para garantizar el buen desempeño y vida útil de las UMAS

Con ayuda de diferentes técnicos y personal que operan las umas y diferentes catálogos de las mismas, se creo una rutina de mantenimiento para asegurar un buen desempeño y vida útil, la cual se muestra en la siguiente tabla:

FRECUENCIA	MANTENIMIENTO
1.- Después de 48 hora de operación	Las correas han adquirido su armado permanente. Reajustar pero no apretar demasiado.
2.- Cada semana	Observe la unidad semanalmente para cualquier cambio en la condicional rutinario o un ruido inusual
3.- Cada mes	Limpiar o remplazar los filtros de aire si están sucios o tapados; luego de limpiarlos recubrir los filtros con aceite; y, cambiar las bolsas de aire cuando la caída de presión es 1inhg. Engrasar cojinetes del ventilador si fuese necesario. Comprobar y ajustar la tensión del la correa del ventilador.
4.- Cada tres o seis meses	Comprobar en los cojinetes del ventilador la línea de grasa de los conectores. La línea deberá estar hasta el tope de los soportes. Examinar y limpiar el depósito de

	<p>desagüe.</p> <p>Comprobar el esfuerzo de torsión del perno del soporte del cojinete y del motor.</p> <p>Alinear las poleas acanaladas del ventilador y del motor.</p> <p>Apretar las conexiones eléctricas.</p> <p>Examinar el serpentín para saber si hay acumulación de la suciedad.</p>
5.- Cada año	<p>Examinar el casco de la unidad por corrosión. Si se encuentra dañado, limpiar y reparar la superficie con una sustancia anticorrosiva y laca tratada con cloro vinilo.</p> <p>Limpiar las ruedas de ventilador y el eje del ventilador.</p> <p>Alinear las poleas acanaladas del ventilador y del motor.</p> <p>Comprobar la amortiguación de la articulación, tornillos de presión y ajustar la lamina. Limpiar, pero no lubricar, la varilla de nylon de la camisa del amortiguador.</p> <p>Comprobar los operadores de amortiguación.</p> <p>Examinar los componentes eléctricos y los aislados.</p> <p>Examinar el cableado para saber si hay</p>

	<p>daño.</p> <p>Rotar las ruedas del ventilador y comprobar si presenta alguna obstrucción en la cubierta. La rueda no debe tener rozar con la cubierta del ventilador. Ajuste el centro si es necesario y apretar los tornillos de presión de la rueda al esfuerzo de torsión apropiado.</p> <p>Lubricar los cojinetes del motor en concordancia con los parámetros del fabricante del motor.</p> <p>Comprobar la condición de la empaquetadura y del aislamiento alrededor de la unidad, de la puerta y de apagadores.</p> <p>Examinar las conexiones flexibles en busca de grietas o de escapes. Repare o reemplace el material dañado.</p>
--	--

3.15. Especificaciones para el mantenimiento de las diferentes partes de la UMA

3.15.1. Para limpiar filtros permanentes

- Desconectar toda la corriente eléctrica de la unidad.
- Lavar el filtro con vapor de agua para remover el sucio y la pelusa.
- Remover el aceite del filtro con un baño de solución alcalina suave.
- Sumergir el filtro en agua limpia, caliente y permitir secar.

-
-
- Permitir para drenar y secarse toda el agua por cerca de 12 horas.
 - Reinstalar el filtro.

3.15.2. Para limpiar el depósito de desagüe

- Desconectar toda la corriente eléctrica de la unidad.
- Usando el equipo de protección personal apropiado, quitar cualquier agua estancada.
- Raspe cualquier material sólido fuera del depósito de desagüe.
- Aspire el depósito de desagüe con un dispositivo aspirador que tenga una alta eficiencia en arrastrar partículas.
- Limpiar a fondo cualquier área contaminada con una solución de agua y limpiador suave.
- Limpiar inmediatamente las superficies afectadas a fondo con agua fresca y una esponja fresca para prevenir una corrosión potencial en la superficie del metal.
- Permitir que la unidad se seque completamente antes de ponerla otra vez en servicio.
- Tener cuidado que cualquier material contaminante no entre en contacto con otras área de la unidad o del edificio.

3.15.3. Para limpiar la sección de ventiladores

- Desconectar toda la corriente eléctrica de la unidad.
- Usando el equipo de protección personal apropiado, quitar cualquier contaminación.
- Aspire la sección con un dispositivo aspirador que tenga una alta eficiencia en arrastrar partículas.
- Limpiar a fondo cualquier área contaminada con una solución de agua y limpiador suave.

-
-
- Limpiar inmediatamente las superficies afectadas a fondo con agua fresca y una esponja fresca para prevenir una corrosión potencial en la superficie del metal.
 - Permitir que la unidad se seque completamente antes de ponerla otra vez en servicio.
 - Tener cuidado que cualquier material contaminante no entre en contacto con otras área de la unidad o del edificio.

3.15.4. Para limpiar el serpentín de vapor y de agua

- Desconectar toda la corriente eléctrica de la unidad.
- Usando el equipo de protección personal apropiado, quitar cualquier contaminación.
- Coloque un tapón para prevenir la salida de vapor del serpentín dentro de la sección seca de la unidad.
- Use una maquina limpiadora de vapor para limpiar el serpentín limpiando la salida del aire del primer serpentín, luego el lado de la entrada del aire. Repetir como sea necesario. Empezar por la parte de arriba del serpentín e ir bajando mientras se trabaja.
- Enderezar cualquier aleta del serpentín que se pudo haber dañado durante el proceso del limpiado.
- Confirmar que la línea del desagüe este abierta para continuar con el proceso de limpieza.
- Permitir que la unidad se seque completamente antes de ponerla otra vez en servicio.
- Reemplazar todos los paneles y partes y restaurar la corriente eléctrica de la unidad.
- Tener cuidado que cualquier material contaminante no entre en contacto con otras área de la unidad o del edificio.

4.0. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO ESTIMADO

4.1. Cantidades de obras

El propósito de presentar las cantidades de obras es el de dar una idea acerca del tamaño de la ejecución del proyecto y abarca desde la instalación de las UMAS hasta todos los instrumentos y accesorios que el sistema requiera, según especificaciones del proyecto como tal. Los cálculos métricos con las cantidades de obra son realizados a través del método de los ejes; dichos cálculos fueron extraídos de los diferentes planos realizados para la ejecución del proyecto. Para ver detalles de las cantidades de obra revisar anexo VIII.

4.1. Presupuesto estimado

Una vez conocidas las cantidades de obra se suministran unos precios estimados según el mercado actual, a fin de proporcionar un conocimiento de cuanto será la inversión para la ejecución del proyecto. Estos precios le serán de utilidad a la Directiva del Hospital al momento de comparar las ofertas cuando se realice la licitación para la ejecución del proyecto y así poder seleccionar el contratista que presente la mejor oferta. Para ver detalles de las cantidades de obra revisar anexo VIII.

CONCLUSIONES

- El reacondicionamiento del sistema de aire acondicionado de los quirófanos es completamente factible.
- Las cinco unidades de aire que se encuentran actualmente y le suministran aire acondicionado a los nueve quirófanos tienen que ser cambiadas en su totalidad; debido al mal estado en que se encuentran y por no cumplir con los parámetros de diseño.
- Cada quirófano contara con una unidad de manejo de aire propia que le suministrará aire acondicionado de forma individual a cada uno de ellos, garantizando las condiciones óptimas de diseño.
- Las nuevas unidades de manejo de aire que le suministraran aire acondicionado a cada quirófano se ubicaran en la parte superior del pasillo aledaño a su quirófano.
- La capacidad actual instalada de toneladas de refrigeración en el Hospital no será afectada con la instalación de las nuevas unidades de manejo de aire.
- El sistema actual instalado de aire acondicionado constituido por los chilleres, bombas y torres de enfriamiento poseen el caudal y la presión para suministrar agua helada a las nuevas UMAS que serán instalada.
- La implantación de un buen plan de mantenimiento permite obtener mayores tiempos de vida de las unidades de manejo de aire.
- Mediante el análisis entre la comparación de la norma COVENIN y ASHRAE, se obtuvo que el costo de la inversión inicial para la recirculación

del 50% de aire según ASHRAE es mayor, que el costo de un sistema sin recirculación según COVENIN.

RECOMENDACIONES

- La puesta en marcha del proyecto elaborado con detalle y respetando los planos de diseño para un buen resultado en el reacondicionamiento de los nueve (9) quirófanos del Hospital de Clínicas Caracas.

- La elaboración de un proyecto donde se estudie detalladamente la situación actual de la sala de maquinas del sistema de generación de agua helada, donde se encuentran ubicados los chillers, bombas de agua helada y de condensación y un estudio de las torres de enfriamiento, para un futuro reacondicionamiento si esto fuese necesario.

- Ejecución de las actividades del plan de mantenimiento elaborado para el buen funcionamiento de las unidades de manejo de aire y de esta forma prolongar su tiempo de vida.

BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS.

Ashrae Handbook. *Manual de Aire Acondicionado* (Versión en CD).

Carrier International Limited. (1972). *Manual de Aire Acondicionado*.
España:Marcombo.

Cohen, M. (1999). *Apuntes de Aire Acondicionado*. (10ª Edición).

Cosme Pérez, C. (1981). *Diccionario General de Sinónimos y Antónimos*
(16ª Edición). Caracas:Larense.

Crane. (1998). *Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías*
México:McGraw Hill.

Edward G., Pita. (1997). *Acondicionamiento de Aire Principios y*
Sistemas. México:Continental.

Fidias G., A. (1999). *El proyecto de Investigación* (3ª Edición).
Caracas:Episteme.

Van Wylen, G.J. y Sonntag, C.E. (1999). *Fundamentos de*
Termodinámica. (4ª Edición). México:Limusa.

TESIS.

Alfonso L., Henry J. (2003). Mejoramiento Integral del Servicio de Aire Acondicionado en el Área de Quirófanos. Tesis de Pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Andreoli, C. y Castro Otero, J. (1993). Proyecto, construcción y prueba de un sistema de Aire Acondicionado que trabaja bajo el principio de acumulación térmica. Tesis de Pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Corrado Neri., G. (1994). Estudio de los parámetros de funcionamiento de los diferentes equipos de agua helada de las estaciones del Metro de Caracas que utilicen compresores recíprocos. Tesis de Pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Delgado I., Yolyger y López R., Rafael. (1999). Factibilidad de optimización del sistema distrital de aire acondicionado del Aeropuerto Simón Bolívar. Tesis de Pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.

DOCUMENTOS LEGALES.

COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES
MINISTERIO DE FOMENTO (COVENIN), (2339-87). Clínicas,
Policlínicas, Institutos u Hospitales Privados. Clasificación. Caracas,
1987.

PÁGINAS WEB.

Carrier Company (2002).

Disponible en: <http://>

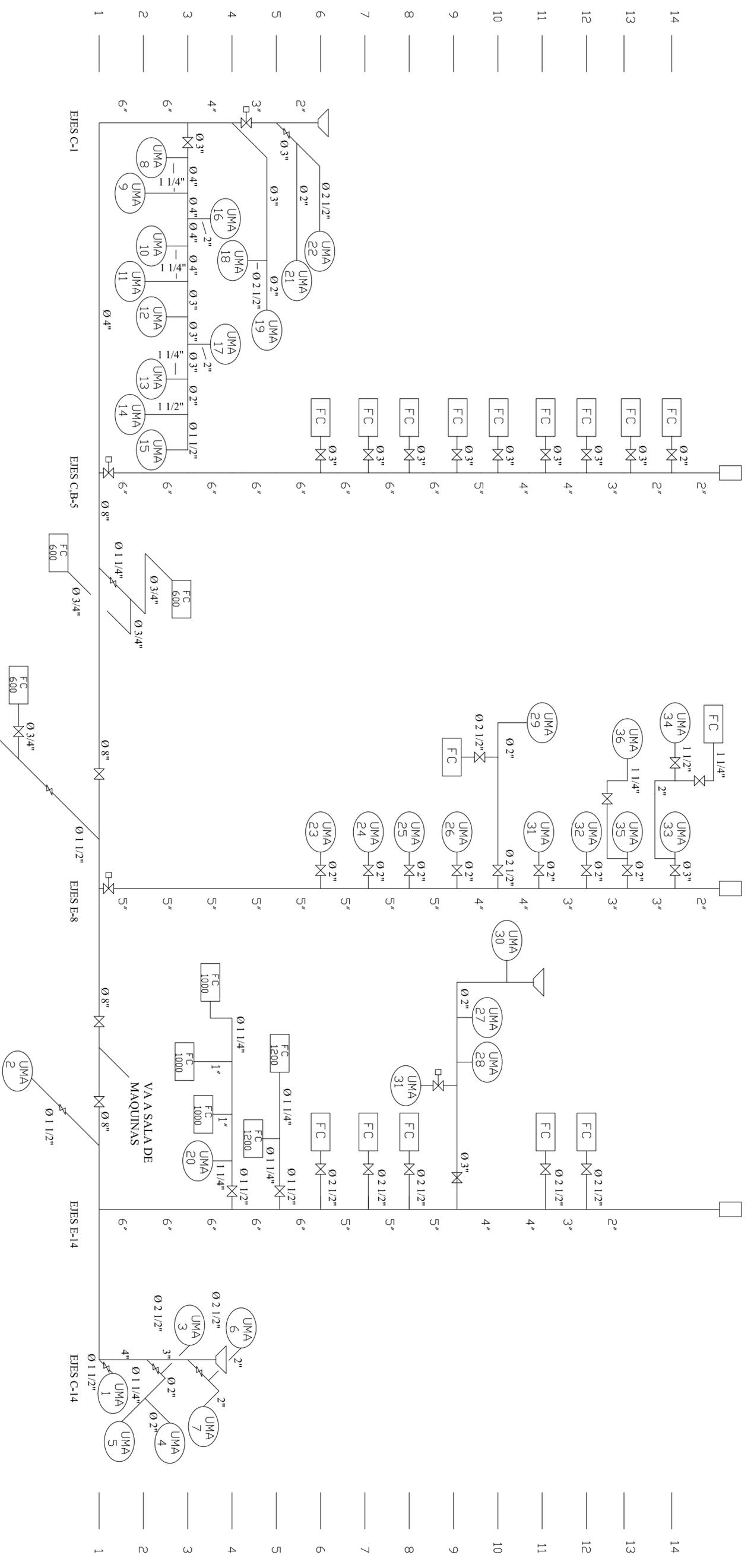
[www.global.carrier.com/generic/0,1238,CLI1_DIV28_ETI143,00.ht
ml](http://www.global.carrier.com/generic/0,1238,CLI1_DIV28_ETI143,00.html)

Trane Company (2002).

Disponible en: [http:// www.trane.com/TraneHomePage.asp](http://www.trane.com/TraneHomePage.asp)

Trane de Venezuela. (2002).

