



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

"Diseño e Instalación del Sistema de Climatización y Ventilación
Mecánica del Hospital del Niño Francisco Ycaza Bustamante"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Examen Complexivo

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentado por:
José Daniel Rodríguez Valarezo

GUAYAQUIL - ECUADOR
Año: 2015

AGRADECIMIENTO

Declaro mi inmensa gratitud a Dios, por formar parte de mi vida en todo momento, a todos los profesores y personas que han servido de base para la realización de este proyecto, y mi especial gratitud al Ing. Eduardo Donoso por su apoyo incondicional e invaluable aporte a mi formación como profesional.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, por ser mi guía y apoyo en todo momento. A mis hermanas, a mis abuelos y a todas la personas que a lo largo de mi vida han sido el pilar fundamental para aprender de ellos sus valores y virtudes.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Francisco Silva León

Ing. Jorge Eduardo Donoso Pérez

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL” (Reglamento de Graduación de la ESPOL)

José Daniel Rodríguez Valarezo

RESUMEN

El clima de la ciudad de Guayaquil es un factor primordial para el diseño y construcción de edificios debido a la necesidad de tener un ambiente con condiciones controladas que creen la sensación de confort y calidad de aire necesarias dentro del mismo. La remodelación del hospital pediátrico “Francisco Ycaza Bustamante” trae consigo implementar un sistema de climatización y ventilación que pueda mantener condiciones de temperatura y humedad controladas, y que reemplace al sistema anterior con 30 años de uso y en el cual se ha adecuado sistemas de expansión directa u otros sistemas que no satisfacen la condiciones de renovación de aire para mantener las condiciones de asepsia necesarias en un centro de salud. Para el diseño y ejecución de este proyecto se usó las normas ASHRAE, Capítulos: 62.1 “Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”; y 170 “Ventilation of Health Care Facilities”. Seleccionando un sistema agua-agua. Se realizó una zonificación de cada área construida en la segunda etapa del proyecto de remodelación del hospital para el cálculo de la carga térmica, que abarca las zonas de emergencia, laboratorios de imágenes y clínicos, área de quemados, farmacia, morgue, etc, logrando climatizar un área de 4630 m², con una carga de enfriamiento de 415.5 TR mediante la selección e instalación de los componentes del sistema.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS	X
INDICE DE PLANOS	XI
INTRODUCCIÓN	1
1. Criterios de Diseño	3
1.1 Consideraciones Generales	3
1.1.1 Condiciones de Interiores y Exteriores	3
1.1.2 Características del edificio	4
1.2 Proceso de Diseño	6
1.3 Descripción del Sistema	7
1.3 Componentes del Sistema	8
2. Cálculo de Carga de Enfriamiento del Edificio	9
2.1 Fundamentos teóricos	9

2.1.1 Carga de Enfriamiento	9
2.1.2 Calor Sensible	10
2.1.3 Calor Latente	10
2.2 Condiciones de Diseño	10
2.2.1 Condiciones Exteriores e Interiores	10
2.2.2 Hora pico de diseño	11
2.3 Zonificación del edificio	11
2.4 Cálculo de Carga Térmica	12
2.4.1 Carga de Carga debida a parede y, losas	12
2.4.2 Calculo de Carga Térmica a través de Ventanas Exteriores	15
2.4.3 Calculo de Carga Térmica debida a Ventilación	16
2.4.4 Calculo de Carga Térmica debida a los ocupantes del recinto	17
2.5 Carga Térmica Total mediante el uso de Block Load v4.15	18
3. Selección de los componentes del Sistema de Climatización	21
3.1 Selección del Sistema de Climatización	21
3.1.1 Sistemas de Expansión Directa	21
3.1.2 Sistemas de Caudal Variable de Refrigerante	22
3.1.3 Sistemas de Agua Helada	22
3.2 Selección del Tipo de Enfriador de Agua	23

3.2.1	Enfriador de Agua Enfriado por Aire	23
3.2.2	Enfriador de Agua Enfriado por Agua	24
3.2.3	Parámetros de Selección del Enfriador de Agua	24
3.3	Selección de la Torre de Enfriamiento	26
3.3.1	Torres de Enfriamiento de Tiro Inducido	27
3.3.1	Torres de Enfriamiento de Tiro Forzado	27
3.3.2	Parámetros de Selección de la Torre de Enfriamiento	28
3.4	Selección de una Unidad Manejadora de Aire	29
3.4.1	Parámetros de Selección de UMAs	31
3.4.1.1	Caudal de agua de enfriamiento	31
3.4.1.2	Selección del serpentín de enfriamiento	31
3.4.1.3	Selección del ventilador	33
3.4	Selección del sistema de bombas	34
3.4.1	Parámetros de Selección de Bombas	34
4.	Diseño e instalación del Sistema de Agua Helada y Distribución de Aire	36
4.2	Diseño y especificación del sistema de distribución agua helada	36
4.2	Diseño y especificación del sistema de distribución de aire	40
4.3	Instalación de los sistemas	45

5. Análisis de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones	50
5.1 Análisis de Resultados	50
5.2 Conclusiones y Recomendaciones	52
APÉNDICE	54
APÉNDICE A	55
APÉNDICE B	56
APÉNDICE C	63
APÉNDICE D	75
APÉNDICE E	77
BIBLIOGRAFÍA	83
PLANOS	85

ABREVIATURAS

ASHRAE:	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
ARI:	Air Conditioning and Refrigeration Institute
SMACNA:	Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association
ASTM:	American Society for Testing Materials
BTU:	British Thermal Unit
TR:	Tonelada de Refrigeración
GPM:	Galón por Minuto
FPM:	Pie por Minuto
CFM:	Pie Cúbico por Minuto
HR:	Humedad Relativa
OA:	Aire Exterior
UMA:	Unidad Manejadora de Aire

SIMBOLOGÍA

in	Pulgada
ft	Pie
m:	Metro
ft ² :	Pie Cuadrado
m ² :	Metro Cuadrado
fps	Pie por segundo
°F:	Grado Fahrenheit
ρ :	Densidad del Agua
c_p :	Calor específico del Agua
ΔT :	Diferencia de Temperatura
\dot{m} :	Flujo másico
\dot{V} :	Caudal o Flujo Volumétrico
psi	Libra fuerza por pulgada cuadrado
kW	Kilovatio

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Zonas en las que se implementó el Sistema de Climatización	5
Figura 2.- Esquema de un Sistema de Agua Helada Circuito Cerrado [4]	7
Figura 3: Pantalla de Ingreso de Block Load ® v4.15	20
Figura 4: Torre de enfriamiento de tiro inducido	27
Figura 5: Torres de enfriamiento de tiro inducido y forzado.....	28
Figura 6: Varios tipos de UMAs: (a) Unidad Horizontal; (b) Unidad Vertical; (c) Unidad multizona	30
Figura 7: Componentes de la carga de enfriamiento del serpentín.....	32
Figura 8 Diagrama de caída de presión en tuberías de acero negro ASTM A53 Cédula 40 (Fuente: ASHRAE Handbook 1989 Fundamentals)	37
Figura 9: Junta de Expansión Ranurada.....	38
Figura 10: Esquema del Recorrido de Tubería para Planta Baja.....	40
Figura 11: Esquema del Recorrido de Ductos para un área del edificio	43
Figura 12: Montaje de tuberías de agua helada	46
Figura 13: Montaje de ductos	46
Figura 14: Enfriador de agua	47
Figura 15: Torres de enfriamiento.....	47
Figura 16: Sistema de Bombeo.....	48
Figura 17: Unidad Manejadora de Aire	48
Figura 18: Quirófano	49

INDICE DE TABLAS

Tabla I: Condiciones exteriores de Diseño [1]	3
Tabla II: Descripción de las áreas analizadas.....	6
Tabla III: Zonificación del edificio	11
Tabla IV: Características Típicas de Resistencia en Paredes Exteriores	13
Tabla V: Características Típicas de Resistencia en Losa	13
Tabla VI: Velocidades del agua basadas en el tipo de aplicación	37
Tabla VII: Velocidades recomendadas en ductos de baja velocidad	41
Tabla VIII: Calibre de lámina galvanizada para ductos de baja presión.....	44
Tabla IX: Calibre de lámina galvanizada para ductos de media presión.....	44
Tabla X: Parámetros de diseño para climatización de Centros de Salud [2]	55
Tabla XI: Resumen de Cálculo de Carga.....	56
Tabla XII: Datos Técnicos del Enfriador de Agua	64
Tabla XIII: Datos Técnicos de la Torre de Enfriamiento.....	65
Tabla XIV: Descripción de Unidades Manejadoras de Aire	66
Tabla XV: Características Técnicas de una Manejadora de Aire	68
Tabla XVI: Selección de Bombas.....	75
Tabla XVII: CFM Corregidos por Zona.....	77

INDICE DE PLANOS

PLANO 1	Implantación de Sala de Máquinas
PLANO 2	Corte de Sala de Máquinas
PLANO 3	Plano As-Built del Sistema de Climatización Planta Baja
PLANO 4	Plano As-Built del Sistema de Climatización Planta Alta 1
PLANO 5	Plano As-Built del Sistema de Climatización Planta Alta 2

INTRODUCCIÓN

El proyecto de remodelación del Hospital “Francisco Ycaza Bustamante” conlleva el realizar una mejora integral de todos los sistemas que conforman el edificio. Uno de los sistemas más importantes es el sistema de climatización y ventilación debido a que el correcto diseño e implementación del mismo mantendrá la condiciones de temperatura y humedad controladas así como la correcta renovación y tratamiento de aire necesarios para evitar la propagación de enfermedades dentro del edificio.

Para resolver el problema de seleccionar los equipos y sistemas adecuados para la climatización del hospital es necesario calcular la carga térmica que se requiere manejar teniendo como primer paso el basarse en planos arquitectónicos y detalles constructivos del edificio para poder zonificar el mismo y seleccionar los parámetros estándar para el cálculo. Se eligió un sistema de agua helada para climatizar las zonas de Emergencia, Laboratorios, Imagenología, Morgue, Farmacia, Área de Quemados, Quirófano, Cuidados Intensivos y Transito Neonatal debido a que es un sistema con alta confiabilidad, bajo costo de operación para la magnitud del proyecto y cuya aplicación se realiza en zonas especiales que requieren de condiciones controladas. Como principio básico a tomar en cuenta es el cálculo de la carga térmica sensible y latente dentro de cada zona debido a factores internos y externos mediante el uso del programa Block Load de Carrier ®.

Seguidamente se obtiene el caudal de aire necesario para mantener las condiciones de temperatura en cada zona así como las consideraciones expuestas en la Norma ASHRAE 170-2008 para las tasas de renovación de aire y relaciones de presión de cada zona con sus alrededores. De tal manera que se selecciona por cada zona un equipo que sea capaz de manejar el caudal de aire en las condiciones requeridas intercambiando calor con el agua helada enviada desde los chillers hasta cada unidad manejadora de aire. Este proceso de diseño e instalación se ha realizado para toda la etapa del proyecto dividiéndolo en sistemas y subsistemas que abarcan partes construidas y en etapa de construcción de las cuales el presente proyecto abarca el análisis e instalación del sistema de climatización de las zonas de la primera y segunda planta mencionadas antes y que se encuentran en funcionamiento actualmente.

CAPITULO I

1. Criterios de Diseño

El diseño del sistema de climatización del hospital está basado en los parámetros, condiciones de confort térmico, calidad y renovación de aire, ventilación y condiciones exteriores sugeridos por ASHRAE.

1.1 Consideraciones Generales

1.1.1 Condiciones de Interiores y Exteriores

Para el diseño del sistema de climatización y ventilación del edificio es necesario conocer las condiciones de temperatura y humedad interiores y exteriores en las que se encuentra el recinto a climatizar. Para la ciudad de Guayaquil tenemos:

Tabla I: Condiciones exteriores de Diseño [1]

PARÁMETROS EXTERIORES DE DISEÑO	
REGIÓN	AMÉRICA DEL SUR
UBICACIÓN	ECUADOR
CIUDAD	GUAYAQUIL
LATITUD	2° 19' SUR
LONGITUD	79°
ELEVACIÓN	29 Pies
TEMPERATURA BULBO SECO	92°F
TEMPERATURA BULBO HUMEDO	80°F
TEMPERATURA MINIMA	67°F
HUMEDAD RELATIVA	70%

- Condiciones Exteriores:

Temperatura de Bulbo seco: **92 °F**

Temperatura de Bulbo húmedo: **80 °F**

- Condiciones Interiores:

Temperatura de Bulbo seco: **75 °F**

Humedad Relativa: **50 %± 5%**

Nivel de filtrado: **Desde 30% ASHRAE a filtros HEPA 99.997% DOP**

Renovación de aire: **Normas ASHRAE 62.1, ASHRAE 170**

En el Apéndice A se encuentra la Tabla II con las especificaciones de los parámetros interiores de diseño para el diseño del sistema dentro de instalaciones hospitalarias.

1.1.2 Características del edificio

El primer paso para el diseño del sistema de climatización es conocer las zonas y características del. En la Figura 1 se muestra un esquema de las zonas a climatizar y en las cuales se basa el análisis de este proyecto:

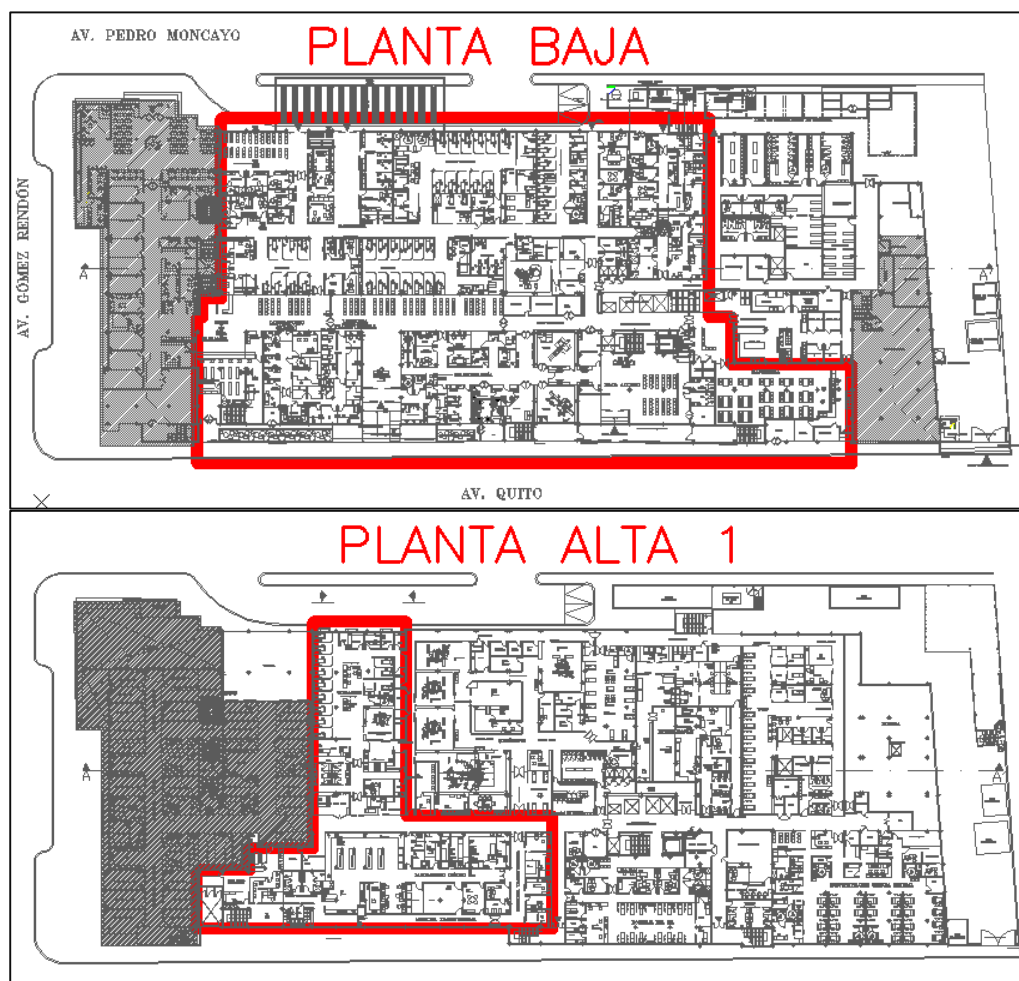


Figura 1.- Zonas en las que se implementó el Sistema de Climatización

Las áreas que funcionan en cada planta se describen en la Tabla III:

Tabla II: Descripción de las áreas analizadas

Planta	Descripción
PLANTA BAJA	Emergencia, Observación, Cirugía Menor, Quirófano de Emergencia, Farmacia, Laboratorio, Morgue, Cafetería, Lobby, Sala de Espera
PLANTA ALTA 1	Farmacia, Toma de Muestras, Laboratorio, Microbiología, Área de Quemados

1.2 Proceso de Diseño

Ya que se tienen los datos preliminares el proceso de diseño de un sistema de climatización requiere identificar las zonas a climatizar, realizar el cálculo de carga térmica para cada zona, seleccionar las unidades que produzcan las condiciones de aire requeridas y el sistema de circulación de refrigerante para estas unidades que para el caso de este proyecto será agua helada. Como última instancia se realiza el sistema de distribución de aire para cada zona seleccionando las rejillas, filtros, difusores y demás elementos que garanticen las condiciones de temperatura, calidad de aire y humedad requeridos.

