UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN BAJO CONDICIONES DE BIOSEGURIDAD PARA EL HOSPITAL DE NIVEL II LIMA NORTE DE ESSALUD

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA

ISMAEL PACHAS RONCEROS

PROMOCIÓN 1988 - I

LIMA – PERÚ

2013

ÍNDICE

Prologo 1

CAPÍTULO I 2

INTRODUCCIÓN 2

1.1 Generalidades 2

1.2 Objetivo 2

1.3 Planteamiento del problema y alcances 3

1.4 Limitaciones 6

1.5 Normas y Reglamentos 6

CAPÍTULO II 7

MEMORIA DESCRIPTIVA 7

2.1 Creación del hospital 7

2.2 Descripción del Hospital 7

2.2.1 Sector A 8

2.2.2 Sector B 10

2.2.3 Sector C 14

2.2.4 Sector D 16

2.2.5 Sector E 17

2.2.6 Sector F 19

2.2.7 Sector G 22

2.2.8 Sector H 22

2.3 Sistema de climatización a diseñar 22

2.4 Evaluación Económica 24

CAPÍTULO III 25

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO 25

3.1 Confort térmico 25

3.1.1 Termorregulación humana y balance energético 26

3.1.2 Condiciones para confort térmico 28

3.1.3 Índices Ambientales 31

3.2 Condiciones Exteriores de diseño 33

3.2.1 Condiciones normales de verano 33

3.3 Características Generales para acondicionamiento de Interiores 33

3.3.1 Características generales de las cargas térmicas 33

3.3.2 Conceptos de diseño 34

3.3.3 Control de humedad 35

3.3.4 Clasificación de las ganancias de calor 36

3.4 Tipos de Sistemas 38

3.4.1 Sistemas de expansión directa 38

3.4.2 Sistemas de agua helada 46

3.5 Central de refrigeración 49

3.6 Selección del tipo de sistema 51

3.7 Ventilación general en los hospitales 55

3.7.1 Clasificación de los sectores del hospital y exigencias de cada zona 57

3.7.2 Toma de aire exterior y salida de expulsión 58

3.7.3 Quirófanos 59

3.7.4 Exigencias de climatización en diferentes zonas del hospital 64

3.7.5 Mantenimiento y control de instalaciones de acondicionamiento de aire 66

CAPÍTULO IV 68

CALCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA 68

4.1 Metodología de cálculo 68

4.1.1 Condiciones exteriores máximas (verano) 68

4.1.2 Condiciones exteriores máximas (Invierno) 68

4.1.3 Condiciones interiores (verano) 69

4.1.4 Condiciones interiores (Invierno) 69

4.1.5 Fluctuaciones 69

4.1.6 Cargas térmicas 69

4.1.6.1 Ganancia de calor por persona 69

4.1.6.2 Iluminación 69

4.1.6.3 Equipos instalados y disipación de calor 69

4.1.7 Datos de materiales involucrados en la construcción 70

4.1.8 Condiciones interiores 71

4.1.9 Ventilación 72

4.2 Cálculo y diseño 74

4.2.1 Determinación de cargas térmicas y capacidad de las UMAS 74

4.2.2 Cálculo de la caída de presión en ductos 83

4.2.2.1 Método pérdida de carga constante en toda la instalación 84

4.2.3 Diseño de tuberías de agua helada 90

4.2.4 Selección de enfriador de agua (Chiller) 92

4.2.5 Selección de bombas 94

4.2.6 Selección de extractores e inyectores 97

4.3 especificaciones técnicas de los equipos 101

4.3.1 Unidad enfriadora de aire (Air handler- agua helada) 101

4.3.2 Unidad enfriadora de aire (Fancoil - agua helada) 104

4.3.3 Unidades de Split para ducto 106

4.3.4 Unidad evaporadora (hasta 5 Ton) 108

4.3.5 Unidad enfriadora de agua compacta (Chiller) 109

4.3.6 Unidades electrobombas 113

4.3.61 accesorios para electrobombas 114

4.3.6.2 Tablero de bombas secundarias frecuencia Variable 114

4.3.7 Sistema de ventilación 115

4.3.7.1 Extractor centrifugo en gabinete 115

4.3.7.2 Ventilador centrifugo 118

4.3.7.3 Dámper de alivio 120

4.3.7.4 Variador de frecuencia 121