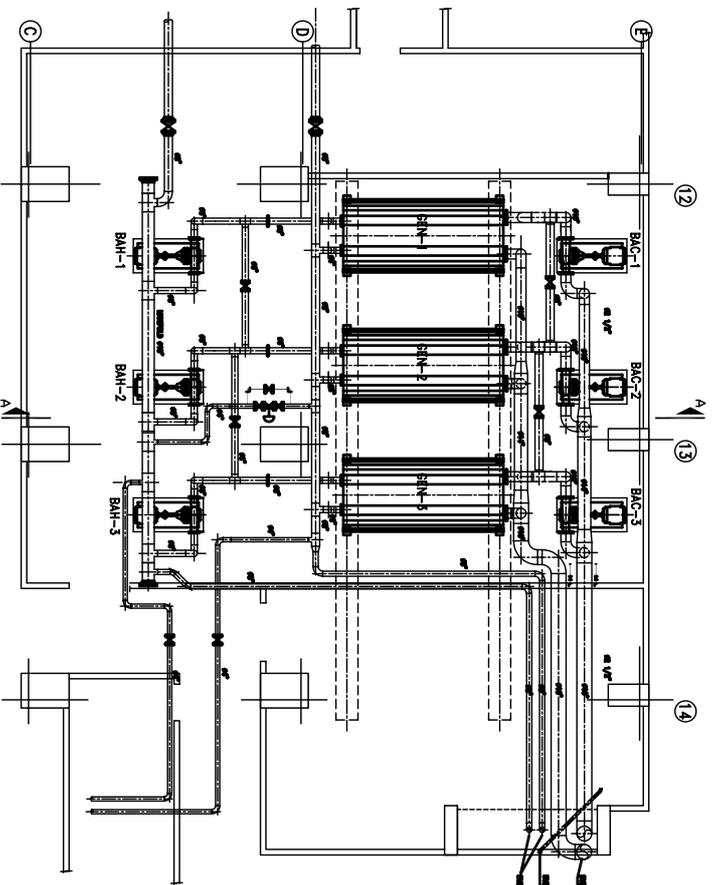
Disponible en: [http:// www.tranevenezuela.com/](http://www.tranevenezuela.com/)



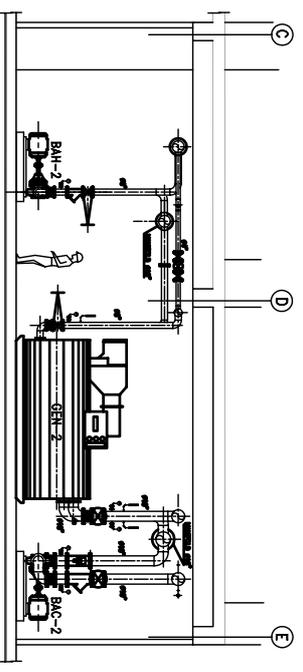
- 14 —
- 13 —
- 12 —
- 11 —
- 10 —
- 9 —
- 8 —
- 7 —
- 6 —
- 5 —
- 4 —
- 3 —
- 2 —
- 1 —

- 14 —
- 13 —
- 12 —
- 11 —
- 10 —
- 9 —
- 8 —
- 7 —
- 6 —
- 5 —
- 4 —
- 3 —
- 2 —
- 1 —

Elaborado:	EDM	Verificado:	
Diseñado:		Revisado:	
Proyectado:		Aprobado:	
Fecha:		Escala:	
Sin			
Esquema de			
Momentos de Agua			
Hielada Existentes			



PLANTA SALA DE MAQUINAS DEL AIRE ACONDICIONADO



CORTE A-A

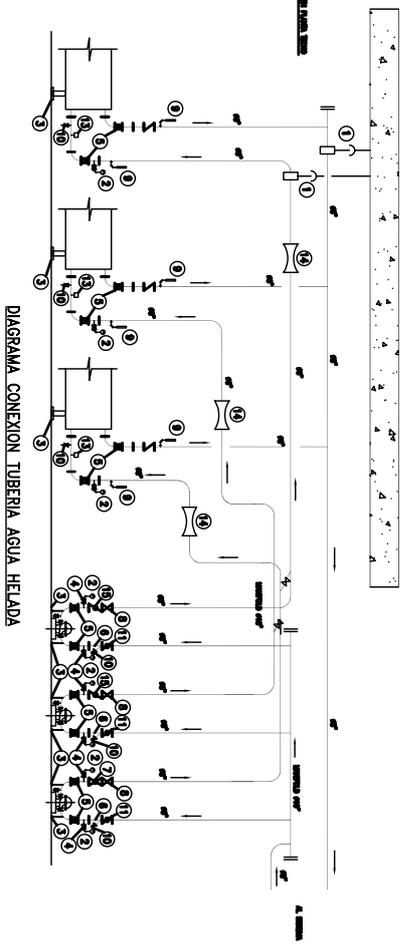


DIAGRAMA CONEXION TUBERIA AGUA HELADA

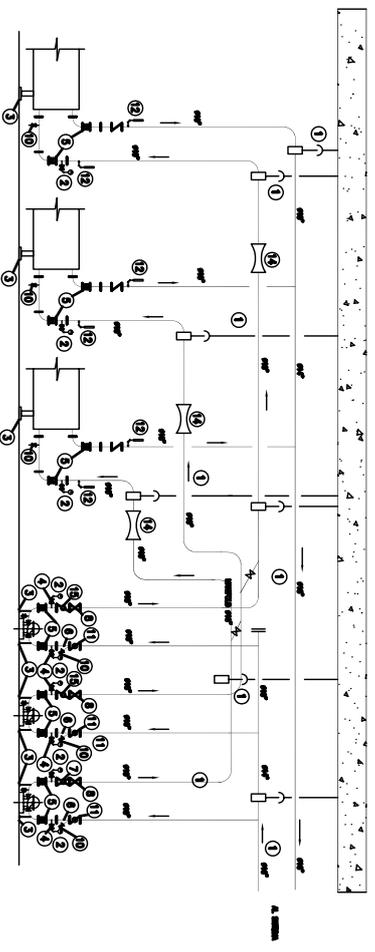
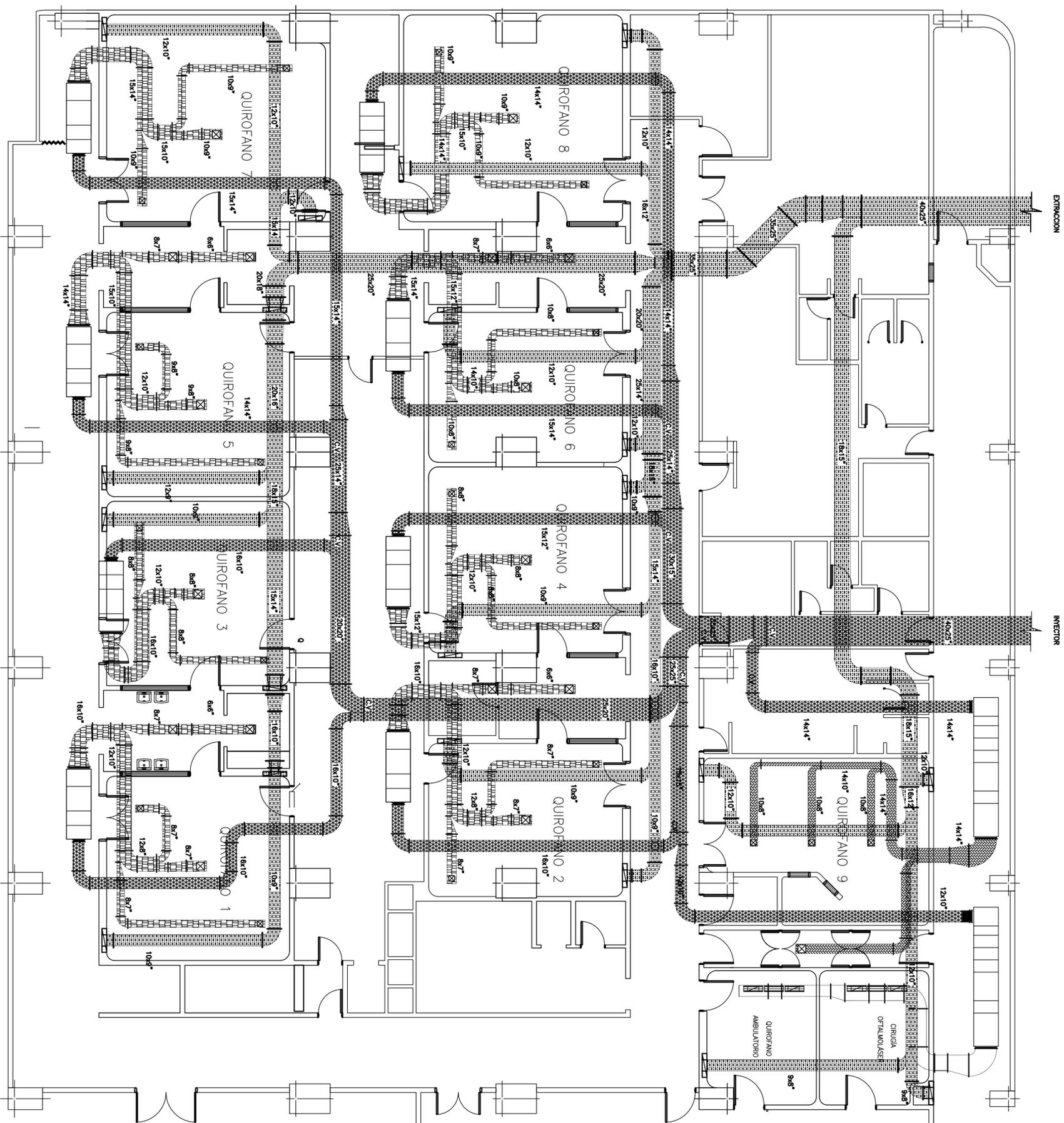


DIAGRAMA CONEXION TUBERIA AGUA CONDENSACION

LEYENDA

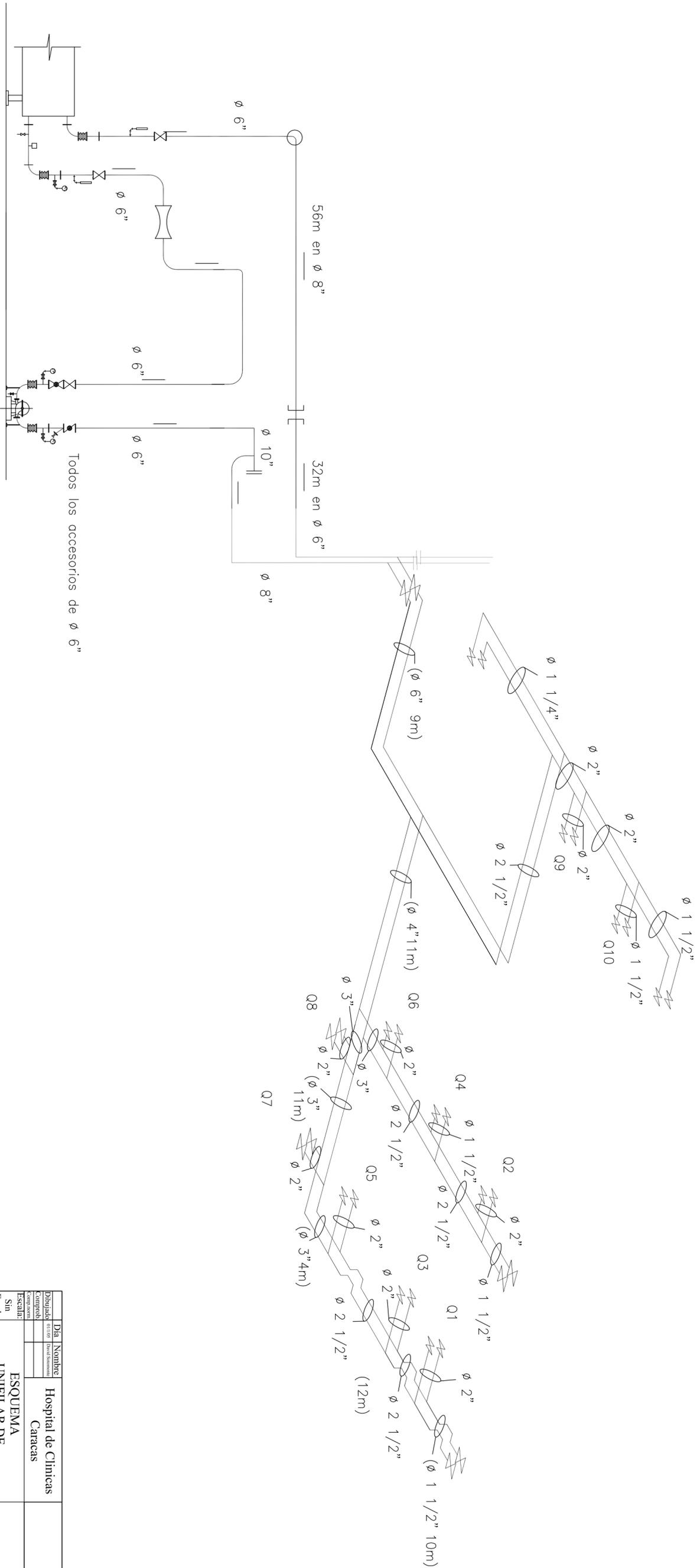
- 1) Condensado de agua condensación, tuberías, tuberías, tuberías.
- 2) Condensado de agua, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 3) Agua helada, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 4) Tubería de conexión tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 5) Agua de condensación de agua helada, tuberías, tuberías, tuberías.
- 6) Agua de condensación de agua helada, tuberías, tuberías, tuberías.
- 7) Tubería, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 8) Tubería de conexión.
- 9) Tubería, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 10) Tubería, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 11) Tubería, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 12) Tubería, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 13) Agua de flujo de tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 14) Tubería, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 15) Tubería, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.
- 16) Tubería, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías, tuberías.