1.3 Descripción del Sistema

Un sistema de climatización por agua helada está básicamente constituido por un enfriador de agua (chiller) del cual se bombea agua hasta los serpentines de las Unidades Manejadoras de Aire de donde esta agua intercambia calor con el aire que ingresa a la manejadora y se impulsa a través del serpentín por un ventilador, suministrando el aire a las diferentes zonas a la temperatura requerida. El aire puede ser retornado a la manejadora para evitar tratar aire exterior que está a temperatura más alta, o ser tomado en su totalidad del exterior para garantizar que el aire suministrado sea limpio y libre de contaminantes o virus o bacterias que puedan estar dentro del recinto climatizado. El agua que retorna al chiller vuelve a ser enfriada cerrando así el circuito [3]. La Figura 1.2 muestra un esquema del flujo del proceso:

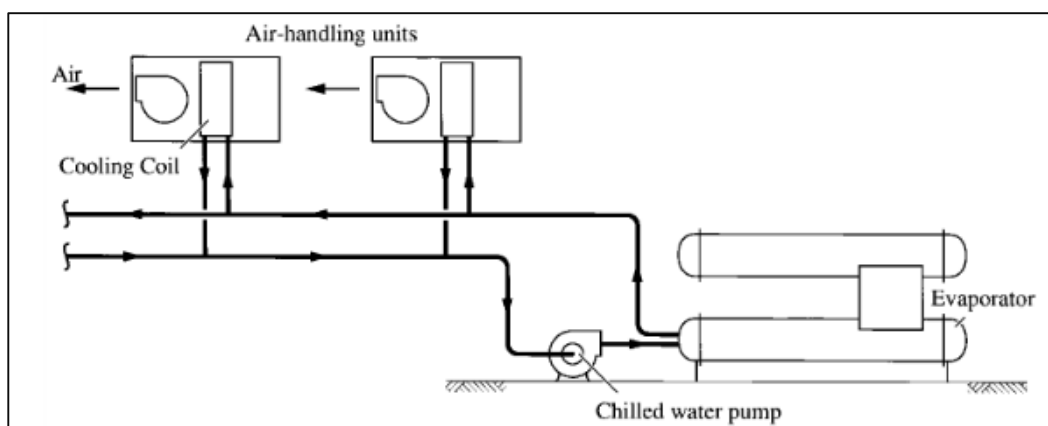


Figura 2.- Esquema de un Sistema de Agua Helada Circuito Cerrado [4]

Las ventajas de usar este sistema serán analizadas más adelante.

1.3 Componentes del Sistema

Este tipo de sistema se conforma básicamente de los siguientes equipos:

- Enfriador de Agua (Chiller)
- Torre de Enfriamiento
- Bombas
- U.M.As
- Sistema de Distribución de Aire (que consta de Ductos, Difusores, Rejillas, Filtros, etc.)

CAPÍTULO II

2. Cálculo de Carga de Enfriamiento del Edificio

Este capítulo trata el cálculo de la carga térmica de las zonas en donde se implementará el sistema mediante el uso de programa Block Load v4.15 de Carrier® [5]. Se analizan los parámetros de cálculo que deben tomarse en cuenta para este tipo de cálculos y los valores típicos propuestos por ASHRAE [6].

2.1 Fundamentos teóricos

2.1.1 Carga de Enfriamiento

Es la carga térmica producida debido a la ganancia de calor producida por cargas internas y externas relacionados con la ocupación analizada. Estas suelen ser:

Cargas externas:

- Conducción de calor por paredes, techos, ventanas, etc.
- Calor transmitido por radiación solar
- Infiltraciones de aire exterior por puertas y ventanas

Cargas Internas:

- Producida por los ocupantes del local
- Luces eléctricas, equipos y otros.

De estas cargas se pueden diferenciar carga sensible y latente, ambas aportan aumento de temperatura pero la carga latente además aumenta la humedad del sitio. De tal manera que la carga total que será removida es la suma de las cargas sensibles y latentes.

2.1.2 Calor Sensible

Es el calor añadido al recinto por conducción, convección y radiación que provocan un aumento de la temperatura ambiente.

2.1.3 Calor Latente

Es el calor que añade humedad al ambiente, puede ser producido por los ocupantes, por infiltraciones de aire exterior a diferente humedad.

2.2 Condiciones de Diseño

2.2.1 Condiciones Exteriores e Interiores

Estas fueron presentadas en el Capítulo 1, y se toman los valores referenciales mostrados en la Tabla del Apéndice 1 para cada una de las zonas del hospital.

2.2.2 Hora pico de diseño

Se define esta como la hora específica de una fecha del año en la que todas las cargas parciales debidas a los diferentes factores suman la mayor carga. Generalmente para la ciudad de Guayaquil esta hora puede entre las 10h00 a 15h00 entre los meses de febrero y marzo, este análisis lo realiza Block Load para cada cálculo.

2.3 Zonificación del edificio

Como ya se había comentado antes, realizar la zonificación del edificio facilita el cálculo de la carga y da la ventaja de tener sistemas independientes para cada zona, teniendo un tratamiento de aire diferente para cada una. En la siguiente tabla se especifica la zonificación asignando una UMA a cada zona:

Tabla III: Zonificación del edificio

Planta	Área	Equipo
PLANTA BAJA	Emergencia - Espera	UMA-PB-4
	Emergencia - Observación	UMA-PB-5
	Emergencia - Colocación de Yesos, Cirugía Menor	UMA-PB-6
	Emergencia - Corredor	UMA-PB-7
	Quirófano Emergencia - Recuperación	UMA-PB-8
	Emergencia - Cuarto Crítico	UMA-PB-8A
	Hall Espera	UMA-PB-9

	Farmacia Planta Baja	UMA-PB-10
	Laboratorio Clínico - Medicina Transfucional	UMA-PB-11
	Imagenología	UMA-PB-12
	Morgue	UMA-PB-13
	Corredor Tránsito	UMA-PB-14
	Lobby Hospitalización	UMA-PB-15
	Cafetería	UMA-PB-16
	Cuarto Equipos - Resonancia Magnética	DTA-10
	Cafetería	FC-48
	Cuarto de Racks	FC-36
	Cuarto de Monitoreo	FC-24
PLANTA ALTA 1	Farmacia Planta Alta	UMA-P1-4
	Toma de Muestra - Laboratorio	UMA-P1-5
	Laboratorio Clínico - Corredor - Medicina Transfucional	UMA-P1-6
	Medicina Transfucional	UMA-P1-6A
	Corredor Farmacia y Laboratorios	UMA-P1-7
	Microbiología - Tuberculosis	UMA-P1-18Q
	Área de Quemados	UMA-P1-22

2.4 Cálculo de Carga Térmica

Para realizar el cálculo de carga se debe calcular cuales son las cargas que aporta el ambiente exterior e interiormente.

2.4.1 Carga de Carga debida a pared y, losas

Para realizar el cálculo se debe conocer las características de las paredes, esto nos dará un valor de resistencia térmica R que es inversamente proporcional a U (Coeficiente de Transferencia de calor). En la Tabla IV se muestra las características típicas con los valores de Resistencia dados

por ASHRAE para paredes exteriores y en la Tabla V para losas típicas:

Tabla IV: Características Típicas de Resistencia en Paredes Exteriores

CARACTERÍSTICAS DE PAREDES EXTERNAS					
Color de la superficie externa		medio	Absortividad		0.675
Capas de adentro hacia afuera	Espesor	Densidad	Calor esp	R-Value	Peso
	in	lb/ft ³	BTU/lb/°F	hr-ft ³ -°F/BTU	lb/ft ²
Resistencia superficie interna	0	0	0	0.6850	0
Enlucido interno	0.5	40	0.2	0.4167	1.7
Bloque de concreto	4	61	0.2	0.7092	20.3
Enlucido externo	0.5	40	0.2	0.4167	1.7
Resistencia superficie externa	0	0	0	0.3330	0
Total	5			2.5606	23.7
			Valor Total U	0.391	BTU/(hr-ft ² -°F)

Tabla V: Características Típicas de Resistencia en Losa

CARACTERÍSTICAS DE LA LOSA					
Color de la superficie externa		medio	Absortividad		0.675
Capas: de adentro hacia afuera	Espesor	Densidad	Calor esp	R-Value	Peso
	in	lb/ft ³	BTU/lb/°F	hr-ft ³ -°F/BTU	lb/ft ²
Resistencia superficie int	0	0	0	0.6850	0
Steel deck, calibre 22	0.034	489	0.12	0.0001	1.4
Armado de losa	0.375	70	0.35	0.3325	2.2
Bloque de concreto 8"	8	61	0.2	1.1111	40.7
Enlucido	1	116	0.2	0.1998	9.7

Resistencia superficie ext	0	0	0	0.3330	0
Total	9.409			2.6615	54
		Valor Total U		0.376	BTU/hr -ft ² °F

Cabe recalcar que estos valores pueden diferir según las características proporcionadas por la arquitectura del edificio. Este factor U sirve para calcular la ganancia de ganancia solar mediante la ecuación 2.1:

$$C_{CP} = UA\Delta T_e \quad (2.1)$$

Donde:

C_{CP} : Carga Térmica debido a Superficies Exteriores

U: Coeficiente de Transferencia de Calor

ΔT_e : Diferencia de Temperatura Equivalente

A: Área de la Superficie Expuesta

ΔT_e toma en cuenta los factores de orientación, latitud, y condiciones exteriores del edificio. Este calculo aplica de igual manera para las losas.

2.4.2 Calculo de Carga Térmica a través de Ventanas Exteriores

- Calculo de Carga Térmica debido a Radiación a través de los Vidrios

Esta carga se calcula mediante la ecuación 2.2:

$$C_{RV} = G_v \times F_s \times F_a \times A \quad (2.2)$$

Donde:

C_{RV} : Carga de Enfriamiento debida a Radiación a través del Vidrio

G_v : Máxima Ganancia de Calor

F_s : Factor de Sombra del Vidrio

F_a : Factor de Almacenamiento

A : Área de Visión

- Calculo de Carga Térmica debido a Conducción a través de los Vidrios

Esta carga se calcula mediante la ecuación 2.3:

$$C_{CV} = U \times F_a \times A \quad (2.3)$$

Donde:

C_{CV} : Carga Térmica debida a Conducción a través del Vidrio

U : Coeficiente de Transmisión de Calor del vidrio

F_a : Factor de Almacenamiento

A: Área de Visión

2.4.3 Calculo de Carga Térmica debida a Ventilación

Esta carga esta compuesta por carga sensible y carga latente que se calculan con las ecuaciones:

$$C_{SV} = CFM \times \rho \times (C_{pa} + C_{pw} \times W_t) \times \Delta T \times 60 \quad (2.4)$$

C_{SV} : Carga Térmica Sensible debida a Ventilación

CFM: Caudal de Aire suministrado de acuerdo al número de personas en el área en ft³/min

C_{pa} : Calor especifico del Aire Seco

C_{pw} : Calor especifico del Vapor de Agua

W_t : Razón de Humedad

ΔT : Diferencia de temperatura externa e interna

$$C_{LV} = CFM \times \Delta E \times \Delta W_t \times 60 \quad (2.5)$$

C_{LV} : Carga Térmica Latente debida a Ventilación

CFM: Caudal de Aire suministrado de acuerdo al número de personas en el área en ft³/min

ΔW_t : Diferencia de la Razón de Humedad

ΔE : Diferencia de Energía contenida en el Aire

2.4.4 Calculo de Carga Térmica debida a los ocupantes del recinto

Al igual que la carga anterior, se calcula la carga sensible y latente con las ecuación (2.6) y (2.7)

$$C_{SP} = N \times G_s \times F_d \times F_a \quad (2.6)$$

$$C_{LP} = N \times G_L \times F_d \quad (2.7)$$

Donde:

C_{SP} : Carga Térmica Sensible debida a ocupantes

C_{LP} : Carga Térmica Sensible debida a ocupantes

N : Número de personas

G_s : Ganancia sensible de calor por persona

G_L : Ganancia latente de calor por persona

F_a : Factor de Almacenamiento de Carga por Persona

F_d : Factor de Diversidad para personas

2.4.1 Calculo de Carga Térmica debida a luces

Esta Carga Térmica se calcula mediante las ecuaciones (2.8) y (2.9), es importante mencionar que los coeficientes de la ecuación (2.8) se han añadido siguiendo la recomendación del Handbook de ASHRAE para luces de tipo Fluorescente.

$$G_F = Watts\ Totales \times 1.25 \times 3.4 \quad (2.8)$$

$$C_L = G_F \times F_d \times F_a \quad (2.9)$$

Donde:

C_L : Carga de Térmica debida a luces eléctricas

G_F : Ganancia sensible de calor por persona

F_a : Factor de Almacenamiento de Carga por Luces

F_d : Factor de Diversidad para luces

2.5 Carga Térmica Total mediante el uso de Block Load v4.15

Una vez calculados todos los valores de carga térmica se procede a calcular el total de carga por el método de balance térmico que es sumar todos los calores obtenidos sensibles y latentes tanto interiores como exteriores.

Debido a que la carga debe calcularse para cada hora solar en los diferentes meses del año. El cálculo de las cargas para este proyecto se realizó usando Block Load v4.15 de Carrier®, el cual realiza automáticamente el análisis en base a las características que debemos ingresar como:

- Características constructivas de paredes y losas
- Cantidad de puertas y ventanas con sus dimensiones y características

- Cantidad de Ocupantes
- Ganancias de Calor por debida a luces y equipamiento por unidad de área
- Áreas de pisos, paredes y losas

Estos parámetros mencionados se encuentran en la tabla adjunta del Apéndice A.

El funcionamiento de este programa es básicamente crear sistemas o zonas a climatizar por cada equipo que se vaya a instalar y, añadir las áreas que conforman esta zona con las características ya mencionadas. La Figura 1 muestra la pantalla de funcionamiento del programa:

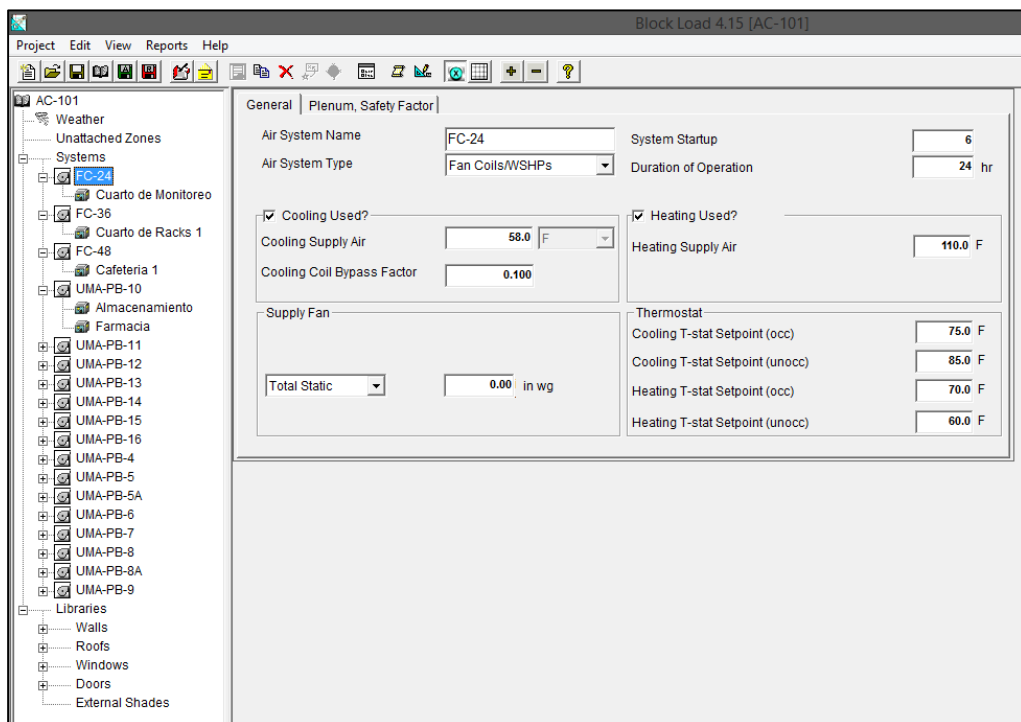


Figura 3: Pantalla de Ingreso de Block Load® v4.15

El resumen de los cálculos de carga para este proyecto se encuentran en el Apéndice B , teniendo como total 4' 986 420 BTU/hr (415.5 TR).

CAPÍTULO III

3. Selección de los componentes del Sistema de Climatización

Este capítulo abarca la explicación de la selección del sistema de climatización y sus diferentes componentes, la distribución de agua helada a las Unidades Manejadoras de Aire y el análisis

3.1 Selección del Sistema de Climatización

3.1.1 Sistemas de Expansión Directa

Los sistemas de Expansión Directa son muy populares debido a su instalación e inversión inicial además de ser de fácil mantenimiento pero tienen la desventaja de no contar con una renovación de aire adecuada para los propósitos de este proyecto además de poseer el riesgo de fugas de refrigerante que pueden causar problemas debido a que los refrigerantes desplazan el oxígeno circundante, creando inconvenientes en áreas donde se necesita un correcto tratamiento del aire como quirófanos, unidad de quemados, sitios de aislamiento, etc. Por otro lado el consumo energético sería muy elevado debido

a la cantidad de refrigerante que se debe circular por el sistema.