4.3.7.5 Válvulas de 2 vías (modulante de punto flotante 124

4.3.7.6 Termostato 124

4.3.7.7 Humidistato 125

4.3.7.8 Resistencia de calefacción 125

4.3.7.9 Sistema de protección y control 126

4.3.8 Sistema de ductos 126

4.3.8.1 Ductos metálicos 126

4.3.9 sistema de agua helada 131

4.3.9.1 Tuberías para agua helada 131

4.3.10 Tuberías y accesorios de refrigeración 136

4.3.11 aislamientos de tuberías 138

4.3.12 Instalación Eléctrica 139

4.3.13 Instalación de drenaje 140

4.3.14 Acondicionamiento, pruebas, balanceo y arranque del sistema 140

CAPÍTULO V 144

ANALÍSIS ECONÓMICO 144

5.1 Costo inicial y de instalación 144

5.2 Costo de operación 147

5.3 Costo de mantenimiento 148

5.4 Costo total 148

CONCLUSIONES 150

BIBLIOGRAFÍA 153

PLANOS 155

ANEXOS 156

ANEXO A 157

ANEXO B 159

ANEXO C 161

ANEXO D 165

ANEXO E 167

ANEXO F 169

ANEXO G 174

ANEXO H 175

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

a.m.	Antes del meridiano
AMCA	Air Movement and Control Association
ANSI	American National Standards Institute
ARI	Air Conditioning and Refrigeration Institute
ASHRAE	American Society of Heating, refrigeration and Air-conditioning Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
Btu	British Thermal Unit
CFM	Cubic Feet per Meter (Pies cúbicos por minuto, ft^3/min). 1 CFM = 0.000472 m^3/s =0.472 L/s
CHVAC	Commercial Heating, Ventilation and Air conditioning
CLO	Valor del aislamiento producido por la vestimenta. 1 clo = 0.88 ft^2.°F.h/Btu
CLTD	Cooling Load Temperature Difference
C.N.E.	Código Nacional de Electricidad (Perú)
ΔT	Diferencia de temperaturas (°C)
ΔP	Caída de presión (pulgadas de columna de H_2O) 1 in H_2O = 248.84 Pascal
EA	Extractor Axial
EC	Extractor Centrífugo
ECG	Extractor Centrífugo en gabinete
Ø	Diámetro (pulgadas); 1 pulgada = 0.0254 m
F C	Fan Coil
FCV	Fan Coil vertical
FPM	Feet per meter (Pies por minuto)
GPM	Galones por minuto
h	Hora; 1 hora = 3600 segundos

hp	Horse power (caballo de fuerza)
in	Pulgadas
In H_2O	Pulgadas de columna de agua
kg	Kilogramo
kW	kilovatios
L/s	Litro por segundo
m	Metros
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
min	Minutos
mm	milímetro
MT3	Sistema Tarifario Eléctrico para Media Tensión
NEMA	National Electrical Manufactures Association (Asociación Nacional de fabricantes eléctricos, USA)
PR	Presión de corrección de presión
p.m.	Posterior al meridiano
Q_S	Calor Sensible
Q_L	Calor Latente
Qt	Calor total
RPM	Revoluciones por minuto
RTS	Radiant Time Series
SMACNA	Sheet metal and Air conditioning Contractors National Association
TBH	Temperatura de bulbo húmedo
TBS	Temperatura de bulbo seco
Ton	Tonelada de refrigeración (aprox. 3.5 kW)
U	Coeficiente global de transmisión de calor
UMA	Unidad manejadora de aire
V	Voltios
VC	Ventilador centrifugo
VCG	Ventilador centrifugo en gabinete

PRÓLOGO

El propósito del presente proyecto es brindar confort térmico con condiciones de bioseguridad a los pacientes, personal médico y personas que harán uso de las instalaciones del hospital; en este sentido el trabajo desarrolla el cálculo de carga térmica, selección de los equipos acondicionadores, selección de los filtros, diseño de los ductos, cálculo del sistema de bombeo de agua helada, Selección de la Unidad Enfriadora de Agua Chiller y la elaboración del presupuesto del sistema de Aire acondicionado y ventilación que satisfaga los requerimientos de confort planteados para los ambientes considerados en el hospital.