EXTRACCION

INECTOR

Dia	Nombre	Hospital de Clinicas Caracas
Dibujado	01/10/85	
Comprob.	David Simonetti	Suministro de Aire a los Quirofanos
Comprob.	Comprob.	
Escala:	1:100	
<p>Medidas en indicaciones de solistencia segun:</p>		



Todos los accesorios de \varnothing 6"

Día	Nombre	Hospital de Clínicas
Dibujado	01/10/20	Caracas
Comprobado	Eniel Sarmiento	
Escalafón	Escalafón	
Escalafón	Sin Escalafón	
Indicaciones de modificaciones		

ESQUEMA UNIFILAR DE TUBERIA CHILLERS-QUIROFANOS

M Series Performance Report

09/04/2005

Job Name Quirófano 1
 User Name
 Address C:\Documents and Settings\David Sotomonte.DAVID\Mis



Indoor M-Series Climate Changer air handler (MCCB-1
Quantity	1
Job Comments	

Unit level selections		Module Position: 0	
<u>Actual airflow</u>	1183cfm	<u>Single or front discharge - 1 kHz</u>	63dB
<u>Unit elevation</u>	2600,00ft	<u>Single or front discharge - 2 kHz</u>	61dB
<u>Size criteria component</u>	Largest 1/2" coil	<u>Single or front discharge - 4 kHz</u>	61dB
<u>Target face velocity</u>	500,00ft/min	<u>Single or front discharge - 8 kHz</u>	54dB
<u>Unit split</u>	Factory splits	<u>Inlet and casing - 63 Hz</u>	74dB
<u>Unit size</u>	03	<u>Inlet and casing - 125 Hz</u>	77dB
<u>Unit base</u>	4" mounting leg	<u>Inlet and casing - 250 Hz</u>	71dB
<u>Inlet type</u>	Unducted	<u>Inlet and casing - 500 Hz</u>	67dB
<u>Run acoustics</u>	Yes	<u>Inlet and casing - 1 kHz</u>	62dB
<u>Largest 1/2" coil-max face vel</u>	600,00ft/min	<u>Inlet and casing - 2 kHz</u>	60dB
<u>Largest 1/2" coil-min face vel</u>	250,00ft/min	<u>Inlet and casing - 4 kHz</u>	53dB
<u>Largest 5/8" coil-max face vel</u>	600,00ft/min	<u>Inlet and casing - 8 kHz</u>	44dB
<u>Largest 5/8" coil-min face vel</u>	250,00ft/min	<u>Casing - 63 Hz</u>	73dB
<u>Face & bypass coil-max face velocity</u>	600,00ft/min	<u>Casing - 125 Hz</u>	75dB
<u>Face & bypass coil-min face velocity</u>	250,00ft/min	<u>Casing - 250 Hz</u>	70dB
<u>Flat filter - max face vel</u>	625,00ft/min	<u>Casing - 500 Hz</u>	65dB
<u>Flat filter - min face vel</u>	0,00ft/min	<u>Casing - 1 kHz</u>	61dB
<u>Angled filter - max face vel</u>	625,00ft/min	<u>Casing - 2 kHz</u>	56dB
<u>Angled filter - min face vel</u>	0,00ft/min	<u>Casing - 4 kHz</u>	48dB
<u>Bag/cartridge-max face vel</u>	625,00ft/min	<u>Casing - 8 kHz</u>	41dB
<u>Bag/cartridge-min face vel</u>	0,00ft/min	<u>Unducted inlet - 63 Hz</u>	68dB
<u>HEPA filter - max face vel</u>	500,00ft/min	<u>Unducted inlet - 125 Hz</u>	73dB
<u>HEPA filter - min face vel</u>	0,00ft/min	<u>Unducted inlet - 250 Hz</u>	64dB
<u>Shipping cycle</u>	0 hours size 03-30	<u>Unducted inlet - 500 Hz</u>	63dB
<u>UL listed unit</u>	UL listed	<u>Unducted inlet - 1 kHz</u>	56dB
<u>Single or front discharge - 63 Hz</u>	84dB	<u>Unducted inlet - 2 kHz</u>	57dB
<u>Single or front discharge - 125 Hz</u>	76dB	<u>Unducted inlet - 4 kHz</u>	52dB
<u>Single or front discharge - 250 Hz</u>	66dB	<u>Unducted inlet - 8 kHz</u>	41dB
<u>Single or front discharge - 500 Hz</u>	64dB		

Unit control module		Module Position: 0	
<u>Factory controls package</u>	Constant volume	<u>Controller type</u>	MP580
<u>Low limit interlock wiring</u>	No	<u>LCD screen & keypad</u>	Unit
<u>Controller mounting</u>	Unit mounted	<u>AH540 valid unit</u>	Cool only
<u>Unit mounting controller location</u>	Left	<u>Space sensors w/ TOR, SetPt & cancel</u>	1,00Each
<u>Automatic selection</u>	Validation only	<u>Design sequence</u>	B

Coil performance data is certified in accordance with ARI standard 410. Propylene glycol and calcium chloride, or mixtures thereof, are not covered under the scope of ARI 410.

Air-handling performance data is certified in accordance with ARI standard 430. Air handlers with Q-fans, air handlers with plenum fans, and vertical draw-thru air handlers where the coil is mounted immediately below the fan module are not covered under the scope of ARI 430.

Filter module [1]

Module Position:

1

<u>Module type</u>	Filter	<u>Prefilter PD</u>	0,00in H2O
<u>Filter type</u>	Flat	<u>Filter area</u>	3,50sq ft
<u>Insulation</u>	1.5 lb insulation	<u>Filter module PD</u>	0,52in H2O
<u>Panel wall type</u>	Solid double wall	<u>Mid-life filter PD</u>	0,52in H2O
<u>Access/inspection door</u>	Right	<u>HR #1 FA03</u>	HR #1 requires connectors
<u>Filter frame</u>	2"	<u>HR #2 FA03</u>	HR #2 not present
<u>Primary filter type</u>	Permanent	<u>HR #3 FA03</u>	HR #3 not present
<u>Design sequence</u>	A	<u>HR #4 FA03</u>	HR #4 not present
<u>Dirty filter switch</u>	Dirty filter switch	<u>HR #5 FA03</u>	HR #5 not present
<u>Filter airflow</u>	1183cfm	<u>HR #6 FA03</u>	HR #6 not present
<u>Filter condition</u>	Mid-life	<u>HR #7 FA03</u>	HR #7 not present

Coil module [2]

Module Position:

2

Coil mo [2]-1			
<u>Module type</u>	Horizontal coil	<u>Valve normal position</u>	Normally closed
<u>Module size</u>	Large	<u>Coil type</u>	W
<u>Insulation</u>	1.5 lb insulation	<u>Coil rows</u>	10
<u>Panel wall type</u>	Solid double wall	<u>Coil fin type</u>	Prima-Flo H
<u>Drain pan</u>	Galvanized	<u>Coil fin material</u>	Aluminum
<u>Drain pan connection side</u>	Right side	<u>Tube diameter</u>	5/8" tube (15.875 mm)
<u>Coil application</u>	Cooling	<u>Coil tube material</u>	.020" copper
<u>System type</u>	Chilled water	<u>Coil turbulators</u>	Yes
<u>Coil supply side</u>	Right	<u>Face velocity</u>	397,09ft/min
<u>Coil casing</u>	Galvanized	<u>Air pressure drop</u>	1,00in H2O
<u>Coil height</u>	Unit	<u>Leaving fluid temperature</u>	55,00F
<u>Design sequence</u>	D	<u>Fluid pressure drop</u>	5,17ft H2O
<u>Apply ARI ranges</u>	Yes	<u>Fluid volume</u>	5,08gal
<u>Coil design airflow</u>	1183cfm	<u>Fluid velocity</u>	2,57ft/sec
<u>Elevation</u>	2600,00ft	<u>Face area</u>	2,98sq ft
<u>EDB</u>	95,00F	<u>Dry coil weight</u>	150,6lb
<u>EWB</u>	84,00F	<u>Wet coil weight</u>	192,9lb
<u>LDB</u>	47,66F	<u>Actual valve PD</u>	2,29psig
<u>LWB</u>	47,56F	<u>Elec coil control valve size</u>	" NPT 20.0 CV 130 psig; 2W,3W
<u>Sensible capacity</u>	57659,60Btuh	<u>Coil module PD</u>	1,00in H2O
<u>Total capacity</u>	12,60tons	<u>Module length</u>	26,250in
<u>Fin spacing</u>	154Per Foot	<u>Module weight</u>	316,9lb
<u>Entering fluid temperature</u>	45,00F	<u>HR #1 HC03</u>	HR #1 straight through
<u>Fluid temperature rise</u>	10,00F	<u>HR #2 HC03</u>	HR #2 not present
<u>Standard fluid flow rate</u>	30,24gpm	<u>HR #3 HC03</u>	HR #3 not present
<u>Coil fouling factor</u>	0hr-sq ft-deg F/Btu	<u>HR #4 HC03</u>	HR #4 not present
<u>Fluid type</u>	Water	<u>HR #5 HC03</u>	HR #5 not present
<u>Location</u>	Draw through	<u>HR #6 HC03</u>	HR #6 not present
<u>Elec coil control valve type</u>	2-way	<u>HR #7 HC03</u>	HR #7 not present

Coil performance data is certified in accordance with ARI standard 410. Propylene glycol and calcium chloride, or mixtures thereof, are not covered under the scope of ARI 410.

Air-handling performance data is certified in accordance with ARI standard 430. Air handlers with Q-fans, air handlers with plenum fans, and vertical draw-thru air handlers where the coil is mounted immediately below the fan module are not covered under the scope of ARI 430.

Fan module [3]

Module Position:

3

Fan mod [3]-1			
<u>Module type</u>	Supply fan	<u>Single or front discharge - 500 Hz</u>	64dB
<u>Inlet location</u>	Back inlet	<u>Single or front discharge - 1 kHz</u>	63dB
<u>Insulation</u>	1.5 lb insulation	<u>Single or front discharge - 2 kHz</u>	61dB
<u>Panel wall type</u>	Solid double wall	<u>Single or front discharge - 4 kHz</u>	61dB
<u>Access/inspection door</u>	Right	<u>Single or front discharge - 8 kHz</u>	54dB
<u>Fan discharge</u>	Front top	<u>Inlet and casing - 63 Hz</u>	74dB
<u>Drive location</u>	Right	<u>Inlet and casing - 125 Hz</u>	77dB
<u>Design sequence</u>	E	<u>Inlet and casing - 250 Hz</u>	71dB
<u>Motor hp</u>	.75 HP	<u>Inlet and casing - 500 Hz</u>	67dB
<u>Motor class</u>	ODP E + motor	<u>Inlet and casing - 1 kHz</u>	62dB
<u>Motor voltage</u>	460/3	<u>Inlet and casing - 2 kHz</u>	60dB
<u>Cycle</u>	60 cycles/sec	<u>Inlet and casing - 4 kHz</u>	53dB
<u>Drive service factor & type</u>	1.5 fixed	<u>Inlet and casing - 8 kHz</u>	44dB
<u>Fan airflow</u>	1183cfm	<u>Unducted inlet - 63 Hz</u>	68dB
<u>ESP</u>	0,25in H2O	<u>Unducted inlet - 125 Hz</u>	73dB
<u>Elevation</u>	2600,00ft	<u>Unducted inlet - 250 Hz</u>	64dB
<u>Min temperature</u>	10,00F	<u>Unducted inlet - 500 Hz</u>	63dB
<u>Design temperature</u>	70,00F	<u>Unducted inlet - 1 kHz</u>	56dB
<u>Max BHP</u>	0,703hp	<u>Unducted inlet - 2 kHz</u>	57dB
<u>Fan size and type</u>	3A - 9.5" FC	<u>Unducted inlet - 4 kHz</u>	52dB
<u>Extended grease lines</u>	w/ both bearings	<u>Unducted inlet - 8 kHz</u>	41dB
<u>BHP</u>	0,623hp	<u>Casing - 63 Hz</u>	73dB
<u>TSP</u>	1,88in H2O	<u>Casing - 125 Hz</u>	75dB
<u>Speed</u>	1617rpm	<u>Casing - 250 Hz</u>	70dB
<u>Face area</u>	0,85sq ft	<u>Casing - 500 Hz</u>	65dB
<u>Fan module PD</u>	0,25in H2O	<u>Casing - 1 kHz</u>	61dB
<u>Fan discharge loss PD</u>	0,00in H2O	<u>Casing - 2 kHz</u>	56dB
<u>Height</u>	26,250in	<u>Casing - 4 kHz</u>	48dB
<u>Length</u>	36,000in	<u>Casing - 8 kHz</u>	41dB
<u>Width</u>	31,000in	<u>HR #1 FN03</u>	HR #1 Short cable - upstream
<u>Weight</u>	266,0lb	<u>HR #2 FN03</u>	HR #2 not present
<u>Unit controller</u>	MP580	<u>HR #3 FN03</u>	HR #3 not present
<u>Low limit interlock wiring</u>	wired to starter,vfd	<u>HR #4 FN03</u>	HR #4 not present
<u>Single or front discharge - 63 Hz</u>	84dB	<u>HR #5 FN03</u>	HR #5 not present
<u>Single or front discharge - 125 Hz</u>	76dB	<u>HR #6 FN03</u>	HR #6 not present
<u>Single or front discharge - 250 Hz</u>	66dB	<u>HR #7 FN03</u>	HR #7 not present

Diffuser module [4]

Module Position:

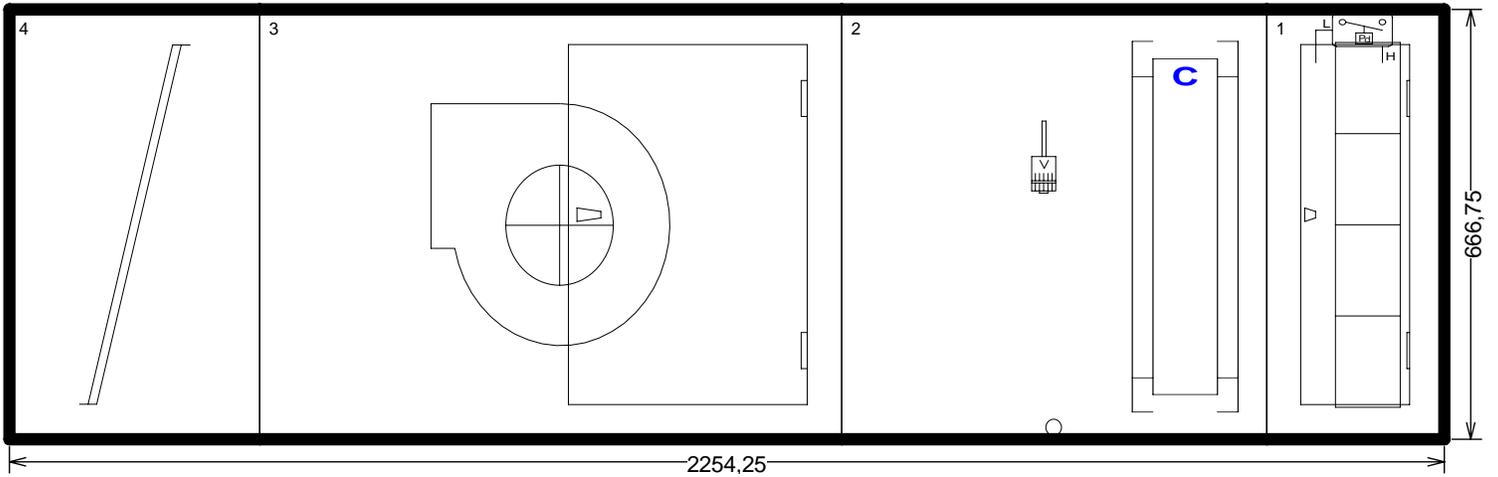
4

<u>Module type</u>	Diffuser module	<u>HR #1 DM03</u>	HR #1 not present
<u>Insulation</u>	1.5 lb insulation	<u>HR #2 DM03</u>	HR #2 not present
<u>Panel wall type</u>	Solid double wall	<u>HR #3 DM03</u>	HR #3 not present
<u>Design sequence</u>	A	<u>HR #4 DM03</u>	HR #4 not present
<u>Diffuser airflow</u>	1183cfm	<u>HR #5 DM03</u>	HR #5 not present
<u>Diffuser PD</u>	0,10in H2O	<u>HR #6 DM03</u>	HR #6 not present
<u>Diffuser module PD</u>	0,10in H2O	<u>HR #7 DM03</u>	HR #7 not present

Coil performance data is certified in accordance with ARI standard 410. Propylene glycol and calcium chloride, or mixtures thereof, are not covered under the scope of ARI 410.