3.1.2 Sistemas de Caudal Variable de Refrigerante

Este tipo de sistemas poseen la ventaja de tener un consumo energético más eficiente y manejar una menor cantidad de refrigerante, puede también tener unidades de disipación de calor ubicadas en un mismo sitio para realizar una distribución de tuberías hasta las unidades evaporadoras de manera más centralizada; sin embargo presenta los mismos inconvenientes mencionados en el sistema de expansión directa.

3.1.3 Sistemas de Agua Helada

Este tipo de sistema resulta muy conveniente cuando el fin es climatizar edificios donde el tratamiento de aire es un factor crítico debido a que cada zona posee su propio tratamiento de aire según se requiera además de tener un sitio centralizado donde se realiza la producción de agua helada como refrigerante que no contaminaría las zonas climatizadas. El consumo energético de este tipo de sistemas puede ser adecuado con la correcta selección de un sistema de control que permita optimizar el uso de energía cuando las cargas de enfriamiento son bajas. Como desventaja principal de este tipo

de sistemas es su inversión inicial e instalación así como los trabajos de mantenimiento que se deban realizar a largo plazo.

Por las ventajas y desventajas antes expuestas para cada sistema se optó un sistema de agua helada principalmente porque cumple con el requerimiento de una correcta renovación y asepsia del aire, además de una mayor durabilidad con los mantenimientos adecuados.

3.2 Selección del Tipo de Enfriador de Agua

Un enfriador de agua es un intercambiador de calor cuyo propósito es mantener una temperatura de entrada del agua a las UMAs y rechazar el calor transportado por el agua a la salida de estas al ambiente. Constan básicamente de un compresor, evaporador y condensador.

3.2.1 Enfriador de Agua Enfriado por Aire

Este tipo de enfriadores suelen ser usados para sistemas en las que las cargas de enfriamiento sean bajas debido a que al ser el aire el medio de disipación de calor se necesita de mayor cantidad de ventiladores que fuercen el flujo de aire en el condensador, incrementando el costo de operación, los niveles de ruido y el tamaño del equipo. La principal ventaja es que no necesita de otras instalaciones y equipos adicionales como torres de enfriamiento.

3.2.2 Enfriador de Agua Enfriado por Agua

Este tipo de enfriador cuenta con un condensador que usa como medio de disipación de calor agua por lo que puede manejar mayores cargas, es más compacto, generar menor nivel de ruido y su eficiencia es mucho mayor que un chiller enfriado por aire. La desventaja de este equipo radica en que su inversión es más alta y se necesita instalar un sistema de bombeo para circular el agua de condensación hasta la torre de enfriamiento. Además de un sistema de bombeo adicional para reposición del agua evaporada en la torre.

Analizando las características de cada equipo se optó por el enfriador de agua enfriado por agua debido a que se debe manejar una carga de 415 TR para climatizar las zonas mencionadas en el proyecto.

3.2.3 Parámetros de Selección del Enfriador de Agua

Básicamente el chiller se selecciona conociendo la carga térmica, de aquí se obtiene el caudal de agua helada que este puede producir en base a la siguiente deducción:

$$\dot{Q} = \dot{m}c_p\Delta T \quad (3.1)$$

$$\dot{m} = \rho\dot{V} \quad (3.2)$$

Donde:

\dot{Q} : Tasa de ganancia de calor

\dot{m} : Flujo másico

\dot{V} : Flujo volumétrico o caudal

c_p : Calor específico del agua

ρ : Densidad del agua

ΔT : Diferencia de Temperatura

La norma ARI-550/590 especifica que las condiciones a la entrada y salida a plena carga para este tipo de chillers son:

- Evaporador: Temperatura de salida del agua 44°F (6.7°C) y temperatura de entrada del agua 54°F (12.2°C).
- Condensador: Temperatura de salida del agua 85°F (29.4°C) y temperatura de entrada del agua 95°F (35°C)

De esto tenemos que la diferencia de temperatura es 10°F, las propiedades del agua a la temperatura promedio son $c_p =$

$1 \frac{BTU}{lbm} ^\circ F$ y $\rho = 62.4 \text{ lbm}/ft^3$ de tal manera que al realizar la

conversión de unidades adecuada tenemos que:

$$GPM = 2.4 TR \quad (3.3)$$

Donde:

GPM: Caudal de agua helada

TR: Toneladas de Refrigeración

El estándar ARI también establece el caudal para el agua de condensación como:

$$GPM = 3 TR \quad (3.4)$$

Debido a que la carga analizada es la carga pico, se opta por seleccionar dos enfriadores de menor capacidad dispuestos en paralelo. Se debe mencionar además que el alcance de este proyecto cubre las zonas indicadas en el Capítulo I y que no se ha tomado en cuenta las zonas que están en fase de construcción por lo que la carga total del edificio será más grande. La elección para el diseño total del sistema es de tres enfriadores de 350 TR, el funcionamiento del sistema hasta esta fase de construcción del edificio se analizará más adelante. Los datos técnicos del equipo se encuentran en el Apéndice C.

3.3 Selección de la Torre de Enfriamiento

Comercialmente existen dos tipos de torres de enfriamiento que se usan para grandes cargas térmicas, estas se explican a continuación.

3.3.1 Torres de Enfriamiento de Tiro Inducido

Como se muestra en la Figura 3, este tipo de torre induce una corriente de aire en contraflujo con el aire que ingresa lateralmente. Las más usadas son las torres de tiro inducido de doble flujo. Existen en circuito abierto y cerrado, presentando el problema las primeras de instalar un sistema de tratamiento de agua además de reponer el agua perdida por evaporación que está en el orden de 1-2% por cada 6-7°C.

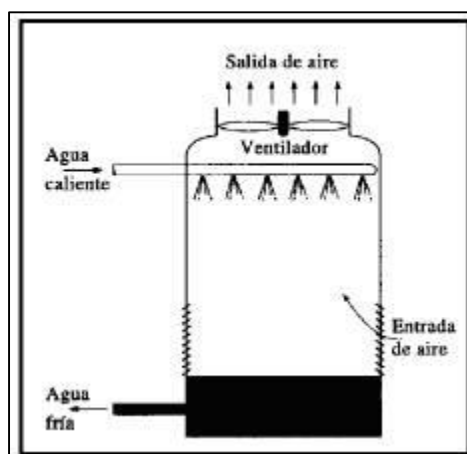


Figura 4: Torre de enfriamiento de tiro inducido

3.3.1 Torres de Enfriamiento de Tiro Forzado

En este tipo de torre el flujo de aire es forzado por un ventilador a la entrada de la torre como se muestra en la Figura 4:

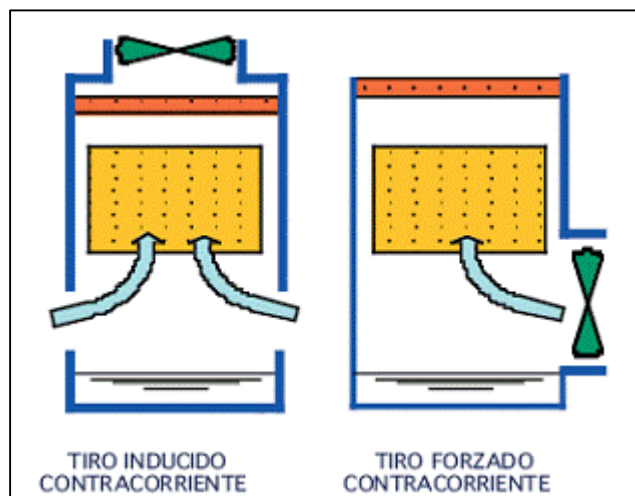


Figura 5: Torres de enfriamiento de tiro inducido y forzado

El tiempo de contacto del aire y el agua en este tipo de torre es menor y por lo tanto su eficiencia será más baja.

Para este proyecto se optó por escoger el tipo de torre de tiro inducido de doble flujo por ser comercialmente más recomendada aunque también se debió tomar en cuenta la instalación del sistema de tratamiento de agua que no se analizará en el presente proyecto. Los datos técnicos del equipo

3.3.2 Parámetros de Selección de la Torre de Enfriamiento

El parámetro principal para la selección de la torre se basa en el caudal de agua que va a manejar relacionado con la carga térmica como se mencionó en la Ecuación 3.4

$$GPM = 3 TR \quad (3.4)$$

Para el diseño completo del proyecto como se mencionó antes, se eligieron tres chillers de 350 TR, por lo que cada torre deberá manejar un caudal de 1050 gpm. El calor que expulsa la torre de enfriamiento se puede calcular mediante la ecuación empírica (3.5):

$$\text{Carga de Calor } \left(\frac{BTU}{\text{min}}\right) = 8.33 \times GPM \times \Delta T(^{\circ}F) \quad (3.5)$$

3.4 Selección de una Unidad Manejadora de Aire

Una manejadora es una unidad compuesta por varios módulos como se indica en la Figura 5:

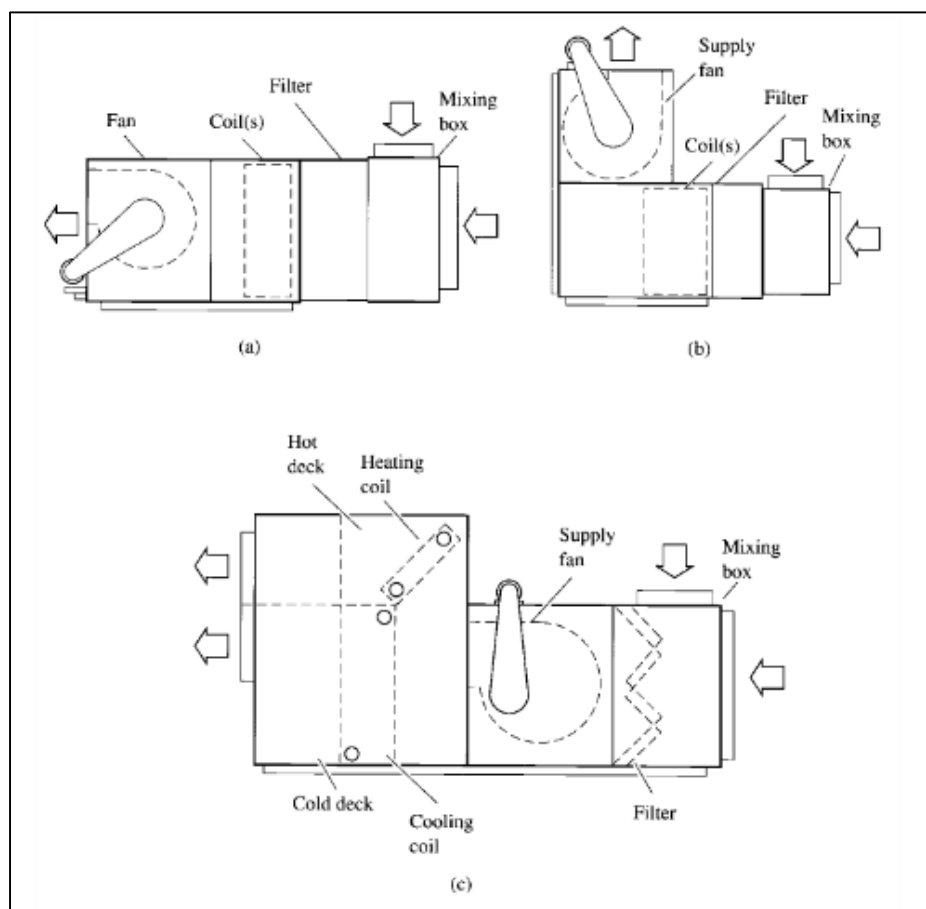


Figura 6: Varios tipos de UMAs: (a) Unidad Horizontal; (b) Unidad Vertical; (c) Unidad multizona

Los componentes principales de esta son la caja de mezcla, serpentín de enfriamiento, serpentín de calentamiento, ventilador, caja de filtros, etc. Los módulos con los que conste la manejadora dependerán de las necesidades de cada zona según la calidad y condiciones de temperatura y humedad requeridas.

3.4.1 Parámetros de Selección de UMAs

3.4.1.1 Caudal de agua de enfriamiento

Como una manejadora de aire necesita agua de enfriamiento, el caudal del agua helada requerido se calcula mediante la ecuación (3.3) multiplicando las TR por el factor 2.4. Las condiciones de entrada y salida del agua serán de igual manera 44 y 54°F respectivamente.

3.4.1.2 Selección del serpentín de enfriamiento

Es importante mencionar que existen zonas del edificio en las que el porcentaje aire de retorno a la unidad manejadora no será 100% por lo que el aire de reposición exterior añadirá carga extra al serpentín. Los componentes de la carga de enfriamiento del serpentín se muestran en la Figura 6:

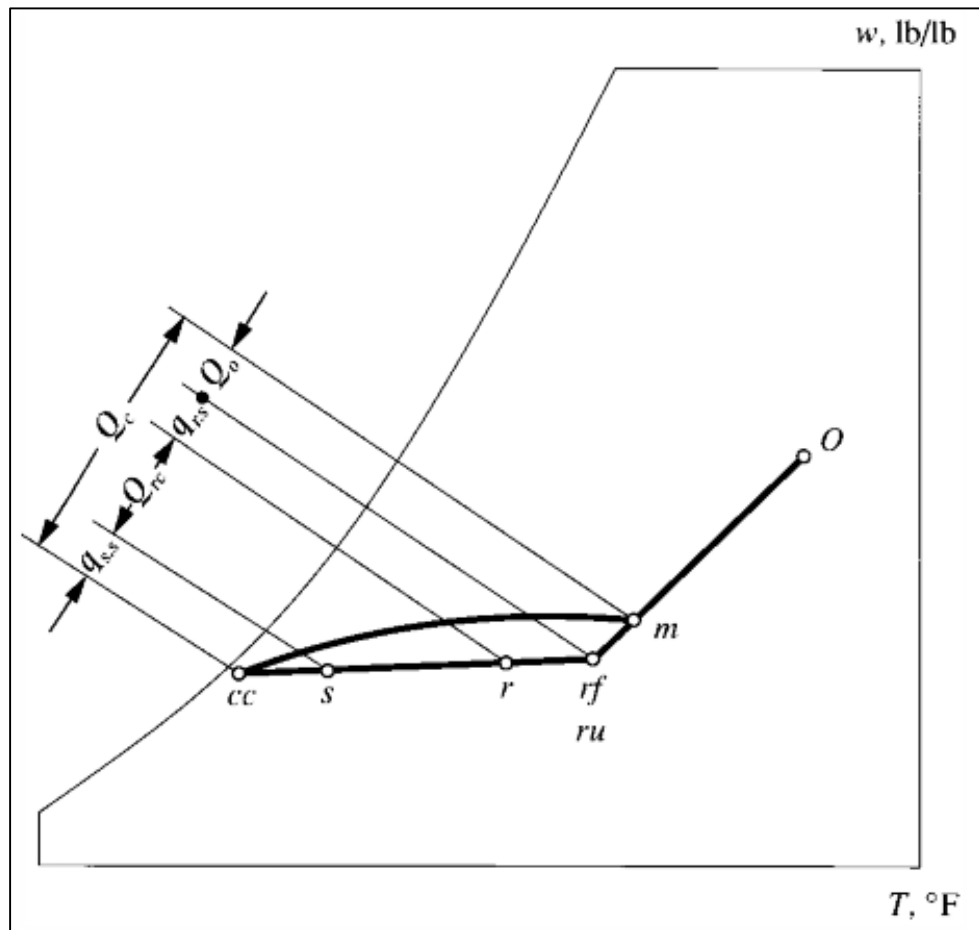


Figura 7: Componentes de la carga de enfriamiento del serpentín

Q_{rc} : es la carga térmica de la zona

q_{ss} : es la ganancia de calor debida al ventilador y ganancias en los ductos de suministro

q_{rs} : es la ganancia de calor debida al ventilador de retorno si existiese y ganancias en los ductos de retorno

Q_o : es la ganancia de calor sensible y latente debida a tasas de ventilación exteriores

El ciclo se analiza despreciando las ganancias de calor debidas a los alrededores del serpentín. Este ciclo consta de un proceso adiabático de mezclado $O-m-rf$; un proceso de deshumidificación y enfriado $m-cc$; un proceso de calentamiento debido suministro de aire $cc-s$; el proceso de acondicionamiento de aire en el recinto $r-s$; y el proceso de ganancia de calor debida al retorno de aire. El punto O indica las condiciones de aire exterior y m las condiciones del aire en la caja de mezcla. [6]

Se deberá tomar en cuenta que la velocidad máxima para selección del serpentín es de 500 FPM, de esta manera podremos encontrar el área del serpentín y elegir el tamaño estándar del fabricante.

3.4.1.3 Selección del ventilador

La capacidad del ventilador será seleccionada dependiendo de las caídas de presión de los ductos de suministro y retorno, filtros serpentines, caja de mezcla, serpentines de calentamiento, etc.

La selección final de las UMAs y su configuración se muestra en el Apéndice C.

3.4 Selección del sistema de bombas

El distribución de agua helada se realiza por medio de un circuito primario de cuatro bombas centrífugas de 840 gpm dispuestas en paralelo conectadas a un multiple de admisión que distribuye el caudal al circuito secundario compuesto por seis bombas centrífugas (cuatro de estas de 670 gpm y dos de 600 gpm) que alimentarán tres sistemas de distribución de agua helada, uno para la planta baja, el segundo para la planta alta y el tercero para el resto de etapas del hospital que serían el resto de plantas en fase de construcción. Estas seis bombas están dispuestas para que una de ellas esté en stand-by para alternar el uso de estas.