En el Capítulo 1: Se desarrolla el tema de las generalidades, el objetivo, el planteamiento del problema y las limitaciones del proyecto del presente informe.

En el Capítulo 2: Se incluye la memoria descriptiva en la que se desarrolla la descripción de los ambientes del hospital.

En el Capítulo 3: Se presentan las condiciones de diseño, tales como, confort térmico, características generales para acondicionamiento de Interiores, conceptos de diseño, tipo de sistemas ventilación general y central de refrigeración.

En el Capítulo 4: se presentan los parámetros de diseño, datos de materiales de construcción, cálculo y diseño y selección del enfriador de agua (Chiller).

En el Capítulo 5: Presupuesto del proyecto. Luego siguen los anexos

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El sistema de aire acondicionado adoptado por el proyecto del presente informe es del tipo expansión indirecta (agua helada), para lo cual se considera los siguientes equipos: Chiller compacto enfriado por aire, unidades manejadoras, fan coil y electrobombas como unidad principal.

El proyecto provee de un sistema de aire de acondicionado y ventilación para el HOSPITAL GENERAL LUIS NEGREIROS – LIMA NORTE, para el desarrollo del presente proyecto se tendrá en cuenta normas y procedimientos de la ASHRAE, GUIDELINES FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF HOSPITAL AND HEALTH CARE FACILITIES, NORMAS UNE, experiencia local, datos de temperatura - humedad del SENAMHI para la Ciudad de Lima, Planos de Arquitectura.

1.2 OBJETIVO

Diseñar un sistema de climatización de acuerdo a recomendaciones y normas de bioseguridad para ventilación en clínicas y hospitales con el fin de aportar protección sanitaria al personal asistencial, médicos, pacientes y público en general del centro asistencial de nivel II "HOSPITAL LIMA NORTE DE ESSALUD".

1.3 LANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y ALCANCES

El acondicionamiento del aire proceso que enfría, limpia y circula el Aire; controlando, además, su contenido de humedad, en condiciones ideales se logra todo esto de manera simultánea. Enfriar significa eliminar calor, la ventilación es la herramienta que permite mantener condiciones de trabajo seguras y saludables reduciendo o eliminando los contaminantes ambientales generados en el lugar de trabajo.

Si además el aire de ventilación se climatiza, se permite trabajar en condiciones confortables.

En los centros sanitarios la ventilación y el acondicionamiento del aire deben de cumplir con una serie de requisitos básicos y esenciales, inherentes a las actividades en el hospital y considerando la susceptibilidad de los pacientes.

Además del mantenimiento del clima ambiental, uno de los cometidos específicos de la instalación de acondicionamiento de aire es la reducción de la concentración de agentes contaminantes, tales como microorganismos, polvo, gases narcóticos, desinfectantes, sustancias odoríferas u otras sustancias contenidas en el ambiente.

Existen distintas normas específicas aplicables al diseño,control y mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado en los centros sanitarios, entre las que cabe destacar la norma UNE[3]-100713:2005, sobre instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales, la UNE-EN ISO 14644, sobre salas limpias y locales anexos, el HVAC Desing Manual for Hospital and Clinics, publicado por la (ASHRAE): American Society of Heathing, Refrigeratingand Air-Conditioning Engineers, los Criterios CDC,

así como recomendaciones de tipo general para la prevención de infecciones quirúrgicas, redactadas y promovidas por la autoridad laboral competente de las diferentes comunidades autónomas donde esté ubicado el centro sanitario.

El aire acondicionado, obviamente incluye la filtración. Los sistemas para el acondicionamiento proporcionan refrigeración en verano y calefacción en invierno. Estos sistemas producen el enfriamiento del aire del local o vivienda a costa del calentamiento del aire exterior. El calor se extrae del local, y se transfiere al exterior. El aire acondicionado ha sido creado para el confort de las personas en los lugares donde habitan, trabajan o permanecen. Actualmente ha llegado a ser imprescindible para mantener un ambiente agradable en lugares donde hay calor o frío.