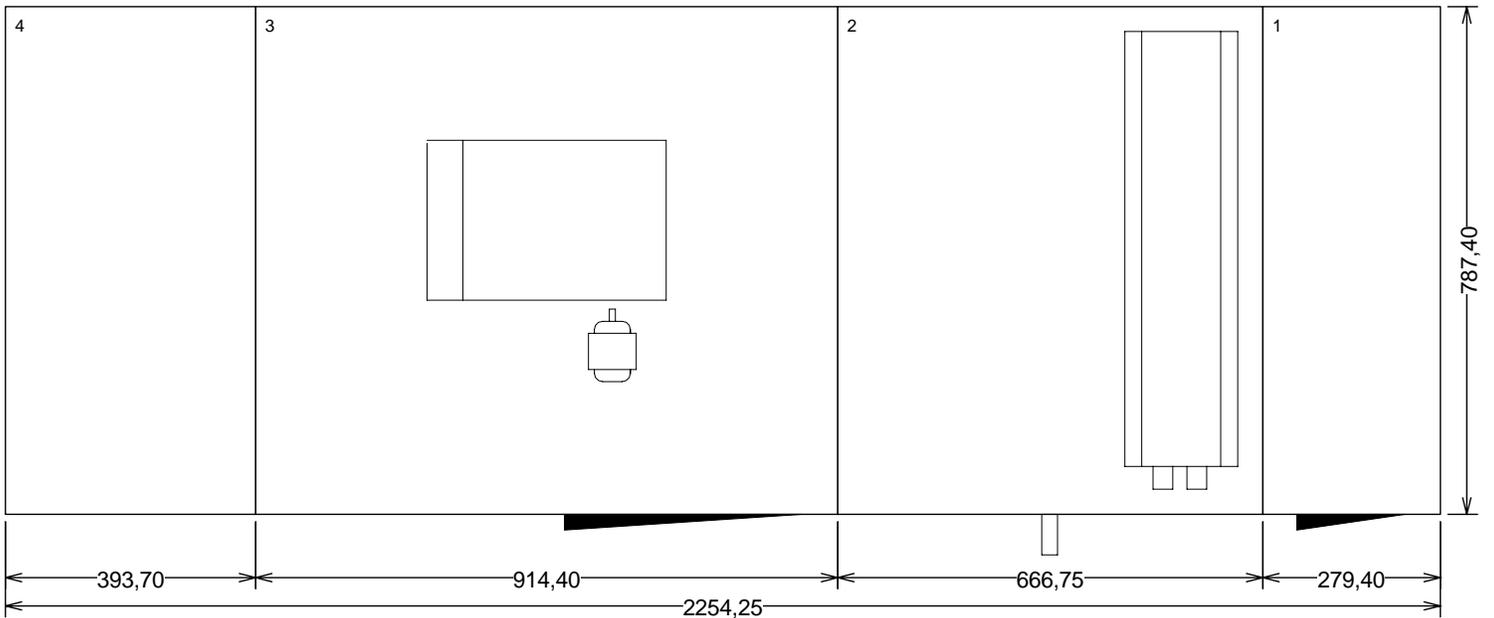
Air-handling performance data is certified in accordance with ARI standard 430. Air handlers with Q-fans, air handlers with plenum fans, and vertical draw-thru air handlers where the coil is mounted immediately below the fan module are not covered under the scope of ARI 430.

MCCB-1_268101



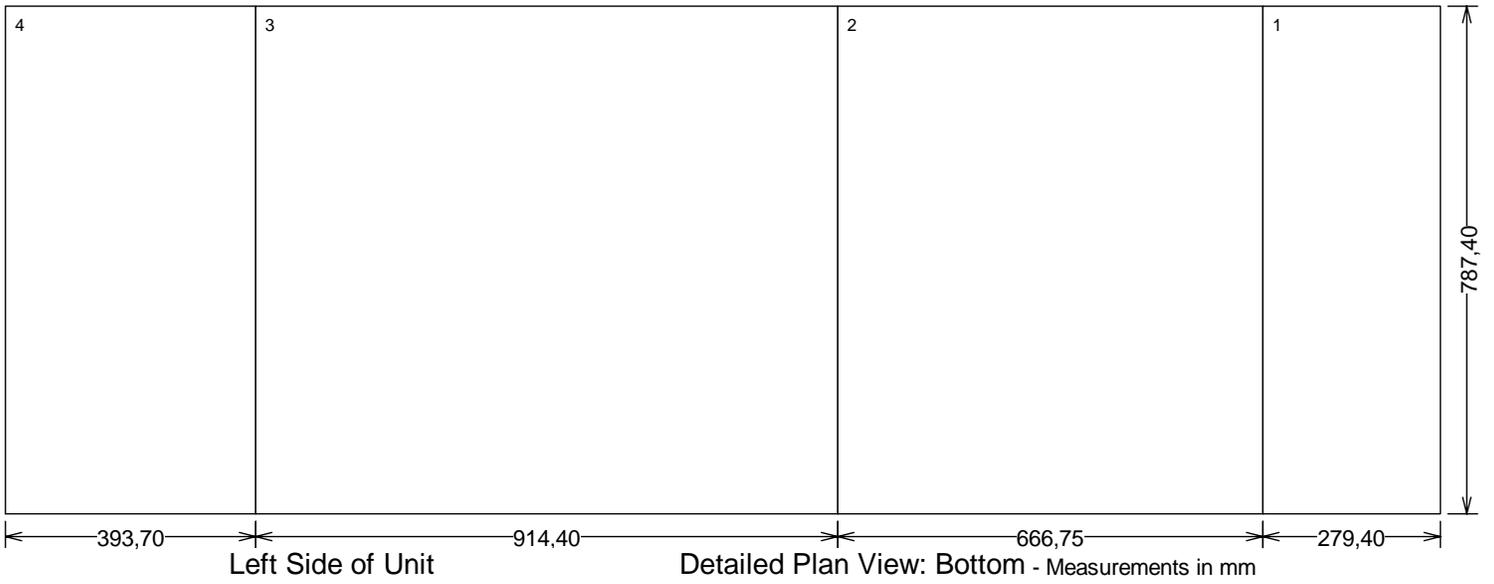
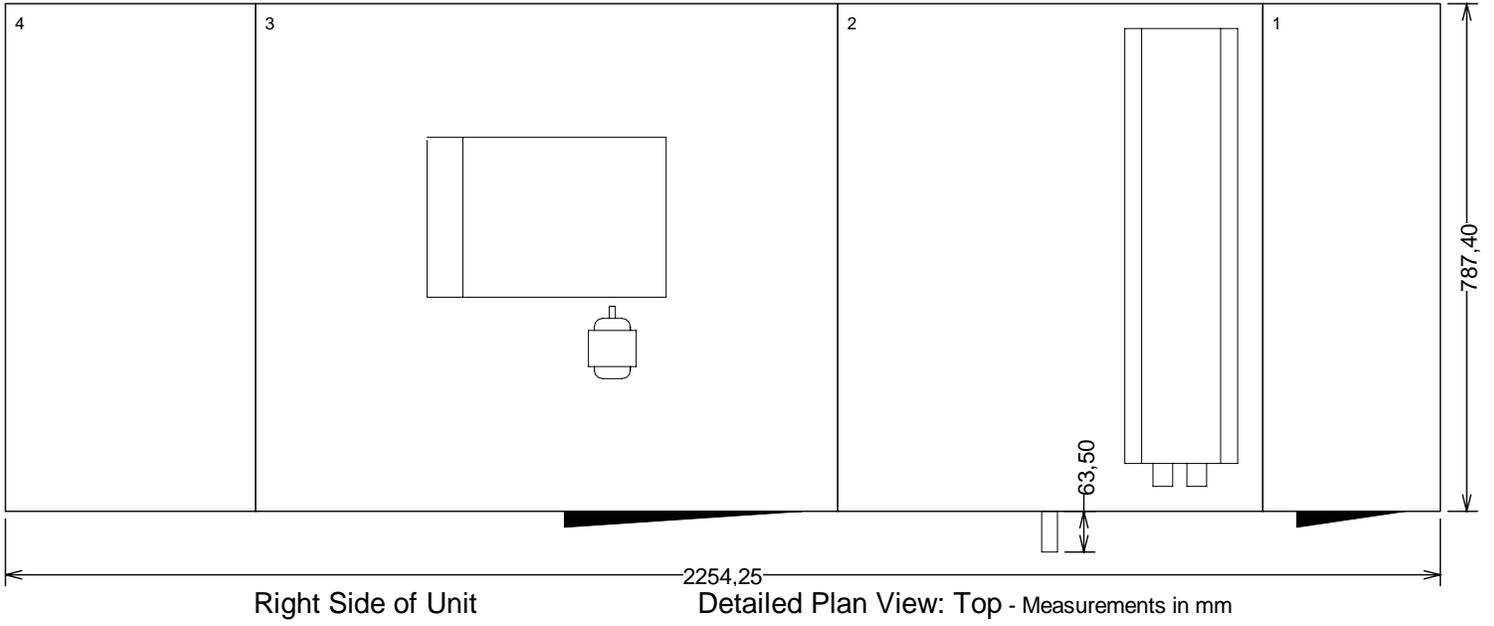
Overall Elevation View: Right - Shipping splits indicated by bold outline. - Measurements in mm

Pos #	Module	Length	Weight
1	Filter module	279,40	31,75
2	Coil module	666,75	143,76
3	Fan module	914,40	120,66
4	Diffuser module	393,70	38,10
		Installed Unit Weight 334,27 kg	

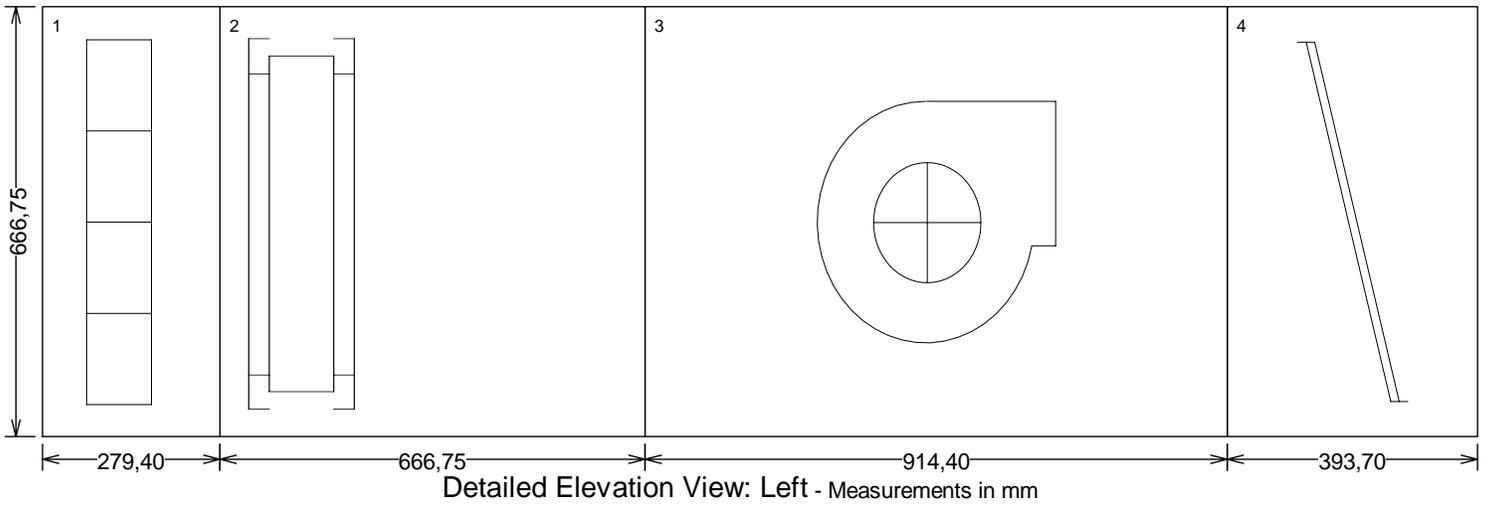
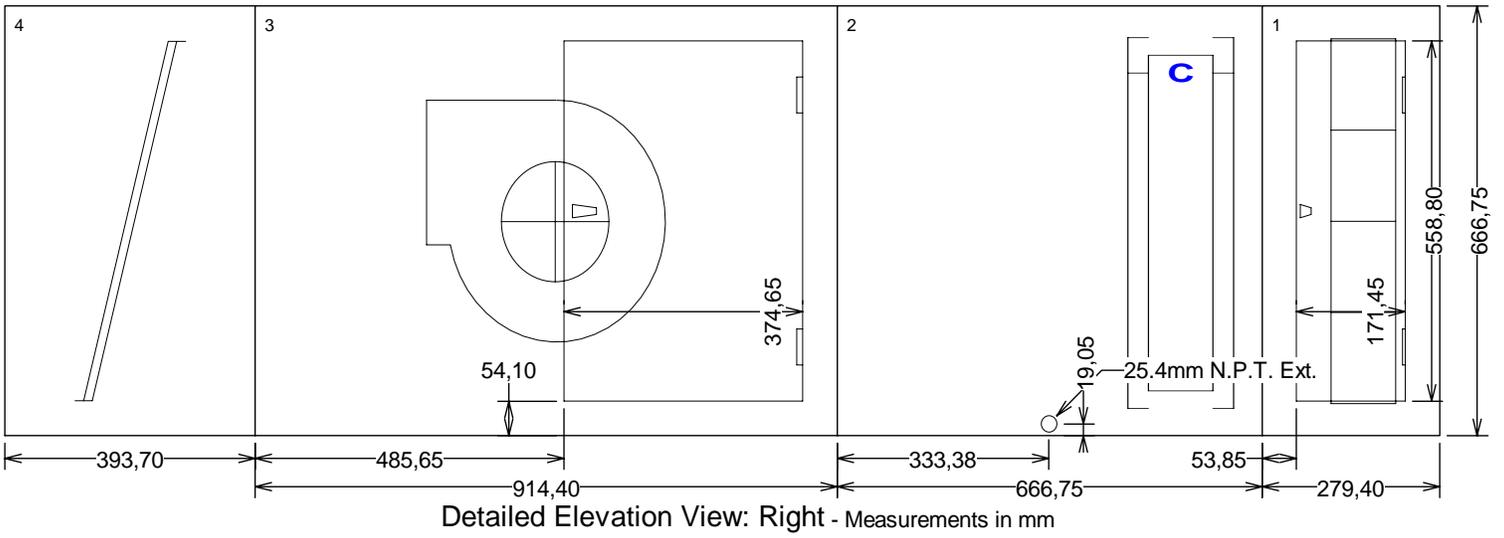