Por último se usaron tres bombas de 1050gpm para el agua de enfriamiento en las torres.

La disposición en paralelo de las bombas permite que puedan trabajar con cargas parciales teniendo un sistema de control adecuado.

3.4.1 Parámetros de Selección de Bombas

Para la selección de las bombas es necesario conocer el caudal de estas y las pérdidas por fricción en los recorridos de tubería, accesorios, serpentines de enfriamiento, torres y chillers. El método a usarse para este propósito es buscar la ruta crítica de tubería, es decir el punto más alejado desde donde se realiza el

bombeo de tal manera que se obtenga la potencia necesaria mediante la ecuación (3.6):

$$HP = \frac{GPM \times H_f}{\eta \times 3960} \quad (3.6)$$

Donde:

GPM: Caudal total de la bomba

H_f: Cabezal máximo

η: Eficiencia de la Bomba

La selección de los equipos se muestra en el Apéndice D..

CAPÍTULO IV

4. Diseño e instalación del Sistema de Agua Helada y Distribución de Aire

Este capítulo trata sobre el dimensionamiento de los sistemas de distribución de agua a los equipos, dimensionamiento de ductos, difusores y rejillas y su distribución en el edificio, así como la especificación de la instalación del sistema una vez seleccionados los equipos.

4.2 Diseño y especificación del sistema de distribución agua helada

Para el dimensionamiento de la tubería se debe tomar en cuenta tres factores principales:

- Velocidad máxima en la tubería: 8 fps
- Caida de Presión Máxima: 8ft /100ft
- Caudal de agua en tuberías

Estos valores se han seleccionado considerando las recomendaciones expuestas en la Tabla VI:

Tabla VI: Velocidades del agua basadas en el tipo de aplicación

Tipo de Servicio	Velocidad, m/seg	Referencia
Servicio General	1.2 a 3.0	a, d, c
Distribución en la Ciudad	0.9 a 2.1	a, b
	0.6 a 1.5	c
Alimentación de calderos	1.8 a 4.6	a, c
Succión de Bombas en líneas de drenajes	1.2 a 2.1	a, b
<i>a Cranes co. (1976)</i>	<i>b Carrier (1960)</i>	<i>c Grinnell Company (1951)</i>

Traducido de Fuente: Manual ASHRAE Fundamentals

Por su uso comercial se usa tubería de hierro negro sin costura ASTM A53 Grado A, Cédula 40, con una presión máxima de trabajo de 150 psi y peso estándar. Mediante el uso de la Figura 7 podemos dimensionar el diámetro de tubería ingresando el caudal y velocidad, tomando en cuenta la caída de presión máxima.

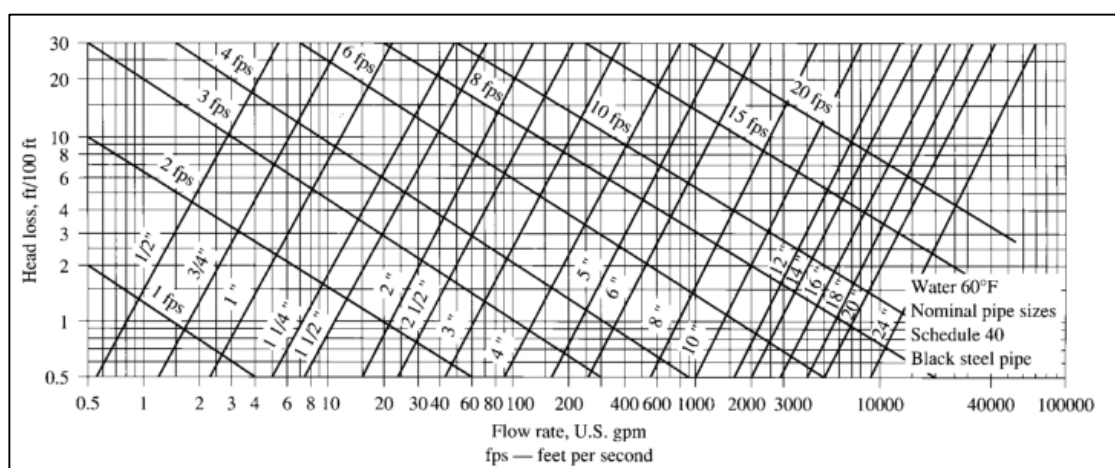


Figura 8 Diagrama de caída de presión en tuberías de acero negro ASTM A53 Cédula 40 (Fuente: ASHRAE Handbook 1989 Fundamentals)

Unión de tuberías

La unión entre tuberías y accesorios se realiza con juntas de expansión ranuradas de caucho tipo Victaulic ®. Estas juntas pueden absorber las contracciones o expansiones a lo largo de los tramos de tubería además de absorber vibraciones que se puedan dar dentro de la tubería. La Figura 8 muestra una junta de este tipo:

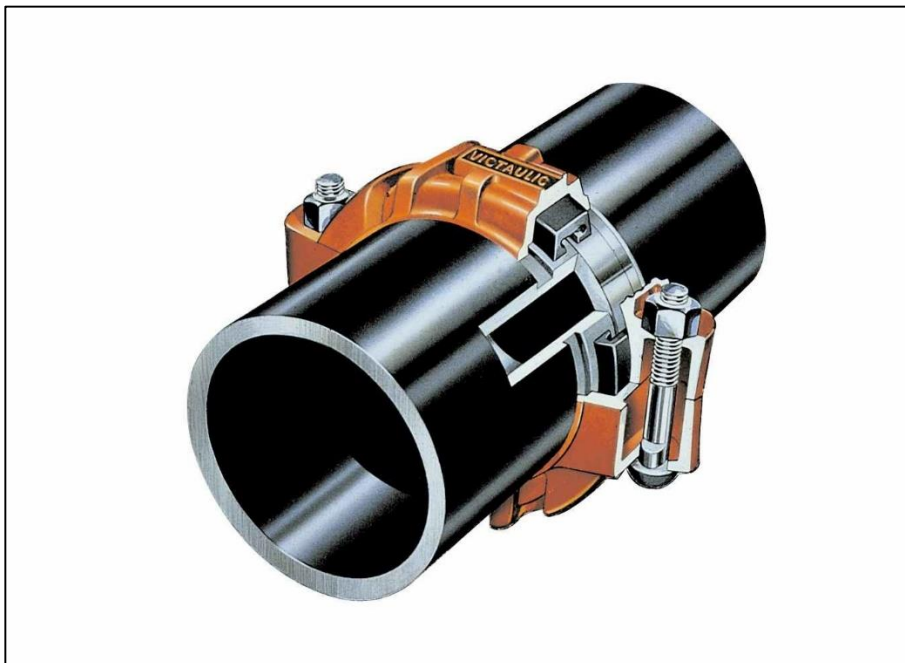


Figura 9: Junta de Expansión Ranurada

Accesorios

Las válvulas, reducciones, codos y tees instaladas en el recorrido con diámetros mayores a 2 in. son de tipo ranuradas empleando las uniones antes mencionadas, caso contrario serán roscadas. Todos los accesorios tienen una presión máxima de trabajo de 150 psi.

Soportes

Los tramos horizontales de tubería se suspenden directamente desde la losa usando varillas roscadas de acero galvanizado y tacos de expansión. Los soportes de piso se usarán para soportar la carga desde abajo.

Aislamiento de Tubería

Toda la tubería y accesorios de agua de enfriamiento serán aisladas para evitar pérdidas térmicas y evitar la condensación fuera de la tubería que pueda ocasionar daños dentro del edificio. El aislamiento será de poliuretano expandido fundido en el sitio revestido con una camisa de aluminio para protección. Los espesores serán de 2 in. para tuberías de 1 ½ a 2 in. y de 2 ½ in. para tuberías de diámetro mayor.

El routing de tubería se realizó tomando en cuenta las zonas dispuestas por la arquitectura para la ubicación de UMAs y trazando el recorrido de tubería evitando que este pase por zonas críticas como quirófanos y tratando de realizarlo por zonas como corredores tratando de evitar cambios en la dirección del flujo. En la Figura 9 se muestra el trazado de tubería para la planta baja.

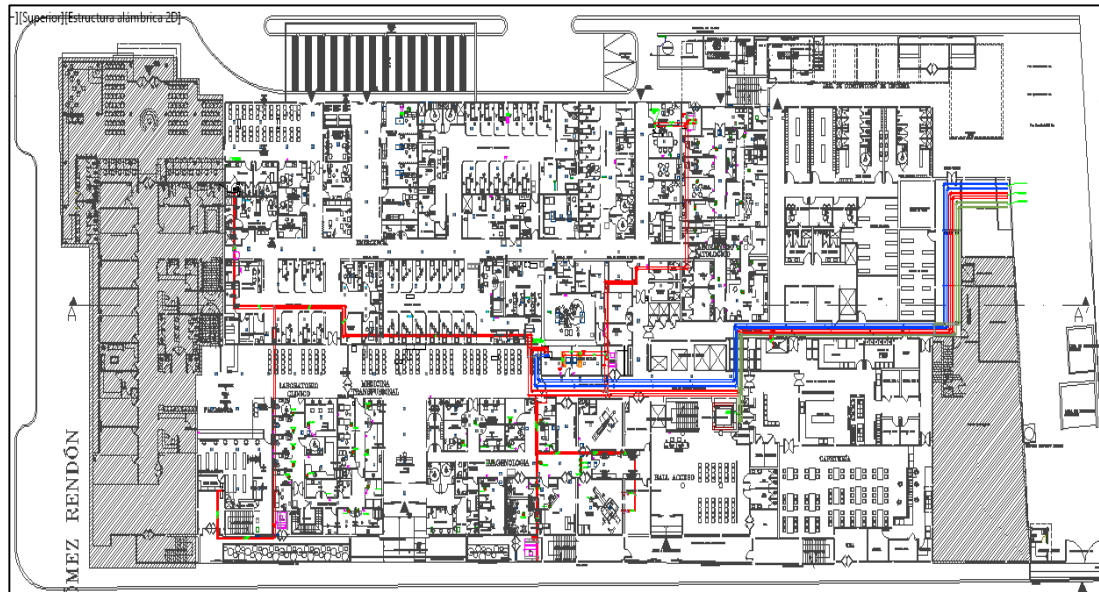


Figura 10: Esquema del Recorrido de Tubería para Planta Baja

4.2 Diseño y especificación del sistema de distribución de aire

Para el diseño del sistema de distribución de aire es necesario conocer los parámetros máximos de velocidad de ductos, rejillas y difusores.

Para este proyecto se usaron:

- Velocidad en ductos:

Ductos principales: 1200 FPM

Ductos secundarios: 900-1000 FPM

- Velocidades en Difusores y Rejillas

Difusores y rejillas de Suministro: 500 FPM máx.

Rejillas de retorno y extracción: 400-500 FPM máx.

Las velocidades se tomaron usando la referencia sugerida por ASHRAE para ductos de baja velocidad, como se muestra en la Tabla:

Tabla VII: Velocidades recomendadas en ductos de baja velocidad

Designación	Velocidades Recomendadas FPM (m/s)		
	Residencias	Escuelas, Teatros, Edificios Públicos	Edificios Industriales
Tomas de Aire fresco	500 (2,54)	500 (2,54)	500 (2,54)
Filtros	250 (1,27)	300 (1,52)	350 (1,78)
Ventilador	1000 - 1600 (5,08 - 8,13)	1300 - 2000 (6,60 - 10,16)	1600 - 2400 (8,13 - 12,19)
Ductos Principales	700 - 900 (3,56 - 4,57)	1000 - 1300 (5,08 - 6,60)	1200 - 1800 (6,1 - 9,14)
Ductos Secundarios	600 (3,05)	600 - 900 (305 - 4,57)	800 - 1000 (4,06 - 5,08)
Elevaciones Secundarias	500 (2,54)	600 - 700 (3,05 - 3,56)	80 (4,06)
Designación	Velocidades Máximas FPM (m/s)		
	Residencias	Escuelas, Teatros, Edificios Públicos	Edificios Industriales
Tomas de Aire fresco	800 (4,06)	900 (4,57)	1200 (6,10)
Filtros	300 (1,52)	350 (1,78)	350 (1,78)
Ventilador	1700 (8,64)	1500 - 2200 (7,62 - 11,18)	1700 - 2800 (8,64 - 14,22)
Ductos Principales	800 - 1200 (4,06 - 6,10)	1100 - 1600 (5,59 - 8,13)	1300 - 2200 (6,60 - 11,18)
Ductos Secundarios	700 - 1000 (3,56 - 5,08)	800 - 1300 (4,06 - 6,60)	1000 - 1800 (5,08 - 9,14)
Elevaciones Secundarias	650 - 800 (3,30 - 4,06)	800 - 1200 (4,06 - 6,10)	100 - 1600 (5,08 - 8,13)

Para el dimensionamiento de los ductos se usó el método de pérdida de carga constante el cual consiste en dimensionar los ductos de forma que tengan la misma caída de presión por unidad de longitud en todo su recorrido. Como valor recomendado se considera una caída

de presión de 0.10 in/ 100 ft. Para el dimensionamiento de los ductos se usó un ductulador, mediante el cual tomamos como referencia la caída de presión recomendada para el valor de caudal calculado para cada zona obteniendo un valor de diámetro o medidas del ducto simplificando el uso de gráficos para el calculo de cada tramo.

Por otra parte se pueden seleccionar las rejillas y difusores según el caudal de aire que se suministra por cada difusor, retorna o se extrae por cada rejilla. O trabajando con las velocidades sugeridas previamente usando la ecuación (4.1):

$$x = 12 \cdot \sqrt{\frac{CFM}{FPM}} \quad (4.1)$$

Donde:

x: Lado de la rejilla cuadrada o difusor

CFM: Caudal de Aire suministrado o extraído

FPM: Velocidad de Aire en la rejilla o difusor

El proceso de diseño del sistema de ductos se basa en ubicar los puntos en los cuales se distribuirá el aire, tratando de que la cantidad de CFMs para cada zona sea uniforme y tomando en cuenta los valores calculados en el capítulo 2. Estos valores están corregidos se presentan en la Tabla de resultados del Apéndice E.

Una vez ubicados los difusores de dimensionan los ductos siguiendo las recomendaciones antes mencionadas. La Figura 10 muestra un esquema del dimensionamiento de ductos en un área del edificio:

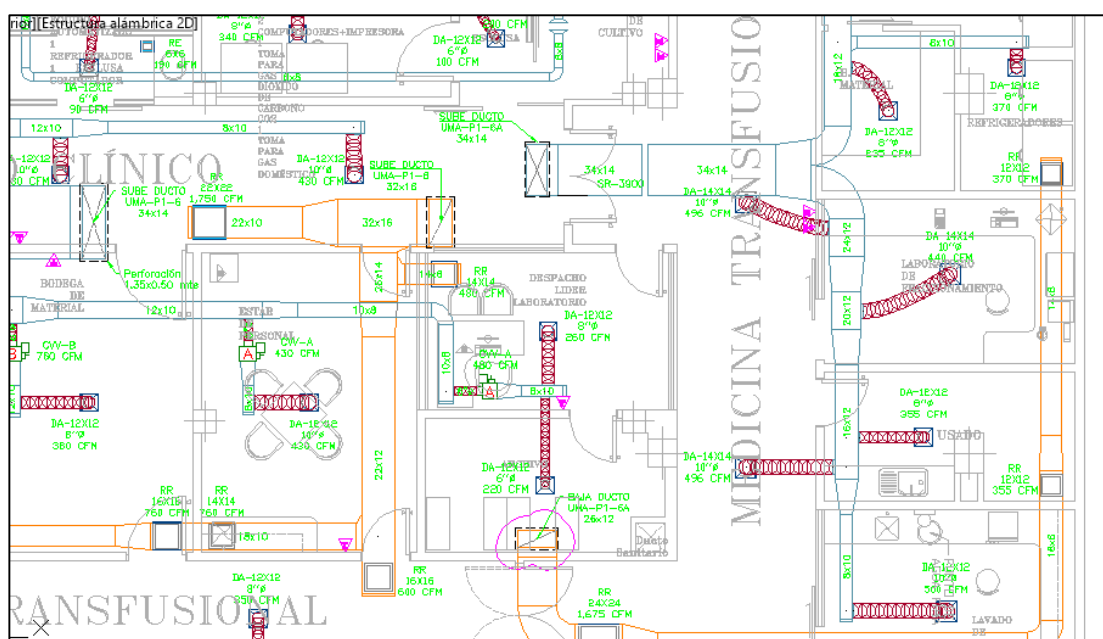


Figura 11: Esquema del Recorrido de Ductos para un área del edificio

Los ductos serán construidos bajo la norma SMACNA, tomando en cuenta que se considerarán como ductos de baja presión a ductos de unidades FanCoil y ductos de extracciones y como ductos de media presión a los ductos de suministro y retorno de aire. El material de los ductos es acero galvanizado con los calibres especificados en las Tablas:

Tabla VIII: Calibre de lámina galvanizada para ductos de baja presión

Tamaño ducto	Gauge	Tolerancias de planchas		
		Nominal	Mínimo	Máximo
0 a 12"	26	0.5512	0.475	0.6312
13" a 30"	24	0.701	0.601	0.801
31" a 54"	22	0.8534	0.7534	0.9534
55" a 84"	20	1.0058	0.906	1.106
84" y más	18	1.3106	1.181	1.441

Tabla IX: Calibre de lámina galvanizada para ductos de media presión

Tamaño ducto	Gauge	Tolerancias de planchas		
		Nominal	Mínimo	Máximo
0" a 18"	24	0.701	0.601	0.801
19" a 48"	22	0.8534	0.7534	0.9534
49" a 72"	20	1.0058	0.906	1.106
73" y más	18	1.3106	1.181	1.441

La unión de tramos de ductos, codos, transiciones y demás estarán sujetas a las recomendaciones propuestas por SMACNA [8].