Las cargas térmicas para las diferentes condiciones estaciónales en la provincia Constitucional del callao y la determinación de las capacidades de los diferentes equipos que se han considerado para el presente proyecto se han obtenido mediante software, pero para respetar el rigor académico de nuestra Alma mater los ejemplos Ilustrativos de cálculo los vamos a realizar en la forma tradicional. El software utilizado es CHVAC, desarrollado por Elite Software, la cual permite determinar de forma precisa las cargas máximas de enfriamiento y calentamiento. Las cargas de enfriamiento son calculadas mediante el método RTS – Radiant Time Series. El software busca de forma automática todas las cargas de enfriamiento y los factores

---

[3] UNE: Norma española

De correcciones necesarias para procesar las cargas, para lo cual se le ha suministrado los datos climáticos de Lima.

Los reportes detallan la siguiente información: Datos generales del proyecto, cargas de zonas detalladas, resumen de cargas de las UMAS (unidades manejadoras de aire), cargas de aire exterior, cargas totales del edificio, toneladas requeridas, cantidad de aire en CFM, flujo de agua fría, datos de psicometría completa con condiciones de entrada y salida de los Serpentines, etc.

Considera el análisis del estándar 62 de ASHRAE – rotación automática del edificio, orientación de las paredes en 360°, inclinación de vidrios, sombras exteriores, perfiles de carga de operación interna, temperaturas de diseño bajo techo variable; diversidad del personal, aire exterior pre tratado, tasas de ventilación e infiltración estacional, cargas de recalentamiento, pérdidas y ganancias en ductos y plenums de aire de retorno.

El método de cálculo, es mediante el método RTS, descrito en el último manual de fundamentos de ASHRAE. Este método es bastante seguro debido a que calcula el efecto de retraso de la ganancia del calor radiante durante cada uno de las pasadas 24 horas para determinar la carga de enfriamiento actual.

El resumen de los resultados de las corridas se adjunta en el **ANEXO 3** del presente documento.

1.4 LIMITACIONES

Este proyecto está limitado por lo siguiente:

El control de la carga térmica, no contempla el uso de dámperes motorizados, ventiladores de flujo variable para las UMAS, variadores de frecuencia, etc. Por lo tanto el sistema no está completamente automatizado, debido a restricciones de presupuesto

1.5 NORMAS Y REGLAMENTOS

En la ejecución de los trabajos de instalación deberán observarse las siguientes normas y códigos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú)
- NFPA (National Fire Protection Association)
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers)
- SMACNA (Sheet metal and Air Conditioning Engineers)
- ANSI (American National Standards Institute)
- ASTM (American Society for Testing Materials)
- ASME (American Society of Mechanical Engineers)
- MCA (Air Moving & Conditioning Association Inc.)
- Código Eléctrico del Perú.
- Los códigos y regulaciones nacionales sobre estas instalaciones en particular.

CAPITULO 2
MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 CREACIÓN DEL HOSPITAL

El Hospital considerado para el presente diseño es el Hospital de Nivel II Luis Negreiros Vega-Lima Norte, ubicado en la Avenida Tomás Valle de la provincia constitucional del Callao, Lima- Perú.

Este Nosocomio se construye con el fin de aliviar la creciente demanda de atención hospitalaria en el Hospital de nivel IV Alberto Sabogal Sologuren sede principal de la Red Asistencial Sabogal, el que se encontraba saturado por la alta demanda de atención médica en los diferentes servicios.

Bajo esta necesidad de incrementar la Infraestructura Hospitalaria y contando con el terreno apropiado se construye este Hospital que pasa a constituir parte de esta Red, la que está conformada un número determinado de Hospitales, Policlínicos y postas.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL

Se encuentra dividido en 08 sectores bien demarcados, que son los que se describen a continuación.

2.2.1 Sector A:

Unidad de diagnóstico por Imágenes, Hospitalización obstetricia y Hospitalización pediatría.

a) Unidad de Diagnóstico por Imágenes

Es parte de la Unidad de Ayuda al diagnóstico y tratamiento servicio debidamente equipado, cuya función principal es la de apoyar al médico para realizar exámenes y estudios que precisen sus observaciones clínicas, para obtener o confirmar un diagnóstico, como parte inicial del tratamiento.