Overall Plan View: Top - Measurements in mm

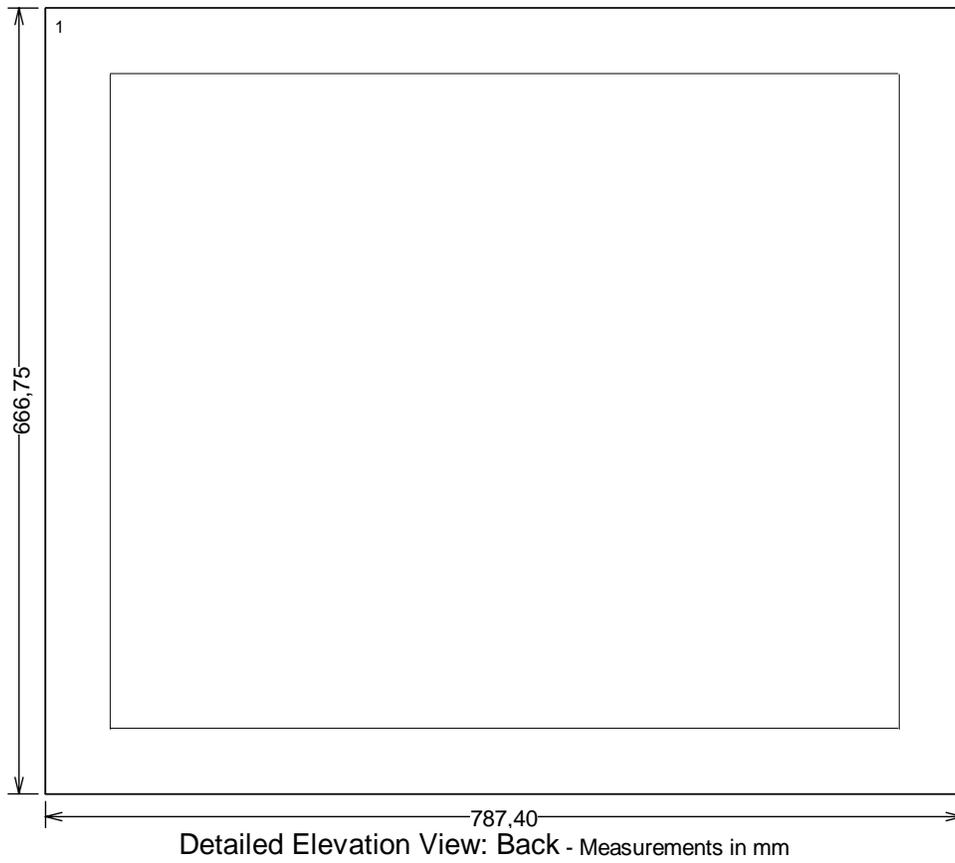
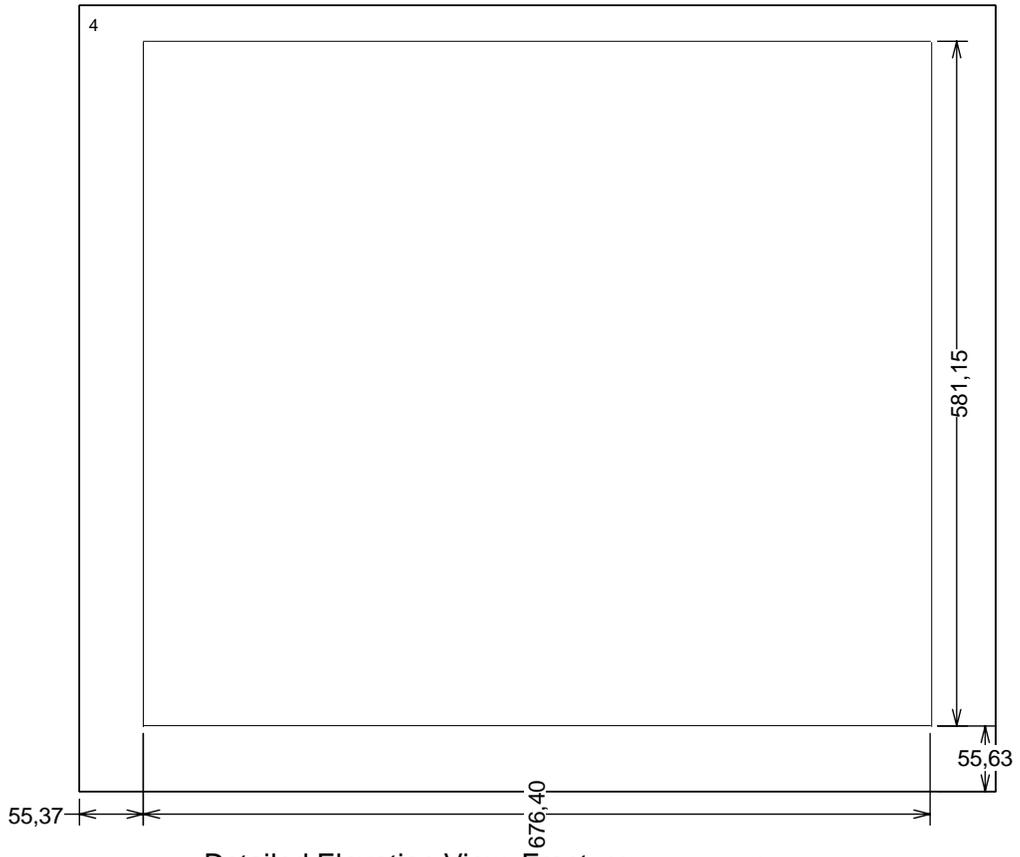
MCCB-1_268102

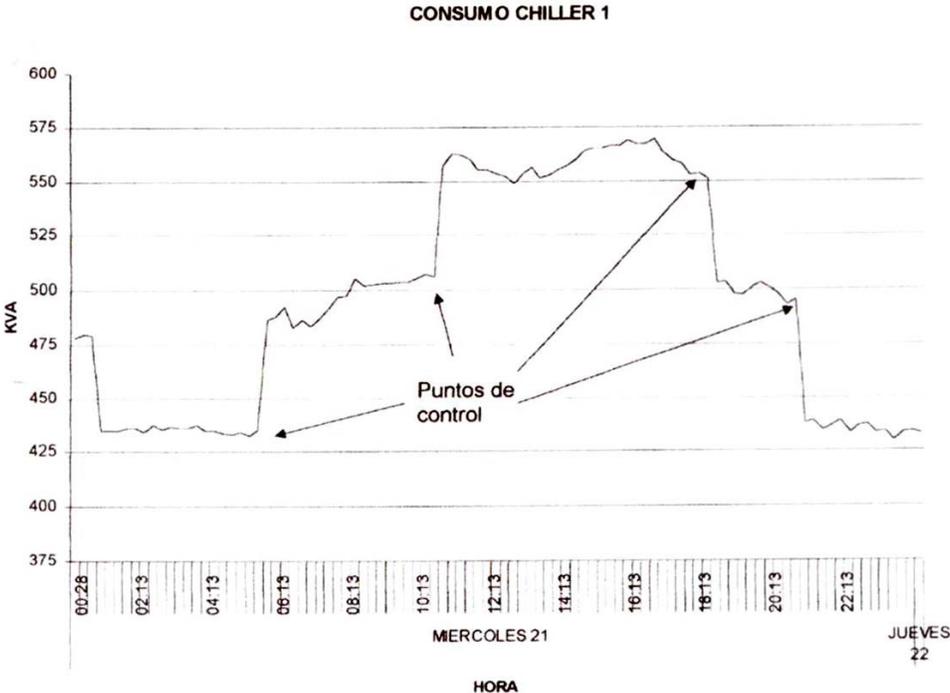


MCCB-1_268103



MCCB-1_719457





HOSPITAL DE CLINICAS CARACAS

JUNIO 2005

OBRAS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION MECANICA

CANTIDADES DE OBRA

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL(BS)
MONTAJE E INSTALACION DE UNIDADES DE MANEJO DE AIRE (UMAS)					
1	Suministro de UMAS, tipo monozonas, cada unidad incluire con los siguientes modulos: modulo I prefiltro con filtros de aluminio de 2" tipo flat, modulo II serpentín de enfriamiento de aire, tipo w, con una caída máxima de presión de 5,17 ft H2O, y un caudal de 42gpm, modulo III sistema de impulsión, con capacidad máxima de 1800pcm, Pot. aproximada de 1hp y 1800rpm y modulo IV difusor	pza	9		
2	Instalación Física de las UMAS que incluye: Traslado del equipo en obra, puesta en sitio y anclaje.	pza	9		
MONTAJE E INSTALACION DE LA RED DE AGUA HELADA					
	Suministro e Instalacion de Tuberias de agua fria, acero negro Schedule 40, sin constura, soportes, pintura y pruebas hidrostáticas. Red de Distribución				
3	Ø 1 1/4	m	16		
4	Ø 1 1/2	m	26		
5	Ø 2	m	54		
6	Ø 2 1/2	m	50		
7	Ø 3	m	66		
8	Ø 4	m	22		
9	Ø 5	m	20		
	Suministro e Instalacion de valvulas de globo				
10	Ø 1 1/4	pza	2		
11	Ø 1 1/2	pza	8		
12	Ø 2	pza	16		
13	Ø 3	pza	2		
	Suministro e Instalacion deCodos de 90°				
14	1 1/4	pza	2		
15	3	pza	2		
16	5	pza	4		
	Suministro e Instalacion deCodos de 45°				
17	1 1/4	pza	4		
18	1 1/2	pza	8		
19	2 1/2	pza	16		
	Suministro e Instalacion deTees				
20	2x2x2	pza	4		
21	2 1/2x 2 1/2x 2 1/2	pza	10		
22	3x3x3	pza	8		
23	4x4x4	pza	4		
24	5x5x5	pza	2		
	Suministro e Instalacion de Reducciones				
25	2 x 2 1/2	pza	6		
26	2 1/2 x 1 1/2	pza	2		
27	2 1/2 x 2	pza	8		
28	3 x 2	pza	4		
29	3 x 2 1/2	pza	2		
30	4 x 2	pza	2		
31	4 x 2 1/2	pza	2		
32	4 x 3	pza	2		
33	5 x 3	pza	2		
34	5 x 4	pza	2		
	Suministro e Instalacion de aislamiento especial (poliuretano o similar) para las tuberias de agua helada y sus accesorios				
35	Ø 1 1/4	m	16		
36	Ø 1 1/2	m	26		
37	Ø 2	m	54		
38	Ø 2 1/2	m	50		
39	Ø 3	m	66		
40	Ø 4	m	22		
41	Ø 5	m	20		
	Suministro e instalacion de las UMAS con la tuberia de agua helada				
42	Interconexión de tubería principal con la Unidad de Manejo de Aire (UMA), que incluye: conexiones, tuberías, codos, tees, uniones, etc.	S.G.	9		
43	Suministro e Instalación de Manómetro de 2 1/2", con válvula de aguja y niple amortiguador	pza	18		
44	Suministro e Instalación de Termómetro de 7", con pozuelos	pza	18		
45	Instalación de Válvula de Control diam. 1/2"	pza	9		
46	Suministro e instalación del sistema de By-Pass que incluye: 3 Válvulas de compuerta de diam. 1 1/4", conexiones de tees, codos, uniones, reducciones.	pza	9		
47	Suministro e instalación de un filtro de agua de diam. 2"	pza	9		

DUCTERIA DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION MECANICA					
48	Suministro e instalacion de Ductos de Lámina Galvanizada de seccion rectangular para Aire Acondicionado y Ventilacion mecanica. Incluye soporteria.	Kg	6741		
49	Aislamiento de fibra de vidrio de 1" de espesor con barrera de vapor de lamina (foil) de aluminio	m^2	447.00		
50	Suministro e instalación de: Rejilla de retorno sin control, 12"x12"	pza	18		
51	Suministro e instalación de ventilador axial marca AEROMETAL, modelo TAD-27, con una caída de presión superior a la calculada de ¼ pulg de agua y maneje un caudal de 15200pcm, motor de 7 ½ Hp a 1750RPM, o similar.	pza	1		
52	Suministro e instalación de extractor helicoidal VA con transmisión marca AEROMETAL, modelo VAT-42, con una caída de presión superior a la calculada de ¼ pulg de agua, que maneje un caudal de 143000pcm, motor de 2HP a RPM aspa 545, o similar.	pza	1		
FILTROS PARA UMAS					
53	Suministro e instalación de filtro HEPA, marca AAF. Modelo TM-2	pza	27		
OTRAS INSTALACIONES					
54	Interconexion electrica de fuerza y control, arranque de la unidad	S.G.	9		
TOTAL DE OBRAS AIRE ACONDICIONADO					

HOSPITAL DE CLINICAS CARACAS
JUNIO 2005
OBRAS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION MECANICA
CANTIDADES DE OBRA

PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL(BS)
MONTAJE E INSTALACION DE UNIDADES DE MANEJO DE AIRE (UMAS)					
1	Suministro de UMAS, tipo monozonas, cada unidad incluirea con los siguientes modulos: modulo I prefiltro con filtros de aluminio de 2" tipo flat, modulo II serpentín de enfriamiento de aire, tipo w, con una caída máxima de presión de 5,17 ft H2O, y un caudal de 42gpm, modulo III sistema de impulsión, con capacidad máxima de 1800pcm, Pot. aproximada de 1hp y 1800rpm y modulo IV difusor	pza	9	25.800.000,00	232.200.000,00
2	Instalación Física de las UMAS que incluye: Traslado del equipo en obra, puesta en sitio y anclaje, según especificaciones en planos	pza	9	748.000,00	6.732.000,00
MONTAJE E INSTALACION DE LA RED DE AGUA HELADA					
Suministro e Instalacion de Tuberias de agua fría, acero negro Schedule 40, sin costura, soportes, pintura y pruebas hidrostáticas. Red de Distribucion					
3	Ø 1 1/4	m	16	80.000,00	1.280.000,00
4	Ø 1 1/2	m	26	96.000,00	2.496.000,00
5	Ø 2	m	54	128.000,00	6.912.000,00
6	Ø 2 1/2	m	50	160.000,00	8.000.000,00
7	Ø 3	m	66	192.000,00	12.672.000,00
8	Ø 4	m	22	256.000,00	5.632.000,00
9	Ø 5	m	20	320.000,00	6.400.000,00
Suministro e Instalacion de valvulas de globo					
10	Ø 1 1/4	pza	2	33.333,33	66.666,67
11	Ø 1 1/2	pza	8	40.000,00	320.000,00
12	Ø 2	pza	16	53.333,33	853.333,33
13	Ø 3	pza	2	80.000,00	160.000,00
Suministro e Instalacion deCodos de 90°					
14	1 1/4	pza	2	3.333,33	6.666,67
15	3	pza	2	8.000,00	16.000,00
16	5	pza	4	13.333,33	53.333,33
Suministro e Instalacion deCodos de 45°					
17	1 1/4	pza	4	3.333,33	13.333,33
18	1 1/2	pza	8	4.000,00	32.000,00
19	2 1/2	pza	16	6.666,67	106.666,67
Suministro e Instalacion deTees					
20	2x2x2	pza	4	8.000,00	32.000,00
21	2 1/2x 2 1/2x 2 1/2	pza	10	9.000,00	90.000,00
22	3x3x3	pza	8	10.000,00	80.000,00
23	4x4x4	pza	4	11.000,00	44.000,00
24	5x5x5	pza	2		
Suministro e Instalacion de Reducciones					
25	2 x 2 1/2	pza	6	10.000,00	60.000,00
26	2 1/2 x 1 1/2	pza	2	12.000,00	24.000,00
27	2 1/2 x 2	pza	8	13.000,00	104.000,00
28	3 x 2	pza	4	14.500,00	58.000,00
29	3 x 2 1/2	pza	2	15.000,00	30.000,00
30	4 x 2	pza	2	17.000,00	34.000,00
31	4 x 2 1/2	pza	2	17.200,00	34.400,00
32	4 x 3	pza	2	18.000,00	36.000,00
33	5 x 3	pza	2	18.500,00	37.000,00
34	5 x 4	pza	2	18.800,00	37.600,00
Suministro e Instalacion de aislamiento especial (poliuretano o similar) para las tuberias de agua helada y sus accesorios					
35	Ø 1 1/4	m	16	25.000,00	400.000,00
36	Ø 1 1/2	m	26	27.000,00	702.000,00
37	Ø 2	m	54	28.000,00	1.512.000,00
38	Ø 2 1/2	m	50	28.500,00	1.425.000,00
39	Ø 3	m	66	29.000,00	1.914.000,00
40	Ø 4	m	22	29.700,00	653.400,00
41	Ø 5	m	20	30.000,00	600.000,00
Suministro e instalacion de las UMAS con la tubería de agua helada					
42	Interconexión de tubería principal con la Unidad de Manejo de Aire (UMA), que incluye: conexiones, tuberías, codos, tees, uniones, etc.	S.G.	9	1.872.000,00	16.848.000,00
43	Suministro e Instalación de Manómetro de 2 1/2", con válvula de aguja y niple amortiguador	pza	18	316.800,00	5.702.400,00
44	Suministro e Instalación de Termómetro de 7", con pozuelos	pza	18	356.400,00	6.415.200,00
45	Instalación de Válvula de Control diam. 1/2"	pza	9	172.260,00	1.550.340,00
46	Suministro e instalación del sistema de By-Pass que incluye: 3 Válvulas de compuerta de diam. 1 1/4", conexiones de tees, codos, uniones, reducciones.	pza	9	633.600,00	5.702.400,00

47	Suministro e instalación de un filtro de agua de diam. 2"	pza	9	50.000,00	450.000,00
DUCTERIA DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACION MECANICA					
48	Suministro e instalacion de Ductos de Lámina Galvanizada de seccion rectangular para Aire Acondicionado y Ventilacion mecanica. Incluye soporteria.	Kg	6741	9.130,00	61.545.330,00
49	Aislamiento de fibra de vidrio de 1" de espesor con barrera de vapor de lamina (foil) de aluminio	m^2	447,00	20.350,00	9.096.450,00
50	Suministro e instalación de: Rejilla de retorno sin control, 12"x12"	pza	18	40.000,00	720.000,00
51	Suministro e instalación de ventilador axial marca AEROMETAL, modelo TAD-27, con una caída de presión superior a la calculada de ¼ pulg de agua y maneja un caudal de 15200pcm, motor de 7 ½ Hp a 1750RPM, o similar.	pza	1	350.000,00	350.000,00
52	modelo VAT-42, con una caída de presión superior a la calculada de ¼ pulg de agua, que	pza	1	300.000,00	300.000,00
FILTROS PARA UMAS					
53	Suministro e instalación de filtro HEPA, marca AAF. Modelo TM-2	pza	27	450.000,00	12.150.000,00
OTRAS INSTALACIONES					
54	Interconexion electrica de fuerza y control, arranque de la unidad	S.G.	9	800.000,00	7.200.000,00
				Total	419.889.520,00
TOTAL DE OBRAS AIRE ACONDICIONADO					

Tabla A.1 DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CALCULAR CARGAS DEBIDAS A TECHOS PLANOS, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² ·°F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	37	25
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	53 (54)	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in	77 (77)	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19 (20)	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Tabla A.2. DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGA DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CÁLCULO DE CARGA DE PAREDES AL SOL, 1°F

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

Tabla A.3 DESCRIPCIÓN DE GRUPOS DE CONSTRUCCIÓN DE PAREDES

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/K ²	Valor de U, BTU/(h·ft ² ·°F)	Capacidad calorífica, BTU/(h·ft ² ·°F)
Ladrillo de vista de 4 in + [Ladrillo]				
C	Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	85	0.358	18.3
D	Ladrillo común de 4 in.	90	0.415	18.4
C	Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
B	Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	16.1
B	Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
A	Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4 in + [Concreto pesado]				
C	Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
B	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
A	Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Ladrillo de vista de 4 in + [bloque de concreto ligero o pesado]				
E	Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
D	Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
D	Bloque de 8 in.	70	0.274	15.1
C	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 8 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-16.5
B	Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
Ladrillo de vista de 4 in + [azulejo de barro]				
D	Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
D	Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
C	Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
C	Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
B	Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
A	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
Pared de concreto pesado + [acabado]				
E	Concreto de 4 in.	63	0.585	12.5
D	Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
C	Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
C	Concreto de 8 in.	109	0.490	21.9
B	concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
A	Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
E	Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
A	Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
Bloque de concreto ligero y pesado + [acabado]				
F	Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
E	Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
E	Bloque de 8 in.	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
D	Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.148-0.173	8.3-11.3
Azulejo de barro + [acabado]				
F	Azulejo de 4 in.	39	0.419	7.8
F	Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
E	Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
D	Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
D	Azulejo de 8 in	63	0.296	12.6
C	Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
B	Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
Pared de ladrillo (concreto macizo)				
G	Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	3-6	0.091-0.230	0.7
Pared de hormigón				
B	Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

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

Tabla A.4 Diferencias de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio.

Tabla A.5 RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIO FACTORES DE GANANCIA MÁXIMA DE CALOR SOLAR PARA VIDRIO. BTU/H - FT², LATITUDES NORTE.

0 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/ENW	E/W	ESE/ESW	SE/SW	SEE/SEW	S	HOR
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	302	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

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

8 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/ENW	E/W	ESE/ESW	SE/SW	SEE/SEW	S	HOR
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Jul.	77	145	195	215	204	182	93	40	39	272
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

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

32 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/ENW	E/W	ESE/ESW	SE/SW	SEE/SEW	S	HOR
En.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176
Feb.	27	27	65	149	205	242	248	232	221	217
Mar.	31	37	107	183	227	237	227	195	176	252
Abr.	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271
May	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277
Jun.	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276
Jul.	40	111	167	20-4	215	194	150	96	72	273
Agos.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265
Sept.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244
Oct.	28	28	63	143	195	234	239	225	215	213
Nov.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175
Dic.	22	22	22	84	162	218	246	252	252	158

48 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/ENW	E/W	ESE/ESW	SE/SW	SEE/SEW	S	HOR
En.	15	15	15	53	118	175	216	239	245	85
Feb.	20	20	36	103	168	216	242	249	250	138
Mar.	26	26	80	154	204	234	239	232	228	188
Abr.	31	61	132	180	219	225	215	194	186	226
May	35	97	158	200	218	214	192	163	150	247
Jun.	46	110	165	204	215	206	180	148	134	252
Jul.	37	96	156	196	214	209	187	158	146	244
Agos.	33	61	128	174	211	216	206	188	180	223
Sept.	27	27	72	144	191	223	228	223	220	182
Oct.	21	21	35	96	161	207	233	241	242	136
Nov.	15	15	15	52	115	172	212	234	240	85
Dic.	13	13	13	36	91	156	195	225	233	65

40 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/ENW	E/W	ESE/ESW	SE/SW	SEE/SEW	S	HOR
En.	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
Feb.	24	24	50	129	184	234	246	244	241	180
Mar.	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
Abr.	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
May	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
Jun.	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
Jul.	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
Agos.	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
Sept.	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
Oct.	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
Nov.	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
Dic.	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

56 Grados										
	N	NNE/NNW	NE/NW	ENE/ENW	E/W	ESE/ESW	SE/SW	SEE/SEW	S	HOR
En.	10	10	10	21	74	126	169	194	205	40
Feb.	16	16	21	71	139	184	223	239	244	91
Mar.	22	22	65	136	185	224	238	241	241	149
Abr.	28	58	123	173	211	223	223	213	210	195
May	36	99	149	195	215	218	206	187	181	222
Jun.	53	111	160	199	213	213	196	174	168	231
Jul.	37	98	147	192	211	214	201	183	177	221
Agos.	30	56	119	165	203	216	215	206	203	193
Sept.	23	23	58	126	171	211	227	230	231	144
Oct.	16	16	20	68	132	176	213	229	234	91
Nov.	10	10	10	21	72	122	165	190	200	40
Dic.	7	7	7	7	47	92	135	159	171	23

Tabla A.6 COEFICIENTES DE SOMBREADO PARA VIDRIO CON O SIN SOMBREADO INTERIOR POR PERSIANAS VENECIANAS ENROLLABLES

	Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro ^a	Transmisión solar ^a	Sin sombreado interior <i>k_s = 4.0</i>		Tipo de sombreado interior				
						Persianas venecianas		Persianas enrollables		
						Medio	Claro	Oscuro	Claro	Translúcido
VIDRIO SENCILLO	Sencillo									
	Claro	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00						
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94						
	Claro	3/8	0.72	0.90	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39	
	Claro	1/2	0.67	0.87						
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83						
	Absorbente de calor, con figuras ^b	1/8		0.83						
	Absorbente de calor ^c	3/16 a 1/4	0.46	0.69						
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36	
	Colorado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69						
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32	
	Absorbente de calor ^d	3/8	0.34	0.60						
Absorbente de calor, o con figuras	1/2	0.44-0.30	0.53	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31		
Vidrio recubierto reflector			0.30	0.25	0.23					
			0.40	0.33	0.29					
			0.50	0.42	0.38					
			0.60	0.50	0.44					
VIDRIO AISLANTE	Doble ^e									
	Claro afuera	3/32, 1/8	0.71 ^a	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37	
	Claro adentro	1/4	0.61 ^a	0.81						
	Claro afuera									
	Claro adentro	1/4	0.36 ^a	0.55						
	Absorbente de calor afuera									
	Claro adentro			0.20	0.39	0.36	0.40	0.23	0.30	
Vidrio recubierto reflector			0.30	0.19	0.18					
			0.40	0.27	0.26					
				0.34	0.33					
Triple	Claro	1/4		0.71						
	Claro	1/8		0.80						

Tabla A.7 TASAS DE GANANCIA DE CALOR DEBIDA A LOS OCUPANTES DEL RECINTO ACONDICIONADO*

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

* Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.
^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.
^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).
^d Para el boliche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h)

Tabla A.8. FACTORES DE CALOR SENSIBLE PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO DEBIDO A PERSONAS

Horas totales en el recinto	Horas después de cada entrada al recinto																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	0.49	0.58	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	0.49	0.59	0.66	0.71	0.27	0.21	0.16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
6	0.50	0.60	0.67	0.72	0.76	0.79	0.34	0.26	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
8	0.51	0.61	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04
10	0.53	0.62	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.42	0.34	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06
12	0.55	0.64	0.70	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.91	0.92	0.45	0.36	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.08
14	0.58	0.66	0.72	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
16	0.62	0.70	0.75	0.79	0.82	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.49	0.39	0.33	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.16
18	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.50	0.40	0.33	0.28	0.24	0.21

Tabla A.9 GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A APARATOS DOMÉSTICOS, BTU/h

TIPO DE APARATO	ELECTRICOS				DE GAS				DE VAPOR				
	Sin campana		Con campana ²		Sin campana		Con campana ²		Sin campana		Con campana ²		
	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	Sensible	Latente	Total	100% Sensible	
Parrilla o asador de 31 in x 20 in x 18 in													
Cafetera y calentador de café por quemador	770	230	1,000	340			18,000	3,600					
Cafetera de 3 galones	230	70	300	90			2,500	500					
de 5 galones	2,550	850	3,400	1,000	3,500	1,500	5,000	1,000	2,180	1,120	3,300	1,000	1,000
de 8 galones (gemelas)	3,850	1,250	5,100	1,600	5,250	2,250	7,500	1,500	3,300	1,700	5,000	1,600	1,600
	5,200	1,600	6,800	2,100	7,000	3,000	10,000	2,000	4,350	2,250	6,600	2,100	2,100
Freidor de grasa:													
grasa # 15	2,800	6,600	9,400	3,000	7,500	7,500	15,000	3,000					
grasa # 21	4,100	9,600	13,700	4,300									
Calentador de plátanos secos por pie cuadrado de parte superior	320	80	400	130	560	140	700	140					
Plancha de feir por pie cuadrado de parte superior	3,000	1,600	4,600	1,500	4,900	2,600	7,500	1,500					
Comal (dos unidades de calentamiento)					5,300	3,600	8,900	2,800					
Estufa de órdenes rápidos (parrillas abiertas) por quemador					3,200	1,800	5,000	1,000					
Mesa de vapor, por pie cuadrado					750	500	1,250	250	500	325	825	260	260
Testador:													
Continuo	1,960	1,740	3,700	1,200	3,600	2,400	6,000	1,200					
360 rebanadas por hora	2,700	2,400	5,100	1,600	6,000	4,000	10,000	2,000					
720 rebanadas por hora	2,230	1,970	4,200	1,300									
Con expulsor de 4 rebanadas													
Waflera de 18 in x 20 in x 13 in (2 parrillas)	1,680	1,120	2,800	900									
Secadora de pelo:													
Tipo ventilador	2,300	400	2,700										
Tipo casco	1,870	330	2,200										
Mecheros de laboratorio:													
De Bunsen					1,680	420	2,100						
Cola de pescado					2,800	700	3,500						
De Meeker					3,360	840	4,200						
Anuncios de neón, por pie de tubo	60		60										
Esterilizador													
Máquinas expendedoras:	650	1,200	1,850										
De bebidas calientes			1,200										
De bebidas frías			625										