Aislamiento de ductos

Todos los ductos de suministro y retorno deberán ir aislados con lana de vidrio de 1 ½ in. de espesor y barrera de vapor conocida comercialmente como "Duct Wrap". Los ductos expuestos a la intemperie deberán constar con un recubrimiento extra impermeabilizante para evitar filtraciones.

4.3 Instalación de los sistemas

Para la instalación de los sistemas se realizó la planificación en conjunto con los instaladores de otros sistemas del edificio como hidrosanitarios, eléctricos, gases medicinales, etc. En algunos casos el recorrido propuesto en el plano debió cambiarse para poder solucionar problemas de interferencia con recorridos de otros sistemas. Además como este fue un proyecto de remodelación del edificio, algunas áreas todavía se encontraban el funcionamiento teniendo restricciones de espacio para la realización de los montajes.

Las zonas de Cafetería y Hall de Acceso no se encuentran en funcionamiento y algunas de las zonas del hospital analizadas en este proyecto no entran en total capacidad. Actualmente solo se encuentra funcionando un enfriador de aire en rangos de 60 a 70% de su capacidad nominal.

Los planos As-Built de la instalación realizada se encuentran en el apéndice de este proyecto. Las siguientes figuras muestran el proceso de instalación del sistema:



Figura 12: Montaje de tuberías de agua helada



Figura 13: Montaje de ductos



Figura 14: Enfriador de agua



Figura 15: Torres de enfriamiento



Figura 16: Sistema de Bombeo



Figura 17: Unidad Manejadora de Aire



Figura 18: Quirófano

CAPÍTULO V

5. Análisis de Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Análisis de Resultados

La remodelación del Hospital del Niño Francisco Ycaza Bustamante se planteó como un proyecto de tres etapas de construcción, el análisis del diseño del sistema de climatización del edificio se basó en la segunda etapa de construcción de este. Se logró determinar que actualmente la planta baja y parte de la primera planta alta generan una carga de enfriamiento de 415 TR, si bien, esta carga puede ser manejada por un solo enfriador de agua de una capacidad mayor que los instalados actualmente, el seleccionar equipos de una capacidad más baja dispuestos en paralelo asegura que cuando la carga disminuya, los enfriadores disminuyen su carga simultáneamente, pero produciendo la misma temperatura de agua de salida del enfriador, logrando de esta

manera poder manejar cargas parciales de manera más eficiente con un sistema de control adecuado.

Si bien es cierto, existen instalados tres enfriadores de 350 TR; actualmente sólo uno de ellos se encuentra en operación debido a que la ocupación del edificio no ha llegado a subir hasta la carga pico de 415 TR, dándonos a deducir que la selección de los enfriadores es correcta y que cuando las demás zonas del hospital entren en funcionamiento, los otros enfriadores serán capaces de suplir la demanda de agua helada para el resto de unidades manejadoras de aire, incluso teniendo un enfriador en Stand-by, pudiendo alternar el funcionamiento de cada enfriador para mantenimientos o prevención del desgaste el equipo.

Según los resultados mostrados en la Tabla del apéndice, la relación de presión con las zonas circundantes en las diferentes zonas del hospital cumple con la norma ASHRAE 170-2008 y ASHRAE 62.1, asegurando que en zonas críticas como quirófanos tienen presiones positivas que no permitirán infiltraciones de aire exterior evitando que cualquier agente contaminante pueda ingresar, o que en cuartos de aislamiento el aire interno no recircule dentro del mismo o se infiltre a zonas adyacentes a este. De la misma forma se seleccionaron filtros recomendados por las normas mencionadas así como la cantidad de aire exterior que cada manejadora debe tomar durante su ciclo de funcionamiento para garantizar la limpieza del aire que ingresa a cada zona.

El diseño e implementación de este sistema ha reemplazado a un sistema de climatización de 30 años de operación que se encontraba en condiciones que no garantizaban los estándares propuestos por ASHRAE, usando sistemas de climatización no recomendados para centros de salud, como el caso de sistemas de expansión directa que si bien puedan haber cumplido con la función de dar condiciones de confort en las zonas donde funcionaban, no cumplían con la función primordial de dar una correcta renovación de aire y asepsia de aire basados en las normativas pertinentes.

5.2 Conclusiones y Recomendaciones

- El sistema de climatización de agua helada propuesto satisface las condiciones de confort y correcto tratamiento del aire del hospital; siendo este, un sistema con la capacidad de manejar distintas condiciones para diferentes zonas dentro del edificio.
- La elección de enfriadores para la producción de agua de enfriamiento dispuestos en paralelo permite seleccionar equipos de menor capacidad que pueden manejar cargas parciales de una mejor manera, y que con el sistema de control adecuado, pueden mejorar el consumo energético de kW/TR.

- La carga de enfriamiento calculada para las zonas del hospital que se encuentran en funcionamiento representa un porcentaje de la carga total del edificio. La climatización de estas zonas se realiza con uno de los tres enfriadores seleccionados para el satisfacer las necesidades del proyecto total por lo que se concluye que el dimensionamiento del sistema es satisfactorio.
- La instalación de los sistemas de distribución de agua helada y distribución de aire se realizaron siguiendo las especificaciones propuestas de tal forma que se asegura la durabilidad del sistema y el correcto funcionamiento de este.

APÉNDICE

APÉNDICE A

Tabla X: Parámetros de diseño para climatización de Centros de Salud [2]

Espacio	Presión zona	Carga sensible Personas(Btu/H)	Carga Latente Personas (Btu/H)	Luces (Watt/Fts ²)	Misceláneos (Watt/Fts ²)	Cambios por hora zona	Cambios por hora OA	Ventilación CFM x Persona	RH (%)	Temperatura de diseño (°F/°C)
Quirófanos	Positiva	345	435	4	2	25	4	15	30-60	70/21
Sala de Partos	Positiva	345	435	4	2	25	4	15	30-60	70/21
Sala de Recuperación	Neutro	255	255	4	2	6	2	15	30-60	75/24
UCI (Cuidados intensivos)	Neutro	255	255	4	2	6	2	15	30-60	75/24
UCI (Intermedios)	Neutro	255	255	4	2	6	2	15	30-60	75/24
UCI (Quemados)	Neutro	255	255	4	2	6	2	15	30-60	75/24
UCI (Neonatales)	Positiva	255	255	4	2	6	2	15	30-60	75/24
Sala Tratamiento	Neutro	255	255	4	1	6	2	10	-	75/24
Sala Trauma (crisis o shock)	Positiva	255	255	4	1	15	3	10	50	75/24
Emergencia	Negativa	315	345	4	1	12	2	15	30-60	75/24
Sala espera emergencia/Triage	Negativa	255	255	3	1	12	2	10	30-60	75/24
Sala espera radiología	Negativa	255	255	3	1	12	2	10	30-60	75/24
Sala aislamiento e infección	Negativa	255	255	4	1	12	-	10	50	75/24
Habitación pacientes	Neutro	255	255	3	1	6	2	10	50	75/24

Habitación Neonatos	Neutro	255	255	3	1	6	2	10	50	75/24
Sala Labor/recuperación/pos parto	Neutro	255	255	3	1	6	2	10	50	75/24
Corredor Paciente	Neutro	255	255	3	-	2	-	10	50	75/24
Sala residente	Neutro	255	255	3	-	2	2	10	50	75/24
Terapia Física	Negativa	255	255	3	1	6	2	10	30-60	75/24
Terapia Ocupacional	Neutro	255	255	3	1	6	2	10	30-60	75/24
RX (diagnóstico y tratamiento)	Neutro	255	255	4	1	6	2	10	30-60	75/24

APÉNDICE B

Tabla XI: Resumen de Cálculo de Carga

		Descripción	DATOS OBTENIDOS DE ARQUITECTURA		CALULO DE CARGA			
			Área (Mts2)	Área (Fts2)	CFM / Fts2	CFM POR ZONA	Calor sensible (Zona) kBTU/hr	Calor latente (Zona) kBTU/hr
PLANTA BAJA	UMA-PB-4	Baño Hombres	16.41	176.5	1.17	207	180.3	84.72
		Baño Mujeres	14.67	157.7	1.23	194		
		Corredor	84.08	904.1	1.59	1434		
		Recepción, Admisión y Control	16.60	178.5	1.42	253		
		Sala de Espera	103.51	1113.0	3.66	4069		
		Sala de Procedimientos	20.57	221.2	1.16	257		
		Triaje	13.07	140.5	1.42	200		
		Unidad de Choque	54.47	585.7	1.90	1112		
	TOTAL		323.38	3477.2		7726		
	UMA-PB-5	Bodega de Material	6.85	73.6	1.01	74	328.2	101.52
Box Aislado 1		14.39	154.8	3.08	477			
Box Aislado 2		13.05	140.3	1.53	214			

	Cuarto 1	6.94	74.7	1.26	94		
	Despacho de Ambulancias	12.51	134.6	2.59	349		
	Despacho Jefe de Servicio	12.75	137.2	1.41	194		
	Esclusa	10.08	108.4	1.61	174		
	Limpio 1	7.10	76.3	1.26	96		
	Limpio 2	5.53	59.4	1.26	75		
	Medicación 1	5.92	63.6	1.84	117		
	Medicación 2	5.17	55.6	3.56	198		
	Observación Polivalente	89.58	963.3	3.68	3542		
	Observación y Estabilización	185.84	1998.3	0.98	1963		
	Quemados	32.28	347.1	1.78	617		
	Sala	12.39	133.2	1.57	209		
	Sala de Reuniones	18.39	197.8	1.76	349		
	TOTAL	438.78	4718.0		8742		
UMA-PB-5A	Transito NeoNatal	26.22	281.95	2.52	710.514	38.4	13.56
	TOTAL	26.22	281.95		710.514		
UMA-PB-6	Bodega de Equipos	11.36	122.1	1.04	127	220.32	81.48
	Bodega de Material	9.38	100.81	1.04	105		
	Cirugía Menor	115.47	1241.63	1.46	1811		
	Colocación de Yesos 1	11.19	120.36	1.79	215		
	Colocación de Yesos 2	11.19	120.36	1.79	215		
	Colocación de Yesos 3	11.36	122.1	1.78	217		
	Consultorio de Primera Acogida	23.32	250.71	1.69	424		
	Consultorio Referencia	13.29	142.89	1.85	264		
	Corredor	60.81	653.83	1.34	876		
	Estación de Enfermería	20.69	222.51	1.74	387		
	Inhalo Terapia	18.76	201.72	1.69	341		
	Limpio	5.31	57.1	1.47	84		
	Medicación	7.16	76.95	2.31	178		
	Toxicología	19.12	205.58	1.68	346		
	TOTAL	338.39	3638.65		5590		
UMA-PB-7	Bodega de Material	13.20	141.89	2.62	372	115.32	42.96
	Corredor Emergencia	141.64	1522.97	2.41	3667		
	TOTAL	154.83	1664.86		4039		
UMA-PB-8	Área de Cambio de Botas	4.88	52.48	3.98	209	205.44	77.88
	Área de Transferencia	7.59	81.6	2.92	238		
	Corredor Esclusa	4.20	45.18	4.32	195		
	Desechos Intermedios	10.33	111.11	2.36	262		

	Esterilización Rápida	10.62	114.22	2.84	324		
	Insumos Esterilizados	7.88	84.69	2.89	245		
	Quirófano PB	42.41	456	2.89	1319		
	Recuperación	35.96	386.64	2.52	974		
	Ropa Sucia	14.75	158.65	2.21	351		
	Vestidor	5.01	53.92	2.52	136		
	TOTAL	143.64	1544.49		4253		
UMA-PB-8A	Bodega de Material	7.93	85.32	1.34	114	223.32	100.2
	Corredor	12.68	136.36	1.74	237		
	Cuarto Crítico	143.67	1544.83	2.45	3781		
	Limpio	4.38	47.14	1.00	47		
	Medicación	6.75	72.63	2.37	172		
	Puestos de Trabajo	10.88	116.94	1.86	218		
	Usado	4.36	46.86	1.00	47		
	TOTAL	190.66	2050.08		4616		
UMA-PB-9	Conexión con Imagenología	41.75	448.95	1.19	534	159.36	94.92
	Entrada	83.74	900.43	1.05	948		
	Sala de Espera	327.34	3519.76	1.42	4983		
	TOTAL	452.83	4869.14		6465		
UMA-PB10	Almacenamiento	88.82	955.02	2.00	1912	79.8	33.88
	Farmacia	44.32	476.57	2.33	1111		
	TOTAL	133.14	1431.59		3023		
UMA-PB-11	Admisión y Recepción de Muestras	21.47	230.88	1.36	314	102.72	60.84
	Bodega de Equipos	8.11	87.17	2.76	241		
	Congeladores	8.18	87.91	1.15	101		
	Corredor Técnico	8.01	86.11	1.38	119		
	Flebotomía	14.82	159.33	1.22	194		
	Laboratorio de Fraccionamiento	12.68	136.37	3.42	467		
	Laboratorio de Inmunohematología	16.84	181.1	1.37	248		
	Oficina Jefe de Área	6.02	64.75	1.75	113		
	Preanalítica	23.91	257.12	1.21	310		
	Recepción	7.49	80.51	1.60	129		
	Toma de Muestras	21.20	227.95	1.30	296		
	Toma de Muestras 2	43.55	468.23	1.16	543		
	TOTAL	192.27	2067.43		3075		
UMA-PB-12	Corredor	16.86	181.3	1.59	289	174.84	77.4
	Corredor Imagenología	40.71	437.7	1.25	547		
	Cuarto de Equipos	14.01	150.61	1.90	286		

	Despacho Jefe de Servicio	12.61	135.63	1.31	177		
	Digitalización	29.12	313.1	1.38	433		
	Ecografía 1	9.09	97.7	1.56	152		
	Ecografía 2	8.94	96.1	1.56	150		
	Interpretación	11.47	123.28	1.45	179		
	Preparación/Recuperación	26.43	284.17	3.20	910		
	Rayos X	46.93	504.6	1.65	835		
	Recepción	8.76	94.18	1.57	148		
	Reconstrucción de Imágenes	11.66	125.35	1.66	208		
	Resonancia Magnética	42.82	460.4	1.76	811		
	Rx Odontopantomográfico	8.94	96.1	1.56	150		
	Sala	9.08	97.68	1.39	136		
	Subestación Enfermería	22.66	243.7	1.33	324		
	Tomografía	38.90	418.28	1.40	584		
	TOTAL	358.97	3859.88		6319		
UMA-PB-13	Archivo de Parafina	15.47	166.33	0.97	161	195.84	156.24
	Baño	18.82	202.36	2.15	435		
	Bodega de Material	6.04	64.95	0.79	51		
	Bodega de Reactivos	10.35	111.32	0.18	20		
	Cámara de Cadáveres	19.70	211.84	1.14	241		
	Corredor Lab. Patológico	14.87	159.84	1.07	171		
	Cuarto de Aseo	5.55	59.67	3.35	200		
	Despacho de Supervisión	11.39	122.43	1.15	141		
	Despacho Jefe de Servicio	11.39	122.43	1.15	141		
	Laboratorio de Patologías	35.30	379.55	1.18	449		
	Lavado de Material	5.01	53.89	1.26	68		
	Recepción	26.48	284.69	1.05	299		
	Reconocimiento de Cadáveres	8.47	91.1	1.47	134		
	Sala de Autopsias	33.83	363.77	0.99	361		
	Sala de Espera	14.50	155.87	2.64	412		
	Sala de Reuniones	13.00	139.82	1.32	184		
	Usado	8.49	91.29	2.19	200		
Vestidor de Personal	14.68	157.87	2.13	336			
	TOTAL	273.33	2939.02		4004		
UMA-PB-14	Corredor A	22.22	238.97	2.26	539	46.32	27.84
	Corredor B	46.02	494.81	1.69	836		
	TOTAL	68.24	733.78		1375		
UMA-PB-15	Hall Acceso	180.15	1937.13	2.34	4533	112.32	43.44