Implementada con los siguientes equipos: Equipos de Rayos X, estacionarios y portátiles, Ecógrafos, Mamó grafos, y Tomógrafo.

b) Hospitalización Obstetricia

En esta Unidad se alojan las pacientes de maternidad y de ginecología, lo que representa el 22% del total de camas del hospital, correspondiéndole el 80% a Obstetricia y el 20% a Ginecología aproximadamente.

La diferencia se presenta al considerar los requerimientos de los niños recién nacidos. Se considera para el binomio madre - niño el 45% de las camas de Obstetricia. Para los casos de madres sospechosas de infección existirá una cama de aislamiento por cada 20 camas de Obstetricia (puerperio).

Los ambientes de esta Unidad cuentan con cuartos de seis camas Las camas están orientadas en forma paralela a las ventanas con la finalidad

que la incidencia de la luz no mortifique la visión a los pacientes, así mismo para facilitar las instalaciones necesarias en las cabeceras de las camas (eléctricas, vacío y oxígeno).

De acuerdo al número de camas se ha ubicado las puertas para facilitar la entrada de las camillas, su acceso a las camas y movimientos del personal dentro del ambiente.

c) Hospitalización Pediatría

Es el lugar donde se mantiene en observación y bajo vigilancia médica y de enfermería al lactante, pre escolar Y escolar con padecimientos médico-quirúrgicos, y donde se efectúan los procedimientos de diagnóstico y tratamiento al paciente.

Se considerará un total de camas para esta Unidad de 20% del total de camas de Hospitalización.

En esta Unidad se atiende a los lactantes y niños de los siguientes grupos Etáreos:

Lactantes y Pre-escolares

60% del total de camas de pediatría.

Escolares

30% de camas del total de pediatría.

Adolescentes

10% del total de camas de pediatría. En hospitales pequeños no se implementan Unidades de Pediatría.

c.1) Características de la Unidad de Hospitalización de Pediatría

Lactantes

El área para pacientes de 0-1 año tendrá las mismas características que la Unidad de Neonatología. Siendo el 12% el número total de cunas y 29% el número de incubadoras. El área de la Unidad será de 2.50 m² por cuna

Pre Escolares:

El área para pacientes del 1 a 6 años será equivalente a 3.50 m² por cuna. Es recomendable que para los pacientes de 0-1año y de 1-6 años los ambientes cuenten con visores para un mejor control.

Escolares:

El área para pacientes de 6 a 14 años es equivalente a 5.00 m². Por cama pediátrica, considerando la división de ambientes por sexo.

La distribución de camas pediátricas es en cuartos de cuatro camas, debiendo contar cada uno con servicios higiénicos.

Se contará con una cama de aislados por cada 15camas pediátricas, y su localización será lo más próxima posible a la Estación de Enfermeras.

2.2.2 <u>Sector B</u>

a) Unidad de Ayuda al Diagnóstico y tratamiento

Es el conjunto de servicios debidamente equipados, cuya función principal

es la de apoyar al médico para realizar exámenes y estudios que precisen sus observaciones clínicas, para obtener o confirmar un diagnóstico, como parte inicial del tratamiento.

Ambientes y Áreas con los que cuenta la Unidad:

Farmacia

- Jefatura
- Sala de Espera
- Despacho hospitalario
- Despacho al público
- Atención Recetas
- Preparación de Galénicos
- Almacén de Drogas
- Almacén de Farmacia

Laboratorio

- Jefatura
- Toma de Muestras
- Laboratorio de Emergencia
- Laboratorio de Bioquímica
- Laboratorio de Hematología
- Laboratorio de microbiología
- Laboratorio de Inmunología
- Laboratorio de Patología
- Lavado y esterilización

- Depósito de Materiales y Reactivos
- Depósito de Equipos y Material

Banco de Sangre

- Recepción y Control
- Examen de Donantes
- Extracción, Transfusión
- Preparación de Medios
- Sala de Conservación de Medios
- Laboratorio de Banco de sangre

b) Centro quirúrgico

Unidad del Hospital compleja en cuanto a espacios e instalaciones especiales, necesarias para realizar intervenciones quirúrgicas, en condiciones de máxima seguridad con respecto a contaminación y/o funcionamiento de equipos.