Tabla A.10. PRODUCCIÓN DE CALOR DE EQUIPO
MOTORIZADO, BTU/H

Potencia del motor	ubicación del equipo con respecto a la corriente de aire o al espacio acondicionado		
	Motor y máquina dentro	Motor fuera, dentro máquina	Motor dentro, máquina fuera
1/8	580	320	260
1/6	710	430	280
1/4	1,000	640	360
1/3	1,290	850	440
1/2	1,820	1,280	540
3/4	2,680	1,930	750
1	3,220	2,540	680
1-1/2	4,770	3,820	950
2	6,380	5,100	1,280
3	9,450	7,650	1,800
5	15,800	12,800	2,800
7-1/2	22,500	19,100	3,400
10	30,000	25,500	4,500
15	44,500	38,200	6,300
20	58,500	51,000	7,500
25	72,400	63,600	8,800

Tabla A.11. REQUISITOS DE VENTILACIÓN PARA OCUPANTES

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

Quirofano N°	1
--------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	Medida	Cantidad	Coeficiente	Conduccion	Sensible Int.	LatenteInt.	Sensible Ext.	Latente Ext.
Techo exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior N	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior E	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior S	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior O	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Techo interior	m^2	50,0175	0,13	1749,111975	1749,111975	0	0	0
Pared interior	m^2	61,3	0,46	7585,262	7585,262	0	0	0
Vidrio exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio interior	m^2	2,2	0,73	432,014	432,014	0	0	0
Puertas interiores	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
iluminacion	w/m^2	12,7955216	4,265	0	2729,6	0	0	0
Equipos	Btu/hr	9069	1	0	9069	9069	0	0
Personas	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
Aire fresco	PCM	1060	1,1 ó 0,68	0	0	0	29162,14664	73191,6859
Suma					25086,37798	11169	29162,14664	73191,6859

Factores de seguridad:

1,1 Carga sensible interna

1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 39322,4658

Carga total Externa 102353,833

Carga Total	141676,298	Btu/hr
Carga Total	11,8063582	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	27595,01577	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	11727,45	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	48,5	°F
Sensible Externa	29162,14664	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	48	°F
Latente Externa	73191,68587	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	19,5	Btu/Lb
Sensible Total	56757,16242	Btu/hr						
Latente Total	84919,13587	Btu/hr						

FCSi 0,70176209

FCS_t 0,400611557

Determinando flujo de aire suministro

1182,939268 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

151711,9611 Btu/hr

12,64266343 tons de refriger.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

Carga Sensible

33004,00558 Btu/hr

2,750333798 tons de refrigeracion

Carga Latente

118707,9555 Btu/hr

9,892329628 tons de refrigeracion

Quirofano N°	2
--------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	<i>Medida</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Conduccion</i>	<i>Sensible Int.</i>	<i>LatenteInt.</i>	<i>Sensible Ext.</i>	<i>Latente Ext.</i>
<i>Techo exterior</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior N</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior E</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior S</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior O</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Techo interior</i>	m^2	46,81	0,13	1636,9457	1636,9457	0	0	0
<i>Pared interior</i>	m^2	58	0,46	7176,92	7176,92	0	0	0
<i>Vidrio exterior</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vidrio interior</i>	m^2	1,6	0,73	314,192	314,192	0	0	0
<i>Puertas interiores</i>	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
<i>iluminacion</i>	w/m^2	13,672292	4,265	0	2729,6	0	0	0
<i>Equipos</i>	Btu/hr	9445	1	0	9445	9445	0	0
<i>Personas</i>	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
<i>Aire fresco</i>	PCM	992	1,1 ó 0,68	0	0	0	27292,04947	68498,08198
<i>Suma</i>					24824,0477	11545	27292,04947	68498,08198

Factores de seguridad:

1,1 Carga sensible interna

1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 39428,70247

Carga total Externa 95790,13145

Carga Total	135218,8339	Btu/hr
Carga Total	11,26823616	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	27306,45247	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	12122,25	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	48,5	°F
Sensible Externa	27292,04947	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	48	°F
Latente Externa	68498,08198	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	19,5	Btu/Lb
Sensible Total	54598,50194	Btu/hr						
Latente Total	80620,33198	Btu/hr						

FCSi 0,692552652

FCS_t 0,403778825

Determinando flujo de aire suministro

1170,569177 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

150125,4969 Btu/hr

12,51045808 tons de refrig.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

carga sensible

32658,88003 Btu/hr

2,721573336 tons de refrigeracion

carga latente

117466,6169 Btu/hr

9,78888474 tons de refrigeracion

Quirofano N°	3
--------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	Medida	Cantidad	Coefficiente	Conduccion	Sensible Int.	LatenteInt.	Sensible Ext.	Latente Ext.
Techo exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior N	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior E	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior S	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior O	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Techo interior	m^2	34,515	0,13	1206,98955	1206,98955	0	0	0
Pared interior	m^2	61,3	0,46	7585,262	7585,262	0	0	0
Vidrio exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio interior	m^2	2,2	0,73	432,014	432,014	0	0	0
Puertas interiores	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
iluminacion	w/m^2	13,906997	4,265	0	2047,2	0	0	0
Equipos	Btu/hr	8796	1	0	8796	8796	0	0
Personas	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
Aire fresco	PCM	732	1,1 ó 0,68	0	0	0	20123,58657	50506,54346
Suma					23588,85555	10896	20123,58657	50506,54346

Factores de seguridad:

- 1,1 Carga sensible interna
- 1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 37388,54111
Carga total Externa 70630,13004

Carga Total	108018,6711	Btu/hr
Carga Total	9,001555928	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	25947,74111	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	9235,8	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	49,5	°F
Sensible Externa	20123,58657	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	49	°F
Latente Externa	50506,54346	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	19,8	Btu/Lb
Sensible Total	46071,32768	Btu/hr						
Latente Total	61947,34346	Btu/hr						

FCSi 0,737496576

FCS_t 0,426512631

Determinando flujo de aire suministro

1166,583842 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

148039,4895 Btu/hr

12,33662413 tons de refrig.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

carga sensible

30972,801 Btu/hr

2,58106675 tons de refrigeracion

carga latente

117066,6885 Btu/hr

9,755557378 tons de refrigeracion

Quirofano N°	4
--------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	<i>Medida</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>Conduccion</i>	<i>Sensible Int.</i>	<i>LatenteInt.</i>	<i>Sensible Ext.</i>	<i>Latente Ext.</i>
<i>Techo exterior</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior N</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior E</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior S</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior O</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Techo interior</i>	m^2	36,89	0,13	1290,0433	1290,0433	0	0	0
<i>Pared interior</i>	m^2	64,3	0,46	7956,482	7956,482	0	0	0
<i>Vidrio exterior</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vidrio interior</i>	m^2	1,6	0,73	314,192	314,192	0	0	0
<i>Puertas interiores</i>	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
<i>iluminacion</i>	w/m^2	13,0116563	4,265	0	2047,2	0	0	0
<i>Equipos</i>	Btu/hr	9069	1	0	9069	9069	0	0
<i>Personas</i>	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
<i>Aire fresco</i>	PCM	782	1,1 ó 0,68	0	0	0	21508,3039	53981,9322
<i>Suma</i>					24198,3073	11169	21508,3039	53981,9322

Factores de seguridad:

- 1,1 Carga sensible interna
- 1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 38345,588
Carga total Externa 75490,236

Carga Total	113835,824	Btu/hr
Carga Total	9,48631867	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	25408,22267	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	11727,45	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	49,5	°F
Sensible Externa	21508,30389	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	49	°F
Latente Externa	53981,93216	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	19,8	Btu/Lb
Sensible Total	48126,44192	Btu/hr						
Latente Total	65709,38216	Btu/hr						

FCSi 0,684199877

FCS_t 0,42277062

Determinando flujo de aire suministro

1142,327646 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

144961,3783 Btu/hr

12,08011486 tons de refrig.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

carga sensible

30328,799 Btu/hr

2,527399917 tons de refrigeracion

carga latente

114632,5793 Btu/hr

9,552714939 tons de refrigeracion

Quirofano N°	5
--------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	Medida	Cantidad	Coefficiente	Conduccion	Sensible Int.	LatenteInt.	Sensible Ext.	Latente Ext.
Techo exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior N	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior E	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior S	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior O	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Techo interior	m^2	50,6025	0,13	1769,56943	1769,56943	0	0	0
Pared interior	m^2	61,3	0,46	7585,262	7585,262	0	0	0
Vidrio exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio interior	m^2	2,2	0,73	432,014	432,014	0	0	0
Puertas interiores	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
iluminacion	w/m^2	12,6475965	4,265	0	2729,6	0	0	0
Equipos	Btu/hr	6340	1	0	6340	6340	0	0
Personas	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
Aire fresco	PCM	1073	1,1 ó 0,68	0	0	0	29503,2244	74047,729
Suma					22377,8354	8440	29503,2244	74047,729

Factores de seguridad:

1,1 Carga sensible interna
1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 33477,619
Carga total Externa 103550,953

Carga Total	137028,572	Btu/hr
Carga Total	11,4190477	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	24615,61897	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	8862	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	55	°F
Sensible Externa	29503,22438	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	54	°F
Latente Externa	74047,72898	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	22,6	Btu/Lb
Sensible Total	54118,84335	Btu/hr						
Latente Total	82909,72898	Btu/hr						

FCSi 0,735285834

FCS_t 0,394945685

Determinando flujo de aire suministro

1512,480428 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

172876,5129 Btu/hr

14,40637608 tons de refig.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

carga sensible

21099,10197 Btu/hr

1,758258498 tons de refrigeracion

carga latente

151777,411 Btu/hr

12,64811758 tons de refrigeracion

Quirofano N°	6
---------------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	<i>Medida</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Conduccion</i>	<i>Sensible Int.</i>	<i>LatenteInt.</i>	<i>Sensible Ext.</i>	<i>Latente Ext.</i>
<i>Techo exterior</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior N</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior E</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior S</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pared exterior O</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Techo interior</i>	m^2	46,19	0,13	1615,2643	1615,2643	0	0	0
<i>Pared interior</i>	m^2	57,4	0,46	7102,676	7102,676	0	0	0
<i>Vidrio exterior</i>	m^2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vidrio interior</i>	m^2	1,6	0,73	314,192	314,192	0	0	0
<i>Puertas interiores</i>	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
<i>iluminacion</i>	w/m^2	13,8558129	4,265	0	2729,6	0	0	0
<i>Equipos</i>	Btu/hr	10264	1	0	10264	10264	0	0
<i>Personas</i>	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
<i>Aire fresco</i>	PCM	979	1,1 ó 0,68	0	0	0	26930,56537	67590,82261
Suma					25547,1223	12364	26930,56537	67590,82261

Factores de seguridad:

1,1 Carga sensible interna
1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 41084,03453
Carga total Externa 94521,38799

Carga Total	135605,4225	Btu/hr
Carga Total	11,30045188	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	28101,83453	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	12982,2	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	55	°F
Sensible Externa	26930,56537	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	54	°F
Latente Externa	67590,82261	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	22,6	Btu/Lb
Sensible Total	55032,3999	Btu/hr						
Latente Total	80573,02261	Btu/hr						

FCSi 0,684008639

FCSst 0,405827428

Determinando flujo de aire suministro

1726,687222 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

197360,3494 Btu/hr

16,44669578 tons de refig.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

carga sensible

24087,28674 Btu/hr

2,007273895 tons de refrigeracion

carga latente

173273,0627 Btu/hr

14,43942189 tons de refrigeracion

Quirofano N°	7
--------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	Medida	Cantidad	Coeficiente	Conduccion	Sensible Int.	LatenteInt.	Sensible Ext.	Latente Ext.
Techo exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior N	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior E	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior S	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior O	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Techo interior	m^2	46,1414	0,13	1613,564758	1613,564758	0	0	0
Pared interior	m^2	72,58	0,46	8981,0492	8981,0492	0	0	0
Vidrio exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio interior	m^2	2,2	0,73	432,014	432,014	0	0	0
Puertas interiores	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
iluminacion	w/m^2	10,4028053	4,265	0	2047,2	0	0	0
Equipos	Btu/hr	18265	1	0	18265	18265	0	0
Personas	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
Aire fresco	PCM	978	1,1 ó 0,68	0	0	0	26902,22968	67519,70519
Suma					34860,21796	20365	26902,22968	67519,70519

Factores de seguridad:

1,1 Carga sensible interna
1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 59729,48975
Carga total Externa 94421,93487

Carga Total	154151,4246	Btu/hr
Carga Total	12,84595205	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	38346,23975	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	21383,25	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	49,5	°F
Sensible Externa	26902,22968	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	49	°F
Latente Externa	67519,70519	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	19,8	Btu/Lb
Sensible Total	65248,46944	Btu/hr						
Latente Total	88902,95519	Btu/hr						

FCSi 0,641998449

FCSst 0,423275163

Determinando flujo de aire suministro

1724,007632 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

218776,5685 Btu/hr

18,23138071 tons de refriger.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

carga sensible

45772,40263 Btu/hr

3,814366886 tons de refrigeracion

carga latente

173004,1659 Btu/hr

14,41701382 tons de refrigeracion

Quirofano N°	8
---------------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	Medida	Cantidad	Coeficiente	Conduccion	Sensible Int.	LatenteInt.	Sensible Ext.	Latente Ext.
Techo exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior N	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior E	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior S	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior O	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Techo interior	m^2	46,41	0,13	1622,9577	1622,9577	0	0	0
Pared interior	m^2	73,18	0,46	9055,2932	9055,2932	0	0	0
Vidrio exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio interior	m^2	1,6	0,73	314,192	314,192	0	0	0
Puertas interiores	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
iluminacion	w/m^2	10,342599	4,265	0	2047,2	0	0	0
Equipos	Btu/hr	16150	1	0	16150	16150	0	0
Personas	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
Aire fresco	PCM	984	1,1 ó 0,68	0	0	0	27058,83392	67912,75336
Suma					32711,0329	18250	27058,83392	67912,75336

Factores de seguridad:

1,1 Carga sensible interna

1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 55144,63619

Carga total Externa 94971,58728

Carga Total	150116,2235	Btu/hr
Carga Total	12,50968529	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	35982,13619	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	19162,5	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	49,5	°F
Sensible Externa	27058,83392	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	49	°F
Latente Externa	67912,75336	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	19,8	Btu/Lb
Sensible Total	63040,97011	Btu/hr						
Latente Total	87075,25336	Btu/hr						

FCSi 0,652504734

FCS_t 0,419947749

Determinando flujo de aire suministro

1617,719959 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

205288,6628 Btu/hr

17,10738857 tons de refriger.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

carga sensible

42950,46491 Btu/hr

3,579205409 tons de refrigeracion

carga latente

162338,1979 Btu/hr

13,52818316 tons de refrigeracion

Quirofano N°	9
--------------	---

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	Medida	Cantidad	Coefficiente	Conduccion	Sensible Int.	LatenteInt.	Sensible Ext.	Latente Ext.
Techo exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior N	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior E	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior S	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior O	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Techo interior	m^2	48,24	0,13	1686,9528	1686,9528	0	0	0
Pared interior	m^2	72,3	0,46	8946,402	8946,402	0	0	0
Vidrio exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio interior	m^2	0	0,73	0	0	0	0	0
Puertas interiores	m^2	3	0,33	266,31	266,31	0	0	0
iluminacion	w/m^2	9,9502488	4,265	0	2047,2	0	0	0
Equipos	Btu/hr	17257	1	0	17257	17257	0	0
Personas	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
Aire fresco	PCM	1023	1,1 ó 0,68	0	0	0	28125,79505	70590,6318
Suma					33103,8648	19357	28125,79505	70590,6318

Factores de seguridad:

- 1,1 Carga sensible interna
- 1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 56739,10128
 Carga total Externa 98716,42686

Carga Total	155455,5281	Btu/hr
Carga Total	12,95462734	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	36414,25128	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	20324,85	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	49,5	°F
Sensible Externa	28125,79505	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	49	°F
Latente Externa	70590,6318	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	19,8	Btu/Lb
Sensible Total	64540,04633	Btu/hr						
Latente Total	90915,4818	Btu/hr						

FCSi 0,641784069

FCS_t 0,415167264

Determinando flujo de aire suministro

1637,147411 pcm

Determinando la tons de refrigeracion

207754,0064 Btu/hr

17,31283387 tons de refrig.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

carga sensible

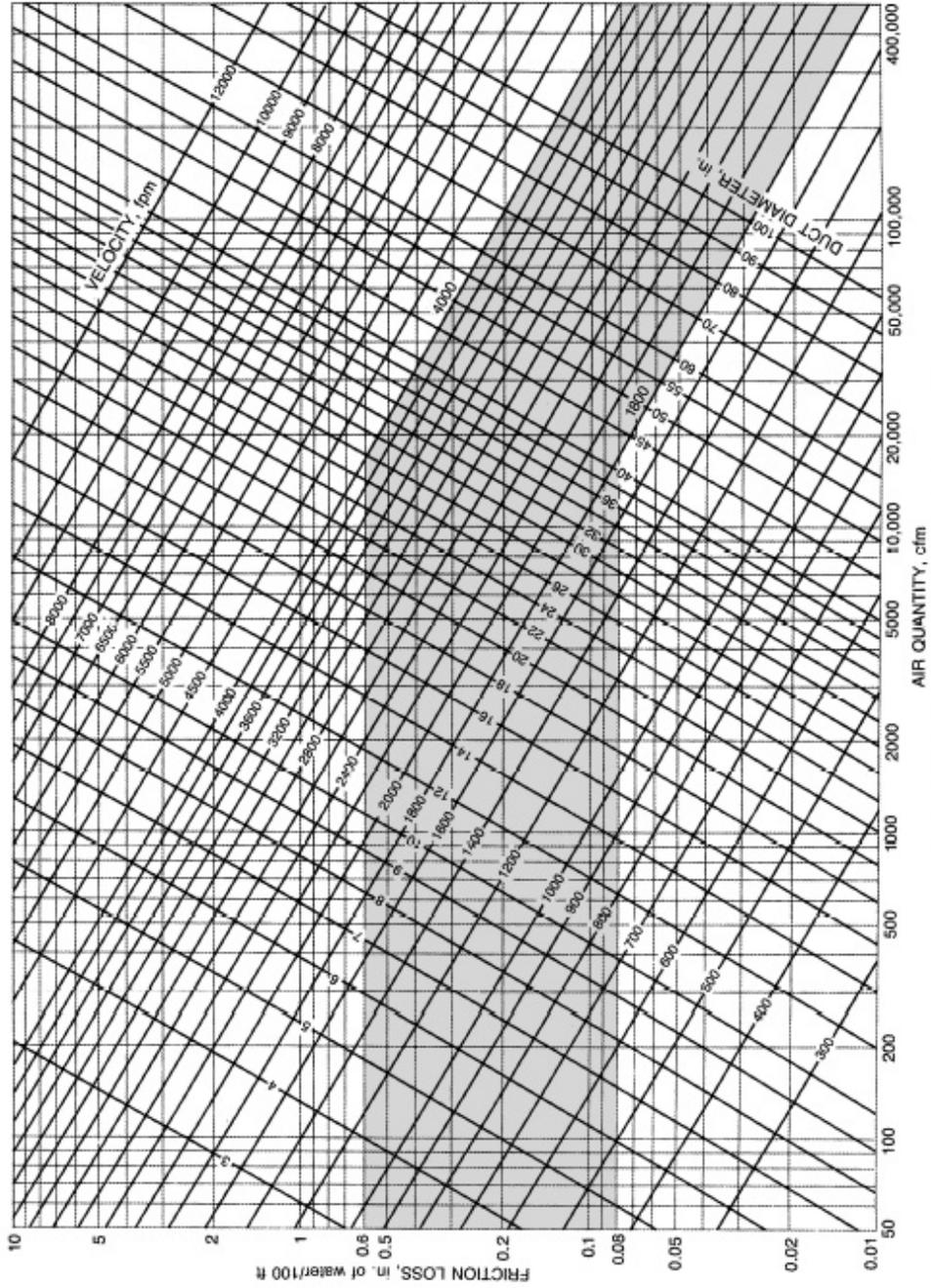
43466,26375 Btu/hr

3,622188646 tons de refrigeracion

carga latente

164287,7427 Btu/hr

13,69064522 tons de refrigeracion



Friction Chart for Round Duct ($\rho = 0.075 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$ and $e = 0.0003 \text{ ft}$)

BOMBAS DE AGUA

N°	DESCRIPCION	COMPORTAMIENTO			TUBERIA CONEXIÓN		MOTOR			FABRICANTE TIPO O SIMILAR	
		R.P.M.	PRESION TOTAL (PIES)	G.P.M. EFIC %	SUCC.	DESC.	HP	VOLTS	FASE		CICLO
BAH-1	Bomba Agua Helada	1750	160	930	8"	8"	75	480	3	60	B&G. VSC. 8x8x13
BAH-2	Bomba Agua Helada	1750	160	930	8"	8"	75	480	3	60	B&G. VSC. 8x8x13
BAH-3	Bomba Agua Helada	1750	155	320	5"	5"	25	480	3	60	B&G. VSC. 8x8x12
BAC-1	Bomba Agua condensada	1750	120	1200	8"	8"	50	480	3	60	B&G. VSC. 8x8x13
BAC-2	Bomba Agua condensada	1750	120	1200	8"	8"	50	480	3	60	B&G. VSC. 8x8x13
BAC-3	Bomba Agua condensada	1750	120	480	5"	5"	25	480	3	60	B&G. VSC. 8x8x12

Tuberia recta

Del manifold ubicado en sala de maquina ubicado nivel 1, hasta nivel 2

Diametro (")	Caudal (GPM)	HF(m/100)	L(m)	<i>hf</i>
8	946	1,411	29,5	0,416245
8	562	0,56	4,2	0,02352
8	548,6	0,49	7	0,0343
8	541,4	0,47	7	0,0329
6	517,1	1,7	33,5	0,5695
6	517,1	1,7	3	0,051

sube a Nivel 2

1,127465

Desde la entrada de la que viene del nivel 1, hasta el quirófano 1

Diametro (")	Caudal (GPM)	HF(m/100)	L(m)	<i>hf</i>
6	312	11,5	10	1,15
4	222	2,9	11	0,319
3	120	3,371	15	0,50565
2 1/2	70	3,624	15	0,5436
1 1/2	20	2,949	11	0,32439

2,84264

Para la bomba y el chiller

Dispositivo	Diametro (")	Cantidad	Caudal (GPM)	K	$C^2/2g(m)$	<i>hf</i>
Valvula de compuerta	6	6	930	0,12	0,4994	0,359568
Vavula check	6	1	930	1,5	0,4994	0,7491

1,108668

Accesorios

Del manifold ubicado en sala de maquina ubicado nivel 1, hasta nivel 2

Dispositivo	Diametro (")	Caudal (GPM)	K	$C^2/2g(m)$	hf
Codo 90°	8	946	0,42	0,1758	0,073836
Codo 90°	8	946	0,42	0,1758	0,073836
TEE	8	946	0,28	0,1758	0,049224
TEE	8	562	0,28	0,061	0,01708
TEE	8	548,6	0,28	0,057	0,01596
TEE	8	541,4	0,28	0,051	0,01428
Codo 45°	6	541,4	0,24	0,17	0,0408
Codo 45°	6	541,4	0,24	0,17	0,0408
					0,325816

Desde la entrada de la que viene del nivel 1, hasta el quirofano 1

Dispositivo	Diametro (")	Caudal (GPM)	K	$C^2/2g(m)$	hf
Codo 90°	6	312	0,45	1,1	0,495
TEE	6	312	0,28	1,1	0,308
TEE	4	222	0,34	0,1458	0,049572
TEE	4	147	0,34	0,065	0,0221
TEE	3	120	0,36	0,1285	0,04626
Codo 90°	3	93	0,54	0,0763	0,041202
TEE	3	93	0,36	0,0763	0,027468
Codo 45°	2 1/2	67	0,29	0,0928	0,107648
TEE	2 1/2	67	0,36	0,0928	0,033408
Codo 45°	2 1/2	47	0,29	0,0481	0,055796
TEE	2 1/2	47	0,36	0,0481	0,017316
Codo 45°	1 1/2	20	0,34	0,0471	0,064056
					1,267826

Total Perdidas $hf(m)$	13,34483
------------------------	----------

Perdidas en el Sistema		
Q(GPM)	hf (m)	+15%(m)
946	13	15

CASO 1 COVENIN

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	Medida	Cantidad	Coeficiente	Conduccion	Sensible Int.	LatenteInt.	Sensible Ext.	Latente Ext.
Techo exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior N	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior E	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior S	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior O	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Techo interior	m^2	68,4	0,13	2391,948	2391,948	0	0	0
Pared interior	m^2	61,3	0,46	7585,262	7585,262	0	0	0
Vidrio exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio interior	m^2	2,2	0,73	432,014	432,014	0	0	0
Puertas interiores	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
iluminacion	w/m^2	9,35672515	4,265	0	2729,6	0	0	0
Equipos	Btu/hr	9069	1	0	9069	9069	0	0
Personas	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
Aire fresco	PCM	1450	1,1 ó 0,68	0	0	0	39879,85866	100091,194
Suma					25729,214	11169	39879,85866	100091,194

Factores de seguridad:

1,1 Carga sensible interna
1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 40029,5854
Carga total Externa 139971,053

Carga Total	180000,638	Btu/hr
Carga Total	15,0000532	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	28302,1354	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	11727,45	Btu/hr	TBS=	95	°F	TBS=	48,5	°F
Sensible Externa	39879,85866	Btu/hr	TBH=	84	°F	TBH=	48	°F
Latente Externa	100091,1943	Btu/hr	h=	48	Btu/Lb	h=	19,5	Btu/Lb
Sensible Total	68181,99406	Btu/hr						
Latente Total	111818,6443	Btu/hr						

FCSi 0,707030441

FCS_t 0,378787512

Determinando flujo de aire suministro	
1213,251973	pcm
Determinando la tons de refrigeracion	
155599,5655	Btu/hr
12,96663046	tons de refig.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

Carga Sensible

33849,73005 Btu/hr

2,820810837 tons de refrigeracion

Carga Latente

121749,8355 Btu/hr

10,14581962 tons de refrigeracion

CASO 2 ASHRAE

Datos:	EXTERNA	INTERNA
TBS(°F)	95	70
TBH(°F)	84	59
W(gr/lb)	160	58,5
h(Btu/lb)	48	25,7

	Medida	Cantidad	Coeficiente	Conduccion	Sensible Int.	LatenteInt.	Sensible Ext.	Latente Ext.
Techo exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior N	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior E	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior S	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Pared exterior O	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Techo interior	m^2	50,0175	0,13	1749,111975	1749,111975	0	0	0
Pared interior	m^2	61,3	0,46	7585,262	7585,262	0	0	0
Vidrio exterior	m^2	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio interior	m^2	2,2	0,73	432,014	432,014	0	0	0
Puertas interiores	m^2	7	0,33	621,39	621,39	0	0	0
iluminacion	w/m^2	12,7955216	4,265	0	2729,6	0	0	0
Equipos	Btu/hr	9069	1	0	9069	9069	0	0
Personas	N°	10	290 ó 210	0	2900	2100	0	0
Aire fresco	PCM	2209	1,1 ó 0,68	0	0	0	60754,47217	152482,679
Suma					25086,37798	11169	60754,47217	152482,679

Factores de seguridad:

- 1,1 Carga sensible interna
- 1,05 Carga latente interna

Carga total Interna 39322,4658

Carga total Externa 213237,151

Carga Total	252559,617	Btu/hr
Carga Total	21,0466347	Tons

CALCULO DEL SERPENTIN

De la carta psicrometrica

Sensible Interna	27595,01577	Btu/hr	Entrada al serpentín			Salida del serpentín		
Latente Interna	11727,45	Btu/hr	TBS=	82,5	°F	TBS=	65	°F
Sensible Externa	60754,47217	Btu/hr	TBH=	73	°F	TBH=	57	°F
Latente Externa	152482,6789	Btu/hr	h=	37	Btu/Lb	h=	24,5	Btu/Lb
Sensible Total	88349,48795	Btu/hr						
Latente Total	164210,1289	Btu/hr						

FCSi 0,70176209

FCS_t 0,349816368

Determinando flujo de aire suministro	
5086,638852	pcm
Determinando la tons de refrigeracion	
286123,4354	Btu/hr
23,84361962	tons de refriger.

Determinando la carga sensible y latente del serpentín

Carga Sensible

27467,8498 Btu/hr

2,288987483 tons de refrigeracion

Carga Latente

258655,5856 Btu/hr

21,55463214 tons de refrigeracion