TOTAL		180.15	1937.13		4533			
UMA-PB-16	Cafetería	194.74	2094	1.5	3141	82.2	45.36	
TOTAL		194.74	2094		3141			
DTA-10	Cuarto Equipos - Resonancia Magnética	25.18	270.77	23.5	6361	116.7	0	
TOTAL		25.18	270.77		6361			
FC-48	Cafetería	59.07	635.11	1.98	1258	41.7	0	
TOTAL		59.07	635.11		1258			
FC-36	Cuarto de Racks	15.09	162.27	11.05	1792	32.9	0	
TOTAL		15.09	162.27		1792			
FC-24	Cuarto de Monitoreo	15.09	162.27	7.16	1162	21.3	0	
TOTAL		15.09	162.27		1162			
GRAN TOTAL PLANTA BAJA		3557.78	38255.71		78184	2477.3	1042.24	
PLANTA ALTA	UMA-P1-4	Área 10 Puestos de Trabajo	21.95	235.97	5.32	1256	94.32	29.16
		Área Montacargas	7.79	83.73	2.87	240		
		Bodega de Medicamentos	12.06	129.63	2.10	272		
		Bodega Farmacia	15.77	169.61	2.02	342		
		Cámara Flujo Laminar	6.20	66.68	2.41	161		
		Galénica	18.59	199.85	2.10	420		
		Lockers	11.55	124.16	2.24	278		
		Sala de Reuniones	11.40	122.57	2.74	336		
	TOTAL		105.29	1132.2		3305		
	UMA-P1-5	Bodega	12.30	132.23	2.09	276	171.12	32.28
		Centrifugadoras	72.18	776.1	2.15	1665		
		Oficina de Nutrición	17.39	186.98	1.06	199		
		Racks	8.67	93.24	2.16	201		
		Sitio de Autoanalizadores	82.50	887.05	2.12	1881		
	TOTAL		193.03	2075.6		4222		
	UMA-P1-6	Almacén	34.28	368.64	1.69	623	271.68	70.68
		Archivo	9.56	102.76	1.78	183		
		Áreas de Trabajo	22.73	244.46	2.19	535		
		Corredor Desechos	7.21	77.5	1.82	141		
		Corredor Laboratorio Clínico	49.37	530.88	1.90	1009		
		Corredor Medicina Transfusional	62.52	672.31	5.10	3429		
		Despacho Líder de Laboratorio	11.23	120.78	1.98	239		
Escaleras Lab. Y Medicina Transfusional		18.62	200.25	2.31	462			
Estar de Personal		19.08	205.11	1.97	405			
Lavado de Material		11.06	118.95	3.40	405			
Racks Existentes		5.26	56.57	2.07	117			

	Seroteca	14.95	160.76	1.74	279		
TOTAL		265.88	2858.97		7827		
UMA-P1-6A	Bodega de Material	6.34	68.21	3.40	232	149.64	28.08
	Corredor Medicina Transfusional 2	37.31	401.20	3.69	1482		
	Esterilización	11.68	125.61	3.78	475		
	Laboratorio de Fraccionamiento	12.26	131.84	3.76	496		
	Recepción	14.20	152.69	3.36	513		
	Refrigeradores	5.67	60.94	3.00	183		
	Usado	9.64	103.64	3.01	312		
TOTAL		97.10	1044.13		3693		
UMA-P1-7	Sala de Espera	10.69	114.94	2.04	234	56.76	15.48
	Corredor	103.98	1118.10	2.66	2974		
TOTAL		114.67	1233.04		3209		
UMA-P1-18Q	Cuarto de Equipos	30.77	330.88	2.38	786	89.88	35.52
	Cuarto Oscuro	17.48	187.94	1.90	357		
	Esclusa	3.23	34.72	3.83	133		
	Esclusa 2	2.76	29.67	4.15	123		
	Preparación de Medios de Cultivo	14.16	152.27	2.56	390		
TOTAL		68.40	735.48		1789		
UMA-P1-22	Aislado 1	8.65	93	2.11	196	328.32	93.96
	Aislado 2	13.06	140.47	2.06	289		
	Bañoterapia	15.59	167.65	2.02	338		
	Bodega	5.31	57.13	3.26	186		
	Bodega de Equipos	7.36	79.1	1.61	127		
	Corredor	13.25	142.48	1.66	236		
	Corredor de Baños	7.62	81.96	4.14	339		
	Cuarto de Salida	5.73	61.56	2.99	184		
	Cuarto Limpio	4.37	46.95	3.22	151		
	Desechos Intermedios	6.56	70.55	1.96	138		
	Despacho Jefe de Personal	14.39	154.72	2.04	316		
	Entrada a Quemados	10.99	118.16	2.01	237		
	Lavachata	5.69	61.14	3.22	197		
	Medicación	5.67	60.98	3.21	196		
	Sala de Procedimientos	7.98	85.77	6.76	580		
	Sala de Procedimientos Asépticos	25.48	273.98	0.96	263		
	UCI (Quemados)	179.43	1929.34	2.30	4440		
	Usado	5.40	58.1	3.27	190		
TOTAL		342.52	3683.04		8603		

GRAN TOTAL PLANTA ALTA	1186.91	12762.46		32648	1161.72	305.16
				SUBTOTALES	3639.02	1347.4
				TOTAL (MBTU/HR)	4986.42	
				TOTAL (TR)	415.54	

APÉNDICE C


Tabla XII: Datos Técnicos del Enfriador de Agua



Project Name: ACTech-Hospital Nino
Sales Office: CARRIER INTERAMERICA

Evergreen Chiller Performance Outputs

01/04/2013
03:20 PM



Tag Name: 19XR-350Ton_Full-Load

Chiller

Chiller Model 19XR-5759344KBH64
 Starter / VFD Starter - Unit Mounted, Wye-Delta
 Refrigerant Type R-134a
 Isolation Valve Installed

Cooler

Size 57
 Waterbox Type Nozzle-In-Head, 150 psi
 Passes 2
 Nozzle Arrangement D
 Tubing Super E3 (SUFES), .025 in, Copper
 Fluid Type Fresh Water
 Fouling Factor (hr-sqft-F)/BTU 0.00010
 Tube Quantity 519
 Inside Surface 1027.0 sqft

Compressor

Size 344
 Map ID 10

Flow Controls

Float Valve Size 8
 Flare Orifice 23

Weights

Total Rigging Weight 21228 lb
 Total Operating Weight 24189 lb
 Refrigerant Weight 1484 lb

Condenser

Size 59
 Waterbox Type Nozzle-In-Head, 150 psi
 Passes 2
 Nozzle Arrangement S
 Tubing Spike Fin III (SPK3), .025 in, Copper
 Fluid Type Fresh Water
 Fouling Factor (hr-sqft-F)/BTU 0.00025
 Tube Quantity 639
 Inside Surface 2575.3 sqft

Motor

Size KBH
 Line Voltage/Hertz 460-3-40

Output Type	Full Load	Part Load	Part Load	Part Load	Part Load	Part Load	Part Load	Part Load	Part Load	Part Load
Percent Load	100.00	90.00	80.00	70.00	60.00	50.00	40.00	30.00	20.00	11.00
Chiller Capacity	350 Tons	315 Tons	280 Tons	245 Tons	210 Tons	175 Tons	140 Tons	105 Tons	70 Tons	39 Tons
Chiller Input kW	206 kW	185 kW	167 kW	150 kW	131 kW	115 kW	101 kW	87 kW	72 kW	54 kW
Chiller Input Power	0.589 kW/Ton	0.585 kW/Ton	0.597 kW/Ton	0.610 kW/Ton	0.625 kW/Ton	0.654 kW/Ton	0.716 kW/Ton	0.828 kW/Ton	1.031 kW/Ton	1.413 kW/Ton
Chiller COP	5.97	5.98	5.89	5.76	5.63	5.37	4.90	4.25	3.41	2.49
Cooler										
Entering Temp.	53.97 F	52.97 F	51.96 F	50.95 F	49.96 F	48.99 F	47.99 F	46.99 F	45.99 F	45.10 F
Leaving Temp.	44.00 F	44.00 F	44.00 F	44.00 F	44.00 F	44.00 F	44.00 F	44.00 F	44.00 F	44.00 F
Flow Rate	840.0 gpm	840.0 gpm	840.0 gpm	840.0 gpm	840.0 gpm	840.0 gpm	840.0 gpm	840.0 gpm	840.0 gpm	840.0 gpm
Pressure Drop	7.6 ft wg	7.6 ft wg	7.6 ft wg	7.7 ft wg	7.7 ft wg	7.7 ft wg	7.7 ft wg	7.7 ft wg	7.7 ft wg	7.7 ft wg
Condenser										
Heat Rejection	4899 MBH	4408 MBH	3925 MBH	3446 MBH	2963 MBH	2486 MBH	2018 MBH	1552 MBH	1082 MBH	644 MBH

Evergreen Chiller Builder v4.56

Page 1 of 3

Tabla XIII: Datos Técnicos de la Torre de Enfriamiento

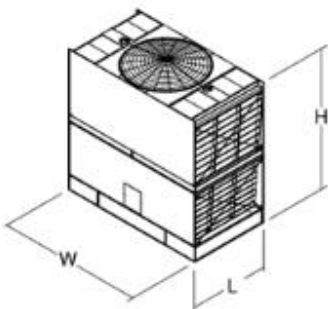
Baltimore Aircoil Company, Inc.		
Cooling Tower Selection Program		
Version:	8.1.4 NAPG03	
Product data correct as of:	March 05, 2014	
Project Name:	EDUARDO DONOSO-ECUADOR	
Selection Name:	U147506201	
Project State/Province:		
Project Country:	United States	
Date:	March 13, 2014	
<u>Model Information</u>		
Product Line:	PG S3000 (2009-2013)	
Model:	3436C	
Number of Units:	1	
Fan Type:	Standard Fan	
Fan Motor:	Full Speed, 30.00 BHP	
Total Standard Fan Power:	(1) 30.00 = 30.00 HP/Unit	
Intake Option:	None	
Internal Option:	None	
Discharge Option:	None	
<u>Design Conditions</u>		
Flow Rate:	1,050.00 USGPM	
Hot Water Temp.:	95.00 °F	
Cold Water Temp.:	85.00 °F	
Wet Bulb Temp.:	80.00 °F	
Tower Pumping Head:	4.32 psi	
Reserve Capability:	0.95%	
<p>Thermal performance at design conditions and standard total fan motor power is certified by the Cooling Technology Institute (CTI).</p>		
		
<u>Engineering Data, per Unit</u>		
Unit Length:	9' 9.25"	
Unit Width:	20' 0.50"	
Unit Height:	10' 9.13"	
Air Flow:	109,830 CFM	
Approximate Shipping Weight:	9,440 pounds	
Heaviest Section:	9,440 pounds	
Approximate Operating Weight:	19,050 pounds	
Energy Rating:	51.27 per ASHRAE 90.1, ASHRAE 189 and CA Title 24.	
<p>Note: These unit dimensions do not account for any options/accessories. Please contact your local BAC sales representative for dimensions of units with options/accessories.</p>		
<u>Warning</u>		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. CTI Certification was maintained on this model during its production.</td> </tr> </table>		1. CTI Certification was maintained on this model during its production.
1. CTI Certification was maintained on this model during its production.		

Tabla XIV: Descripción de Unidades Manejadoras de Aire

PLANTA BAJA

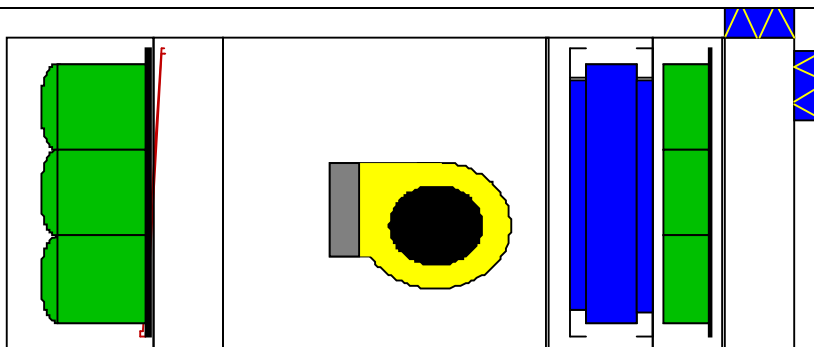
dad	Cantidad	Descripción	VFD	MOTOR [HP]	GPM	Tubería (Diam.)	Posición
Un	1.00	UMA-PB-4 Manejadora de aire, Horizontal, 7500 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	10.00	55.68	2	Horizontal
Un	1.00	UMA-PB-5 Manejadora de aire, Horizontal, 9500 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro 95%	-	10.00	92.59	2½	Horizontal
Un	1.00	UMA-P1-10 Manejadora de aire, Horizontal, 1650 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%					
Un	1.00	UMA-PB-6 Manejadora de aire, Horizontal, 6500 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro 95%	-	7.50	64.95	2	Horizontal
Un	1.00	UMA-PB-7 Manejadora de aire, Horizontal, 5200 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro 95%	-	7.50	37.31	1½	Horizontal
Un	1.00	UMA-PB-8 Manejadora de aire, Horizontal, 5800 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro HEPA	-	10.00	60.50	2	Horizontal
Un	1.00	UMA-PB-8A (PB-6) Manejadora de aire, Horizontal, 6500 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro 95%	-	7.50	64.95	2	Horizontal
Un	1.00	UMA-PB-9 Manejadora de aire, Horizontal, 7000 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	7.50	51.19	2	Horizontal
Un	1.00	UMA-PB-10 Manejadora de aire, Vertical, 3400 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	4.00	25.45	1¼	Vertical
Un	1.00	UMA-PB-11 Manejadora de aire, Vertical, 5000 CFM doble pared, Variador de Frecuencia, pre filtros 30% y filtros 85%	SI	10.00	35.39	1½	Vertical
Un	1.00	UMA-PB-12 Manejadora de aire, Vertical, 6500 CFM doble pared, Variador de Frecuencia, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro 95%	SI	10.00	50.66	2	Vertical
Un	1.00	UMA-PB-13 (P2-5) Manejadora de aire, Vertical, 9000 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	15.00	72.17	2	Vertical
Un	1.00	UMA-PB-14 Manejadora de aire, Vertical, 2500 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	3.00	15.60	1¼	Vertical
Un	1.00	UMA-PB-15 Manejadora de aire, Vertical, 5000 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	7.50	31.69	1½	Vertical
Un	1.00	UMA-PB-16 (P1-19) Manejadora de aire, Vertical, 3400 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	4.00	26.28	1½	Vertical
Un	1.00	DataAire 10 TR (Equipo de Precision)		92.7 [Amp]	30.00	1½	
Un	1.00	FC-48			9.60	1	
Un	1.00	FC-36			7.20	1	
Un	1.00	FC-24			4.80	¾	
	15.00				736.0	8"	

PLANTA ALTA 1

Unidad	Cantidad	Descripción	VFD	MOTOR [HP]	GPM	Tubería (Diam.)	Posición
Un	1.00	UMA-P1-4 Manejadora de aire, Vertical, 4400 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	5.50	26.09	1¼	Vertical
Un	1.00	UMA-P1-5 Manejadora de aire, Vertical, 4600 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro 95%	-	10.00	41.61	2	Vertical
Un	1.00	UMA-P1-6 Manejadora de aire, Horizontal, 7300 CFM doble pared, Variador de Frecuencia, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro HEPA	SI	15.00	72.72	2	Horizontal
Un	1.00	UMA-P1-6A Manejadora de aire, Horizontal, 3900 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro HEPA	-	5.50	38.00	1½	Horizontal
Un	1.00	UMA-P1-7 Manejadora de aire, Horizontal, 1900 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%	-	3.00	14.80	1¼	Horizontal
Un	1.00	UMA-P1-18Q Manejadora de aire, Horizontal, 1600 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro HEPA	-	3.00	30.54	1½	Horizontal
Un	1.00	UMA-P1-22 (PB-5) Manejadora de aire, Horizontal, 9500 CFM doble pared, pre filtros 30% y filtros 85%, filtro 95%	-	10.00	92.59	2½	Horizontal
	7.00				316.35	8"	

Tabla XV: Características Técnicas de una Manejadora de Aire

Job Information			
Name	EDUARDO DONOSO P.O	Tag	UMA-PB-5
	# EDH-TR-14-01		
	HOSPITAL DEL NINO		
	CLCP		
Address		Quantity	1
Sales Team		Model Number	CLCP020CM
Comments			



Base Unit Module			
1st Shipping Split Length	3410 mm	Run Acoustics	Yes - Eurovent Data
Diploma Number		Product DLL Version	
Shipping Split 1 weight	866.4 lb	Eurovent Certification	Yes
Elevation	0.00 ft	Unit Base	Standard
Unit Width	78.272 in	Unit Weight	866.4 lb
Unit Height	58.585 in	Unit Length for Unit Level	0 mm
		2	
CKD At Jobsite	No	TOPSS Version	
Total Unit Length	3538 mm	Unit Roof	No
Casing Construction	0.4mm Powder Paint	Unit	020
	External/GI Internal		

Unit Insulation	50mm PU	Sum of Length for all levels	3538 mm
Number of Breakpoints	0.00 Number	Unit Application	Standard
Plant/Model	Penang / CLCP Euro	EUROVENT- AHU	C
Unit Airflow	9500 cfm	Energy Efficiency Class	
		Ship Cycle	Standard

Mixing Box Module

Factory Installed Damper	No	Mix Box Section Length	310 mm
Actuator			
Door Handle	Std. Latched	Door Location	LH
Sight Glass	No	Dampers	Back & Top
Module End of Unit	Back of Unit	Module Level	1st Level
Damper Type	Standard Damper	Mix Box Module PD	0.077 in H2O
Mix Box Section Weight	282.2 lb	Shipping Split ID	1.00 Number
Remarks			

Filter Module

Filter Type	Hi-Eff Cartridge Filter	Position Flag (First in stream)	Filter Not First in Stream
Filter Condition	Mid-life	Door Location	LH
Filter Loading Method	Side Sliding Method	Access Section	Yes
Prefilter Media	2"TA(30%Eff, G4(EN779)-EU4)	Prefilter Condition	Mid-life
Filter Media	4" Cart(85%Eff, F7(EN779)-EU7)	Service Light	No
Door Handle	Std. Latched	Supplied by	Factory
Spare Filter (Filter Media)	No	Filter Velocity	396 ft/min
Module Level	1st Level	Spare Filter (Prefilter Media)	No