Ambientes y Áreas con los que cuenta la Unidad:

- Oficina del Jefe Médico
- Estar Médico
- Estación de Enfermeras
- Sala de esterilización rápida
- Depósito de material estéril
- Espera de pacientes
- Antesala
- Cuarto de Inducción preparación

- Preparación y reposo
- Quirófanos (05 unidades de salas de operaciones)
- Sala de recuperación
- Cirugía de día
- Control de Cirugía ambulatoria
- Hall del centro quirúrgico, gabinete de instrumental, cuarto de residuos, cuarto de ropa sucia, botadero clínico, cuarto de aseo, etc.

c) Central de Esterilización

Es el Servicio donde se lleva a cabo actividades para eliminar la presencia de gérmenes y bacterias de los equipos, ropa, materiales e instrumental utilizados para el tratamiento e intervenciones quirúrgicas a los pacientes.

La CEYE tiene relación constante con la Unidad Quirúrgica y el Centro Obstétrico dado que el mayor volumen de material corresponden a estas Unidades; es por este motivo que la CEYE se ubica en lugar inmediato a la Unidad del Centro Quirúrgico y si es posible a la Unidad

Ambientes y Áreas con los que cuenta la Unidad:

- Oficina del jefe del CEYE
- Recepción
- Lavado y descontaminación de material sucio
- Depósito de material no estéril, entrega de material no estéril
- Sala de trabajo
- Depósito de material estéril, despacho

- Entrega de material estéril
- Servicios higiénicos

Hospitalización medicina/cirugía.

Es la unidad donde se mantiene en observación y bajo vigilancia médica y de enfermería al paciente con padecimientos médicos y/o quirúrgicos para su diagnóstico y tratamiento.

Ambientes y Áreas con los que cuenta la Unidad:

- Estación de enfermeras hospitalización medicina
- Trabajo sucio
- Trabajo limpio
- Cuarto de Hospitalización medicina (02 unidades de hospitalización)
- Tópico
- Ropa limpia
- Cuarto Séptico
- Estación de enfermeras hospitalización Cirugía
- Trabajo sucio
- Trabajo limpio
- Cuarto de Hospitalización Cirugía (03 unidades de hospitalización)
- Ropa limpia
- Cuarto Séptico

2.2.3 Sector C:

Unidad de consulta externa.

Es el sector encargado de brindar atención integral de salud al paciente ambulatorio. Tiene por objeto valorar, diagnosticar y prescribir los tratamientos en los diferentes campos de la especialidad médica, para la pronta recuperación del paciente, contando para ello con el apoyo de métodos auxiliares de diagnóstico, tratamiento y hospitalización si el caso lo amerita.

Cuenta con acceso directo y es una unidad independiente. Los consultorios se ubican agrupados en Consultorios Generales y Consultorios Especializados para un mejor trabajo.

La unidad de consulta externa cuenta con los siguientes consultorios:

Primer Piso

- Consultorios de medicina General (06 unidades de consulta)
- Consultorios de cirugía (06 unidades de consulta)
- Un tópico de cirugía
- Un Tópico de Medicina
- Consultorios de Pediatría (08 unidades de atención)
- Consultorios de Control Obstétrico (04 unidades de atención)
- Consultorios de ginecología (04 unidades de consulta)

Segundo Piso

- Jefatura de Consulta externa
- Consultorio Dental (02 unidades de atención)

- Un Consultorio de Traumatología
- Un Consultorio de Cardiología
- Un Consultorio de Gastroenterología
- Un Consultorio de Otorrino
- Un consultorio de Oftalmología
- Consultorio de control de enfermedades (07 unidades de atención)
- Intervenciones grupales (Un ambiente)
- Consultorios de control de psicología (02 unidades de consulta)
- Un consultorio de control de Nutrición.

2.2.4 Sector D

Unidad de medicina física y rehabilitación.

Unidad encargada de la rehabilitación de pacientes con deficiencias físicas y motoras después de un accidente o trauma, cuenta con los siguientes servicios básicos:

Primer Piso

Electroterapia:

Este Servicio cuenta con cubículos separados, para Rayos Infrarrojos, Ultravioletas, Diatermia, Corriente Galvano-Farádica.

Mecanoterapia:

Se dispone de dos ambientes o pequeños Gimnasios uno para niños y otro para adultos, cuyas dimensiones están en relación a la cantidadde pacientes que se espera tratar simultáneamente,se dispone de espejos en lugares convenientes para que los pacientes observen sus propios ejercicios.

Además de ello se cuenta con los siguientes ambientes:

- Consultorio de Medicina Física y Rehabilitación (02 unidades de Atención)
- Ambiente de Masajes
- Ambiente de compresas
- Ambiente de terapia Individual
- Ambiente de terapia Grupal
- Sala de Espera.

2.2.5 Sector E

Unidad de servicios generales.

Está conformada por el conjunto de Departamentos deNutrición y Dieta, Lavandería y Ropería;también se encuentra los ambientes de mantenimiento y la Sala de máquinascon que debe contar un hospital.

Ambientes y Áreas con los que cuenta la Unidad de Servicios Generales:

- Almacén General
- Depósito General
- Almacén de Insumos Médicos
- Depósito General
- Control y Despacho
- Muelle de Carga y descarga
- Depósito de residuos diferenciados

- Vestidores
- Taller de gasfitería
- Taller de Instalaciones Eléctricas
- Taller de Carpintería
- Almacén de Inflamables
- Depósito de materiales de Limpieza
- Depósito de jardinería
- Depósito de Herramientas
- Oficina del jefe de Mantenimiento
- Planoteca
- Ropería
- Cocina
- Comedor del Personal
- Sub Estación Eléctrica
- Cuarto de Tableros
- Cuarto de grupos Electrógenos
- Central de Óxido Nitroso
- Central de Vacío
- Central de Aire Comprimido
- Central de Oxígeno Líquido
- Lavado General de Coches
- Vestidor de cadáveres
- Depósito de Cadáveres
- Ambiente para Tanque Cisterna de Petróleo
- Capilla de Velatorio

2.2.6 Sector F:

Unidad de emergencias.

Tiene como función atender pacientes adultos yniños con padecimientos de presentación súbita quecomprometen su integridad y su vida, por lo que requiereuna atención inmediata. Funciona las 24 horasdel día y la permanencia de los pacientes no debe sermayor a 48 horas.

Ambientes con que cuenta La Unidad de emergencia

- Jefatura
- Espera
- Admisión
- Farmacia
- Nebulización
- Sala Multi usos e hidratación
- Triaje e inyectables
- Sala Schock Trauma
- Tópico de Pediatría
- Tópico de Obstetricia
- Tópico de Medicina
- Tópico de Cirugía (dos unidades de atención)
- Trabajo de Enfermeras
- Tópico de Trauma y Yesos
- Reposo Médico
- Pediatría I Lactantes y pre-Escolares
- Pediatría II Infantes y Adolescentes
- Aislados de Pediatría

- Medicina Mujeres
- Aislados de Medicina mujeres
- Cirugía Mujeres
- Sala de Observación
- Medicina Adultos

Centro obstétrico.

Es considerado un Servicio Auxiliar de tratamientoencargado de otorgar la atención oportuna y adecuadaen el periodo de alumbramiento, tanto para la madre como para el recién nacido.

Áreas y Ambientes con los que cuenta el Centro Obstétrico

- Área de Preparación
- Sala de Dilatación
- Sala de recuperación
- Estar Obstétrico
- Estación de enfermeras
- Depósito de Placentas
- Esterilización Rápida
- Sala de Partos (Dos unidades 1 y 2)
- Sala de Reanimación Rápida
- Cuartos de Aseo, Servicios Higiénicos, vestidores, cuartos de almacén de ropas, etc.

Unidad de Cuidados Intensivos

Es la Unidad que proporciona atención médica especializada a los pacientes que tienen alteraciones fisiopatológicas agudas que ponen en peligro su vida

y que necesitan de mayores cuidados humanos y tecnológicos.

Los Pacientes se clasifican:

Pacientes con problemas Generales

Pacientes con problemas Cardio respiratorios

Pacientes con problemas Quirúrgicos

Sólo se justifica contar con esta Unidad en hospitales con más de 100 camas. Como es el caso de este hospital de nivel II.

Áreas y Ambientes con los que cuenta la Unidad:

- Jefatura
- Sala de Internamiento capacidad para 05 camas
- Estación de enfermeras
- Trabajo Limpio
- Trabajo sucio
- Estar del personal
- Depósito de equipos, cuarto de aseo, vestuario, botadero

Unidad de Cuidados Intensivos Neonatología

Cuenta con las siguientes áreas y ambientes:

- Sala de Internamiento
- Estación de trabajo de Enfermería
- Lactario
- Tópico
- Trabajo sucio
- Hall, Servicios Higiénicos y , vestuario

2.2.7 Sector G:

Unidad de administración.