Filter - Filter Module PD	1.348 in H2O	Filter - Hi-eff Cart or Bag PD	1.002 in H2O
Filter - Flat Filter PD	0.000 in H2O	Filter CFM	9500 cfm
Filter Manufacturer	Factory Default	Shipping Split ID	1.00 Number
Filter Module Length	310 mm	Filter - Pre-filter PD	0.345 in H2O
Remarks		Filter - Module Weight	112 kg

Coil Module

Coil Airflow	9500 cfm	Entering Wet Bulb	69.99 F
Entering Dry Bulb	81.52 F	Coil - Dry Weight	279.9 lb
Face Velocity	455 ft/min	Coil Face Area	20.88 sq ft
Air Pressure Drop	0.676 in H2O	Coil Module Press. Drop	0.676 in H2O
Coil - Sensible Cap.	289.12 MBh	Leaving Water Temp.	54.55 F
Leaving Wet Bulb	53.80 F	Leaving Dry Bulb	54.01 F
Fins Per Foot	120.00 Number	Fouling Factor	0.00000 hr-sq ft-deg F/Btu
Entering Water Temp.	44.00 F	Additional Length for VDT Coil	No
Adjusted Length for VDT	No	Coil Module Length	18.308 in
Coil - Wet Weight	405.1 lb	Coil - Water Volume	14.98 gal
Water Press. Drop	10.74 ft H2O	Water Flow Rate	92.59 gpm
Coil - Total Cap.	490.21 MBh	Shipping Split ID	1.00 Each
Additional Length for Break Point	No	Coil Type	1/2" Coil, WL Type
Coil Supply	LH	Coil Section	Horizontal Coil
Rows	6	Coil Casing	Galvanized
Application	Chilled Water	Coil Row Multiplier	6.00 Number
Fin Per Foot Multiplier	120.00 Number	Moist. Carryover Coat'g	No
Coil Header	Steel	Fin Type	1/2" Tube Wavy 3BS (Delta Flo H)
Fin Matl	Aluminium	Fluid Type	Water
Position Flag (First in stream)	Coil Not First In Stream	Drip Eliminator	No

Drain Pan	Galvanized	Reynolds Number	12572.21 Number
Fluid velocity	4.29 ft/s	Extended Drain Pan	No
Turbulators	No	Tube Matl	1/2" Cu
Drain Pipe Connection	Std (Same as Coil Supply Conn.)	ODU - Outdoor Unit	No
Drain Pan Length	465 mm	Remarks	
Module Level	1st Level		

Fan Module

MotorStarter PartCode		Discharge - Overall	92 dBA
Inlet+Casing - Overall	83 dBA	Fan Position	Horizontal
Motor Safety Factor	Factory Standard	Fan Intake - 4kHz	80 dB
Fan Discharge - 2kHz	78 dB	Fan Intake - 2kHz	83 dB
Fan Discharge - 250Hz	88 dB	Fan Intake - 250Hz	82 dB
Fan Discharge - 1kHz	79 dB	Fan Intake - 1kHz	83 dB
Fan Discharge - 125Hz	97 dB	Fan Intake - 125Hz	91 dB
Spare Drive For Stby	No	Spare Drive For Duty	No
Motor(Pulley&Belt)		Motor(Pulley&Belt)	
Motor KW Group	Group 2	Fan Discharge - Overall	88 dBA
Fan Intake - Overall	90 dBA	Fan Discharge - 8kHz	76 dB
Fan Intake - 8kHz	77 dB	Fan Discharge - 63Hz	105 dB
Fan Intake - 63Hz	85 dB	Fan Discharge - 500Hz	83 dB
Fan Intake - 500Hz	89 dB	Fan Discharge - 4kHz	78 dB
Motor Power Input	14.370 hp	Fan Manufacturer	Kruger
Discharge - 8kHz	81 dB	Inlet+Casing - 8kHz	62 dB
Discharge - 63Hz	102 dB	Discharge - 500Hz	89 dB
Discharge - 4kHz	83 dB	Discharge - 2kHz	82 dB
Discharge - 250Hz	84 dB	Discharge - 1kHz	85 dB
Discharge - 125Hz	98 dB	Casing - 8kHz	43 dB
Casing - 63Hz	88 dB	Casing - 500Hz	75 dB
Casing - 4kHz	59 dB	Casing - 2kHz	63 dB
Casing - 250Hz	70 dB	Casing - 1kHz	62 dB
Casing - 125Hz	86 dB	Fan Arrangement Group	Group 1

Velocity for Eurovent	396 ft/min	Inlet+Casing - 63Hz	88 dB
Energy Calculation			
Inlet+Casing - 500Hz	83 dB	Inlet+Casing - 4kHz	68 dB
Inlet+Casing - 2kHz	74 dB	Inlet+Casing - 250Hz	78 dB
Inlet+Casing - 1kHz	74 dB	Inlet+Casing - 125Hz	89 dB
Motor Type	Standard Motor	Discharge Static Pressure	524.0 Pa
Internal Static Pressure	570.3 Pa	Fan	Downsize Fan
Fan Type	FC	Fan Diameter	450
Motor Efficiency	89.50 %	Module Level	1st Level
Position Flag (First in stream)	Fan Not First In The Stream	Ext. Static Pres.	0.800 in H2O
Fan Airflow	9500 cfm	Fan Absorbed Power	11.692 hp
Cabinet effects Loss	0.266 in H2O	Casing - Overall	75 dBA
Fan Static Efficiency	57.28 %	Fan Speed	1168 rpm
Fan - Discharge Vel.	2738 ft/min	Fan Mechanical Efficiency	63.25 %
Fan - Module Length	54.924 in	Motor Supply By	Factory
Spare Motor	No	Fan - Velocity Pressure	0.466 in H2O
Total Static Pres.	4.471 in H2O	Shipping Split ID	1.00 Each
Motor Protection	No	Inlet Location	Back Inlet (HDT)
Fan/Motor Access	RH	Motor/Fan Heat Temp Rise	4.06 F
Remarks		Installed Motor KW	11.00 KW
Motor Class	TECO, 3Phase, 4P, STD Eff (IE1)	Fan Isolation	1"(25mm) Spring
Door Handle Type	Hinged	Fan Size	FC 450T
Fan Modulation - IGV	No	Fan Discharge	Front-Top(Arr.1/7)
Face & Ext. Bypass	No	Fan Module	Supply Fan
Drive Option(P'ley&Belt)	Const. Pitch	Motor Frame Size	160M
Isolator Vibration	90%	Motor Starter	No
Efficiency			
Motor Locked Rotor Amp		Motor Full Load Amp	

Standby	No	Standby Motor Option	No
Drive(Pulley&Belt)			
Standby Motor	No	Sight Glass	No
Motor Volt/Ph/Hz	V 440/3/60		

Diffuser Module

Shipping Split ID	1.00 Number	Diffuser CFM	9500 cfm
Sight Glass	No	Service Light	No
Diffuser Section Length	310 mm	Door Handle	Hinged - In Swing Door
Door Location	LH	Diffuser Section	Yes
Diffuser Weight	174.2 lb	Diffuser Module Pressure	0.188 in H2O
		Drop	
Diffuser PD	0.188 in H2O	Module Level	1st Level
Remarks			

Filter Module

Filter Type	Hi-Eff Bag Filter	Position Flag (First in stream)	Filter Not First in Stream
Filter Condition	Mid-life	Filter Loading Method	Back Loading Method
Access Section	No	Prefilter Media	No
Filter Media	15" Bag(95%Eff, F8(EN779)-EU8)	Service Light	No
Door Handle	No	Supplied by	Factory
Spare Filter (Filter Media)	No	Filter Velocity	396 ft/min
Module End of Unit	Front of Unit	Module Level	1st Level
Filter - Filter Module PD	1.116 in H2O	Filter - Hi-eff Cart or Bag PD	1.116 in H2O
Filter - Flat Filter PD	0.000 in H2O	Filter CFM	9500 cfm
Filter Manufacturer	Factory Default	Shipping Split ID	1.00 Number
Filter Module Length	620 mm	Filter - Pre-filter PD	0.000 in H2O

Remarks	Filter - Module Weight	74 kg
---------	------------------------	--------------

APÉNDICE D

Tabla XVI: Selección de Bombas

Submittal Data Information

FI Series Pumps

301-1446T

MODEL 3013 **1760 RPM**

JOB: YCAZA BUSTAMANTE

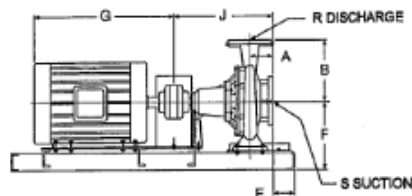
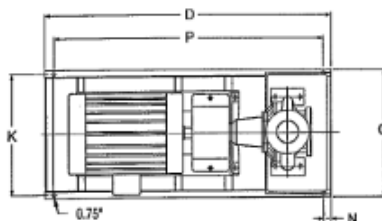
CONTRACTOR:

ENGINEER:

REP: SAEG

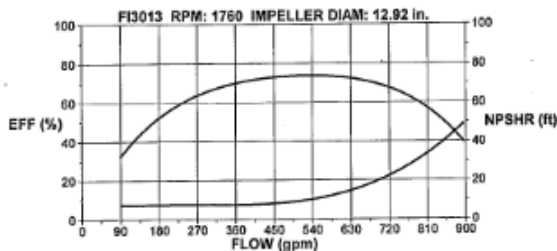
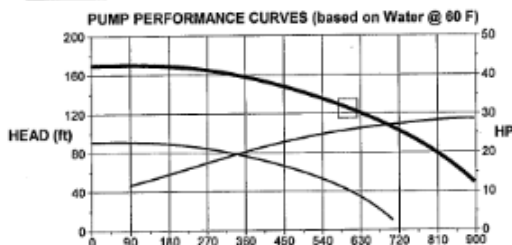
COMMENTS:

ITEM NO.	MODEL NO.	IMP. DIAM. / IN.	FLOW / GPM	HEAD / FT	POWER / HP	ELEC. CHARS
	FI3013	12.9	600	125	30	



* Dimensions in inches. Do not use for construction purposes unless certified.

HP	FRAME	A	B	C	D	E	F	G	J	K	N	P	R	S
30	286T	4.72	12.25	19.17	52	1.05	14.15	25.06	23.5	17.67	2	48	3	4



Item	BRONZE FITTED	Std. Pump Constr.	Optional
Casing	Cast Iron	ASTM A48 Cl.30A	
Impeller	Bronze	ASTM B584-836	
Wear Ring			
Shaft	Carbon Steel	AISI 1045	
Shaft Sleeve	Bronze	SAE 660	
Mech. Seal	Ceramic		
Seal Flush Line	Copper		

OPERATING SPECIFICATIONS		
	Standard	Optional
Flange	125#	
Pressure	175 PSIG*	
Temperature	250 F	

Motors: All NEMA Standard (T Frame)
 * In Accordance with ANSI Standard B19.1 Class 125
 ** In Accordance with ANSI Standard B19.1 Class 250 Dia.

Do it once. Do it right.

TACO, INC., 1180 Cranston Street, Cranston, RI 02920 Telephone: (401)942-8000 FAX: (401)942-2380.
 TACO (Canada), Ltd., 6180 Ordan Drive, Mississauga, Ontario L5T 2B3. Telephone: 905/564-9422. FAX: 905/564-9436



Submittal Data Information FI Series Pumps

301-1487T

MODEL 4013

1760 RPM

JOB: YCAZA BUSTAMANTE

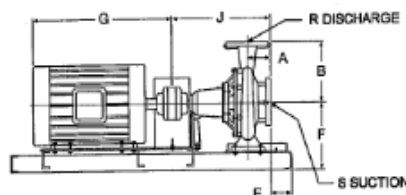
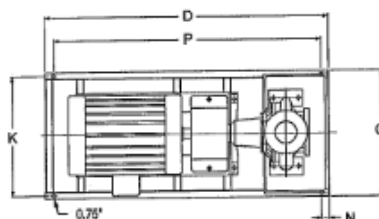
CONTRACTOR:

ENGINEER:

REP: SAEG

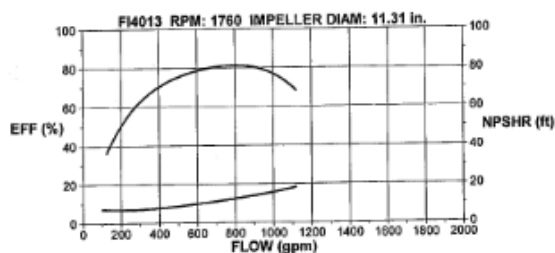
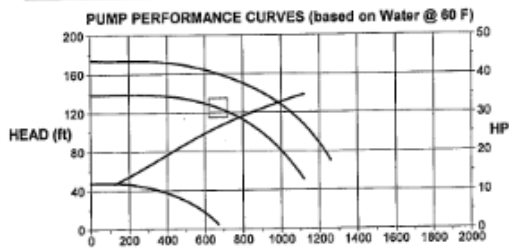
COMMENTS:

ITEM NO.	MODEL NO.	IMP. DIAM. / IN.	FLOW / GPM	HEAD / FT	POWER / HP	ELEC. CHARS
	FI4013	11.3	670	125	40	



* Dimensions in inches. Do not use for construction purposes unless certified.

HP	FRAME	A	B	C	D	E	F	G	J	K	N	P	R	S
40	324T	6.10	14	19.17	52	-0.34	14.03	26.89	25.14	17.67	2	48	4	5



Item	BRONZE FITTED	
	Std. Pump Constr.	Optional
Casing	Cast Iron ASTM A48 Cl.30A	
Impeller	Bronze ASTM B584-836	
Wear Ring		
Shaft	Carbon Steel AISI 1045	
Shaft Sleeve	Bronze SAE 660	
Mech. Seal	Ceramic	
Seal Flush Line	Copper	

OPERATING SPECIFICATIONS

	Standard	Optional
Flange	125#	
Pressure	175 PSIG*	
Temperature	250 F	

*Notes: All NEMA Standard (T Frame)
* In Accordance with ANSI Standard B16.1 Class 125
** In Accordance with ANSI Standard B16.1 Class 250 Dlm.

Do it once. Do it right.

TACO, INC., 1160 Cranston Street, Cranston, RI 02920 Telephone: (401)942-8000 FAX: (401)942-2360
TACO (Canada), Ltd., 6180 Ordan Drive, Mississauga, Ontario L5T 2B3. Telephone: 905/564-9422. FAX: 905/564-9436

APÉNDICE E

Tabla XVII: CFM Corregidos por Zona

		CAUDAL DE AIRE											
		Descripción	Área (Mts2)	Área (Fts2)	TR - NOMINAL	CFM - NOMINAL	GPM	CFM SUMINISTRADO	CFM EXTRACCIÓN	PRESION DE ZONA	CFM-AIRE EXTERIOR	CFM / Fts2	CFM De DISEÑO
PLANTA BAJA	UMA-PB-4	Baño Hombres	16.41	176.5	23.2	7500	55.7	250	350	NEGATIVA	1000	1.17	207
		Baño Mujeres	14.67	157.7				250	350	NEGATIVA		1.23	194
		Corredor	84.08	904.1				1400	0	POSITIVA		1.59	1434
		Recepción, Admisión y Control	16.60	178.5				380	0	POSITIVA		1.42	253
		Sala de Espera	103.51	1113.0				3400	0	POSITIVA		3.66	4069
		Sala de Procedimientos	20.57	221.2				420	0	POSITIVA		1.16	257
		Triaje	13.07	140.5				300	300	NEUTRA		1.42	200
		Unidad de Choque	54.47	585.7				1300	0	POSITIVA		1.90	1112
	TOTAL	323.38	3477.2	7700	1000	POSITIVA		7726					
	UMA-PB-5	Bodega de Material	6.85	73.6	38.58	9500	92.6	150	0	POSITIVA	3400	1.01	74
		Box Aislado 1	14.39	154.8				300	550	NEGATIVA		3.08	477
		Box Aislado 2	13.05	140.3				300	550	NEGATIVA		1.53	214
		Cuarto 1	6.94	74.7				120	0	POSITIVA		1.26	94
		Despacho de Ambulancias	12.51	134.6				230	0	POSITIVA		2.59	349
		Despacho Jefe de Servicio	12.75	137.2				325	0	POSITIVA		1.41	194
		Esclusa	10.08	108.4				120	0	POSITIVA		1.61	174
		Limpio 1	7.10	76.3				130	0	POSITIVA		1.26	96
		Limpio 2	5.53	59.4				90	0	POSITIVA		1.26	75
		Medicación 1	5.92	63.6				100	0	POSITIVA		1.84	117
Medicación 2		5.17	55.6	135				0	POSITIVA	3.56		198	
Observación Polivalente	89.58	963.3	2502	800	POSITIVA	3.68	3542						
Observación y Estabilización	185.84	1998.3	3048	800	POSITIVA	0.98	1963						
Quemados	32.28	347.1	600	700	NEGATIVA	1.78	617						

	Sala	12.39	133.2				215	0	POSITIVA		1.57	209
	Sala de Reuniones	18.39	197.8				320	0	POSITIVA		1.76	349
	TOTAL	438.78	4718.0				8685	3400	POSITIVA			8742
UMA-PB-5A	Transito NeoNatal	26.22	281.95	5.45	1650	13.1	800	1100	NEGATIV A	800	2.52	710.514
	TOTAL	26.22	281.95				800	1100	NEGATIV A			710.514
UMA-PB-6	Bodega de Equipos	11.36	122.1	27.06	6500	64.9	150	0	POSITIVA	2460	1.04	127
	Bodega de Material	9.38	100.81				200	0	POSITIVA		1.04	105
	Cirugía Menor	115.47	1241.63				1880	410	POSITIVA		1.46	1811
	Colocación de Yesos 1	11.19	120.36				250	0	POSITIVA		1.79	215
	Colocación de Yesos 2	11.19	120.36				250	0	POSITIVA		1.79	215
	Colocación de Yesos 3	11.36	122.1				250	0	POSITIVA		1.78	217
	Consultorio de Primera Acogida	23.32	250.71				500	0	POSITIVA		1.69	424
	Consultorio Referencia	13.29	142.89				300	0	POSITIVA		1.85	264
	Corredor	60.81	653.83				600	1350	NEGATIV A		1.34	876
	Estación de Enfermería	20.69	222.51				470	0	POSITIVA		1.74	387
	Inhalo Terapia	18.76	201.72				400	600	NEGATIV A		1.69	341
	Limpio	5.31	57.1				100	0	POSITIVA		1.47	84
	Medicación	7.16	76.95				150	100	POSITIVA		2.31	178
Toxicología	19.12	205.58	400	0	POSITIVA	1.68	346					
	TOTAL	338.39	3638.65				5900	2460	POSITIVA			5590
UMA-PB-7	Bodega de Material	13.20	141.89	15.55	5200	37.3	150	0	POSITIVA	1000	2.62	372
	Corredor Emergencia	141.64	1522.97				4494	1000	POSITIVA		2.41	3667
	TOTAL	154.83	1664.86				4644	1000	POSITIVA			4039
UMA-PB-8	Área de Cambio de Botas	4.88	52.48	25.21	5800	60.5	300	0	POSITIVA	2400	3.98	209
	Área de Transferencia	7.59	81.6				300	0	POSITIVA		2.92	238
	Corredor Esclusa	4.20	45.18				450	800	NEGATIV A		4.32	195
	Desechos Intermedios	10.33	111.11				525	550	NEGATIV A		2.36	262
	Esterilización Rápida	10.62	114.22				500	0	POSITIVA		2.84	324
	Insumos Esterilizados	7.88	84.69				300	0	POSITIVA		2.89	245
	Quirófano PB	42.41	456				1300	500	POSITIVA		2.89	1319
	Recuperación	35.96	386.64				1200	0	POSITIVA		2.52	974
	Ropa Sucia	14.75	158.65				525	550	NEGATIV A		2.21	351
	Vestidor	5.01	53.92				200	0	POSITIVA		2.52	136
	TOTAL	143.64	1544.49				5600	2400	POSITIVA			4253
UMA-PB-8A	Bodega de Material	7.93	85.32	27.06	6500	64.9	400	450	NEGATIV A	1000	1.34	114
	Corredor	12.68	136.36				800	0	POSITIVA		1.74	237
	Cuarto Crítico	143.67	1544.83				3904	200	POSITIVA		2.45	3781
	Limpio	4.38	47.14				250	0	POSITIVA		1.00	47

	Medicación	6.75	72.63				300	0	POSITIVA		2.37	172
	Puestos de Trabajo	10.88	116.94				500	0	POSITIVA		1.86	218
	Usado	4.36	46.86				250	350	NEGATIVA		1.00	47
	TOTAL	190.66	2050.08				6404	1000	POSITIVA			4616
UMA-PB-9	Conexión con Imagenología	41.75	448.95	21.33	7000	51.2	915	0	POSITIVA	0	1.19	534
	Entrada	83.74	900.43				1220	0	POSITIVA		1.05	948
	Sala de Espera	327.34	3519.76				3660	0	POSITIVA		1.42	4983
	TOTAL	452.83	4869.14				5795	0	POSITIVA			6465
UMA-PB10	Almacenamiento	88.82	955.02	10.6	3400	25.4	1250	0	POSITIVA	0	2.00	1912
	Farmacia	44.32	476.57				2150	0	POSITIVA		2.33	1111
	TOTAL	133.14	1431.59				3400	0	POSITIVA			3023
UMA-PB-11	Admisión y Recepción de Muestras	21.47	230.88	14.75	5000	35.4	510	0	POSITIVA	530	1.36	314
	Bodega de Equipos	8.11	87.17				195	0	POSITIVA		2.76	241
	Congeladores	8.18	87.91				200	0	POSITIVA		1.15	101
	Corredor Técnico	8.01	86.11				510	430	POSITIVA		1.38	119
	Flebotomía	14.82	159.33				556	0	POSITIVA		1.22	194
	Laboratorio de Fraccionamiento	12.68	136.37				300	0	POSITIVA		3.42	467
	Laboratorio de Inmunohematología	16.84	181.1				430	0	POSITIVA		1.37	248
	Oficina Jefe de Área	6.02	64.75				278	0	POSITIVA		1.75	113
	Pre analítica	23.91	257.12				420	100	POSITIVA		1.21	310
	Recepción	7.49	80.51				150	0	POSITIVA		1.60	129
	Toma de Muestras	21.20	227.95				500	0	POSITIVA		1.30	296
	Toma de Muestras 2	43.55	468.23				820	0	POSITIVA		1.16	543
	TOTAL	192.27	2067.43				4869	530	POSITIVA			3075
UMA-PB-12	Corredor	16.86	181.3	21.11	6500	50.7	300	0	POSITIVA	2700	1.59	289
	Corredor Imagenología	40.71	437.7				600	0	POSITIVA		1.25	547
	Cuarto de Equipos	14.01	150.61				450	0	POSITIVA		1.90	286
	Despacho Jefe de Servicio	12.61	135.63				270	0	POSITIVA		1.31	177
	Digitalización	29.12	313.1				150	0	POSITIVA		1.38	433
	Ecografía 1	9.09	97.7				185	0	POSITIVA		1.56	152
	Ecografía 2	8.94	96.1				180	0	POSITIVA		1.56	150
	Interpretación	11.47	123.28				245	0	POSITIVA		1.45	179
	Preparación/Recuperación	26.43	284.17				350	0	POSITIVA		3.20	910
	Rayos X	46.93	504.6				600	0	POSITIVA		1.65	835
	Recepción	8.76	94.18				185	0	POSITIVA		1.57	148
	Reconstrucción de Imágenes	11.66	125.35				250	0	POSITIVA		1.66	208
	Resonancia Magnética	42.82	460.4				900	0	POSITIVA		1.76	811
Rx Odontopañorámico	8.94	96.1	195	0	POSITIVA	1.56	150					

	Sala	9.08	97.68				195	0	POSITIVA		1.39	136
	Subestación Enfermería	22.66	243.7				600	2700	NEGATIV A		1.33	324
	Tomografía	38.90	418.28				900	0	POSITIVA		1.40	584
	TOTAL	358.97	3859.88				6555	2700	POSITIVA			6319
UMA-PB-13	Archivo de Parafina	15.47	166.33	30.07	4600	72.2	490	0	POSITIVA	1700	0.97	161
	Baño	18.82	202.36				400	435	NEGATIV A		2.15	435
	Bodega de Material	6.04	64.95				190	0	POSITIVA		0.79	51
	Bodega de Reactivos	10.35	111.32				320	0	POSITIVA		0.18	20
	Cámara de Cadáveres	19.70	211.84				535	300	POSITIVA		1.14	241
	Corredor Lab. Patológico	14.87	159.84				810	0	POSITIVA		1.07	171
	Cuarto de Aseo	5.55	59.67				150	200	NEGATIV A		3.35	200
	Despacho de Supervisión	11.39	122.43				360	0	POSITIVA		1.15	141
	Despacho Jefe de Servicio	11.39	122.43				360	0	POSITIVA		1.15	141
	Laboratorio de Patologías	35.30	379.55				1170	0	POSITIVA		1.18	449
	Lavado de Material	5.01	53.89				130	130	NEUTRA		1.26	68
	Recepción	26.48	284.69				1215	0	POSITIVA		1.05	299
	Reconocimiento de Cadáveres	8.47	91.1				270	0	POSITIVA		1.47	134
	Sala de Autopsias	33.83	363.77				1120	0	POSITIVA		0.99	361
	Sala de Espera	14.50	155.87				590	100	POSITIVA		2.64	412
	Sala de Reuniones	13.00	139.82				405	0	POSITIVA		1.32	184
	Usado	8.49	91.29				150	200	NEGATIV A		2.19	200
Vestidor de Personal	14.68	157.87	300	335	NEGATIV A	2.13	336					
	TOTAL	273.33	2939.02				8965	1700	POSITIVA			4004
UMA-PB-14	Corredor A	22.22	238.97	6.5	2500	15.6	1000	0	POSITIVA	0	2.26	539
	Corredor B	46.02	494.81				1500	0	POSITIVA		1.69	836
	TOTAL	68.24	733.78				2500	0	POSITIVA			1375
UMA-PB-15	Hall Acceso	180.15	1937.13	13.2	5000	31.7	4797	650	POSITIVA	650	2.34	4533
	TOTAL	180.15	1937.13				4797	0	POSITIVA		4533	
UMA-PB-16	Cafetería	194.74	2094	10.95	1500	26.3	3400	700	POSITIVA	700	1.5	3141
	TOTAL	194.74	2094				3400	700	POSITIVA		3141	
DTA-10	Cuarto Equipos - Resonancia Magnética	25.18	270.77	10	4000	30.0	4000	0	POSITIVA	0	23.5	6361
	TOTAL	25.18	270.77				4000	0	POSITIVA		6361	
FC-48	Cafetería	59.07	635.11	4	1600	9.6	1600	140	POSITIVA	0	1.98	1258
	TOTAL	59.07	635.11				1600	140	POSITIVA		1258	
FC-36	Cuarto de Racks	15.09	162.27	3	1200	7.2	1200	0	POSITIVA	0	11.0 5	1792
	TOTAL	15.09	162.27				1200	0	POSITIVA		1792	
FC-24	Cuarto de Monitoreo	15.09	162.27	2	800	4.8	800	0	POSITIVA	0	7.16	1162
	TOTAL	15.09	162.27				800	0	POSITIVA		1162	

GRAN TOTAL PLANTA BAJA		3557.78	38255.71	290.62	78150	697.5	87614	18130				78184	
PLANTA ALTA	UMA-P1-4	Área 10 Puestos de Trabajo	21.95	235.97	10.87	4400	26.09	600	0	POSITIVA	500	5.32	1256
		Área Montacargas	7.79	83.73				600	0	POSITIVA		2.87	240
		Bodega de Medicamentos	12.06	129.63				300	0	POSITIVA		2.10	272
		Bodega Farmacia	15.77	169.61				600	0	POSITIVA		2.02	342
		cámara Flujo Laminar	6.20	66.68				600	0	POSITIVA		2.41	161
		Galénica	18.59	199.85				700	0	POSITIVA		2.10	420
		Lockers	11.55	124.16				600	0	POSITIVA		2.24	278
		Sala de Reuniones	11.40	122.57				500	500	NEUTRA		2.74	336
	TOTAL	105.29	1132.2				4500	500	POSITIVA			3305	
	UMA-P1-5	Bodega	12.30	132.23	17.34	4600	41.61	355	0	POSITIVA	700	2.09	276
		Centrifugadoras	72.18	776.1				1284	700	POSITIVA		2.15	1665
		Oficina de Nutrición	17.39	186.98				455	0	POSITIVA		1.06	199
Racks		8.67	93.24	810				0	POSITIVA	2.16		201	
Sitio de Autoanalizadores		82.50	887.05	1248				0	POSITIVA	2.12		1881	
TOTAL	193.03	2075.6				4152	700	POSITIVA			4222		
UMA-P1-6	Almacén	34.28	368.64	30.3	7300	72.72	760	0	POSITIVA	2400	1.69	623	
	Archivo	9.56	102.76				220	0	POSITIVA		1.78	183	
	Áreas de Trabajo	22.73	244.46				515	0	POSITIVA		2.19	535	
	Corredor Desechos	7.21	77.5				125	400	NEGATIVA		1.82	141	
	Corredor Laboratorio Clínico	49.37	530.88				1720	500	POSITIVA		1.90	1009	
	Corredor Medicina Transfusional	62.52	672.31				1750	0	POSITIVA		5.10	3429	
	Despacho Líder de Laboratorio	11.23	120.78				260	0	POSITIVA		1.98	239	
	Escaleras Lab. Y Medicina Transfusional	18.62	200.25				350	1200	NEGATIVA		2.31	462	
	Estar de Personal	19.08	205.11				430	0	POSITIVA		1.97	405	
	Lavado de Material	11.06	118.95				300	300	NEUTRA		3.40	405	
	Racks Existentes	5.26	56.57				490	0	POSITIVA		2.07	117	
	Seroteca	14.95	160.76				380	0	POSITIVA		1.74	279	
TOTAL	265.88	2858.97				7300	2400	POSITIVA			7827		
UMA-P1-6A	Bodega de Material	6.34	68.21	15.83	3900	38	235	0	POSITIVA	1500	3.40	232	
	Corredor Medicina Transfusional 2	37.31	401.20				1488	1500	NEGATIVA		3.69	1482	
	Esterilización	11.68	125.61				500	0	POSITIVA		3.78	475	
	Laboratorio de Fraccionamiento	12.26	131.84				440	0	POSITIVA		3.76	496	
	Recepción	14.20	152.69				510	0	POSITIVA		3.36	513	
	Refrigeradores	5.67	60.94				370	0	POSITIVA		3.00	183	
	Usado	9.64	103.64				355	0	POSITIVA		3.01	312	
TOTAL	97.10	1044.13				3898	1500	POSITIVA			3693		
UMA-P1-7	Sala de Espera	10.69	114.94	6.17	1900	14.8	213	0	POSITIVA	0	2.04	234	

	Corredor	103.98	1118.10				852	0	POSITIVA		2.66	2974
	TOTAL	114.67	1233.04				1065	0	POSITIVA			3209
UMA-P1-18Q	Cuarto de Equipos	30.77	330.88	12.73	1600	30.54	680	680	NEUTRA	1690	2.38	786
	Cuarto Oscuro	17.48	187.94				500	500	NEUTRA		1.90	357
	Esclusa	3.23	34.72				90	90	NEUTRA		3.83	133
	Esclusa 2	2.76	29.67				100	200	NEGATIV A		4.15	123
	Preparación de Medios de Cultivo	14.16	152.27				220	220	NEUTRA		2.56	390
	TOTAL	68.40	735.48				1590	1690	NEGATIV A			1789
UMA-P1-22	Aislado 1	8.65	93	38.58	9500	92.59	300	400	NEGATIV A	10278	2.11	196
	Aislado 2	13.06	140.47				350	460	NEGATIV A		2.06	289
	Bañoterapia	15.59	167.65				415	0	POSITIVA		2.02	338
	Bodega	5.31	57.13				100	0	POSITIVA		3.26	186
	Bodega de Equipos	7.36	79.1				170	0	POSITIVA		1.61	127
	Corredor	13.25	142.48				425	730	NEGATIV A		1.66	236
	Corredor de Baños	7.62	81.96				425	798	NEGATIV A		4.14	339
	Cuarto de Salida	5.73	61.56				100	0	POSITIVA		2.99	184
	Cuarto Limpio	4.37	46.95				100	0	POSITIVA		3.22	151
	Desechos Intermedios	6.56	70.55				150	230	NEGATIV A		1.96	138
	Despacho Jefe de Personal	14.39	154.72				330	0	POSITIVA		2.04	316
	Entrada a Quemados	10.99	118.16				250	350	NEGATIV A		2.01	237
	Lavachata	5.69	61.14				140	200	NEGATIV A		3.22	197
	Medicación	5.67	60.98				140	0	POSITIVA		3.21	196
	Sala de Procedimientos	7.98	85.77				200	0	POSITIVA		6.76	580
	Sala de Procedimientos Asépticos	25.48	273.98				830	0	POSITIVA		0.96	263
	UCI (Quemados)	179.43	1929.34				4336	120	POSITIVA		2.30	4440
	Usado	5.40	58.1				130	200	NEGATIV A		3.27	190
		TOTAL	342.52				3683.04					8891
	GRAN TOTAL PLANTA ALTA	1186.91	12762.46	131.82	33200	316.35	31396	10278				32648
				422.44		1013.85						6

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASHRAE, *Handbook: Fundamentals*, ASHRAE, D.L. 1989.
- [2] ASHRAE Standard: 170-2008: *Ventilation of Health Care Facilities*,
Section 7.1 ASHRAE, Inc.
- [3] WANG, K. Shang, *Handbook of Air Conditioning and Refrigeration*,
CHAPTER 6, LOAD CALCULATIONS, McGraw Hill, 2000
- [4] WANG, K. Shang, *Handbook of Air Conditioning and Refrigeration*,
CHAPTER 6, LOAD CALCULATIONS, McGraw Hill, 2000
- [5] ASHRAE, *Handbook: Fundamentals*, Section 3: Load and Energy
Calculations, ASHRAE, Inc.
- [6] WANG, K. Shang, *Handbook of Air Conditioning and Refrigeration*,
CHAPTER 6, Section 6.6 COOLING LOAD AND COOLING COIL
CALCULATIONS, McGraw Hill, 2000
- [7] SMACNA, HVAC Systems Duct Design
- [8] SMACNA, *HVAC Duct Construction Standards –Metal and Flexible*
- [9] ASHRAE Standard: 62.1-2008: *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*,
ASHRAE, Inc.

[10] ASHRAE, *HVAC Design Manual For Hospitals And Clinics*, 2nd Edition, ASHRAE, Inc.

PLANOS