Es la encargada de dirigir, administrar, controlary coordinar los programas, recursoshumanos, materiales y financieros, así comohacer cumplir las normas, reglamentos, disposicionesque ayudan a mejorar la eficiencia
De los servicios de cada unidad.

Áreas y Ambientes con los que cuenta la Unidad de Administración

- Dirección
- Subdirección
- Administración
- Secretaría
- Oficina de Calidad
- Sala de reuniones
- Cuerpo Médico

2.2.8 Sector H:

Auditorio

Ambiente destinado para la realización de eventos y reuniones del personal.
En Hospitales Docentes se ubica en la zona de Docencia e Investigación.
El auditorio se encuentra ubicado hacia el ingreso de la puerta Principal del Hospital y cuenta con una capacidad de 67 personas sentadas.

2.3 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN A DISEÑAR:

El Sistema de Aire Acondicionado propuesto es del tipo Agua-Aire, con

agua helada como fluido enfriador el que cuenta con un Sistema de Bombeo Primario /Secundario el cual pasamos a describir:

El principio de operación del sistema consiste en enfriar agua hasta una temperatura de 5.6ºC (42ºF) y a través de un sistema de bombeo de agua llevarla por una red de tuberías aisladas térmicamente hasta las unidades evaporadoras-enfriadoras de aire. Allí el agua helada, a través de un serpentín, enfría y deshumidifica el aire (la temperatura de entrega de aire a los ambientes es a 13ºC aprox.) El que será recirculado mediante ventiladores centrífugos para producir el Efecto de enfriamiento deseado.

El agua una vez que intercambia calor con el aire regresa hasta la planta de frío a 11.1 ºC (52 ºF) aproximadamente, a repetir el ciclo.

La planta de frío está formada por dos Unidades Enfriadoras de Agua (Chiller) en redundancia, con condensadores enfriados por aire y compresores del tipo tornillo, cuya finalidad es la de enfriar agua a través de un proceso de compresión de vapor con refrigerante del tipo ecológico R-134-A. La capacidad de enfriamiento de los Chiller cubre la demanda máxima del hospital.

El Sistema de Bombeo necesario para hacer circular el agua será del tipo Volumen Variable, el cual consiste en tener un circuito de agua exclusivo para mantener constante el flujo de agua en el Chiller (Bombeo Primario) y que mantiene constantes los parámetros de operación del Sistema y un circuito de Bombeo Secundario que se encarga de enviar el caudal de agua necesario al Sistema de acuerdo a la demanda de la carga del edificio.

Para ello se emplearan bombas de diseño ANSI, válvulas de triple uso,

difusores de succión y otros. Asimismo el sistema deberá contar con un sistema de aireación del tipo cerrado con tanque de expansión del tipo diafragma y separador de aire.

La variación del caudal de agua en la montante, se hace a través de un variador de velocidad (frecuencia) que controla la bomba correspondiente y Que recibe señal de un sensor de presión diferencial ubicado en la red de agua helada.

El control de temperatura en cada uno de los ambientes será a través de un termostato ambiental el cual al alcanzar la temperatura deseada (Set Point) cerrara la válvula de 2 vías de agua helada, cortando así el flujo de agua al Fan Coil[4] o Unidad Manejadora de Aire. Al detectarse un incremento en la temperatura del ambiente climatizado la válvula volverá a abrir permitiendo el paso del agua helada para repetir el proceso.

2.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Vamos a realizar el metrado de la cantidad de equipos, tuberías, ductos, accesorios, otros materiales y partes complementarias.

Se detallarán los costos que implica implementar un proyecto de esta envergadura considerando 02 unidades de enfriadoras de agua (Chiller); una para que cubra la demanda de refrigeración de aire del hospital y la otra unidad en Stan by, las unidades manejadoras, los fan Coil, los equipos de ventilación (extractores), los equipos del sistema del sistema de bombeo de agua helada y los accesorios y complementos. También se analizará el costo de operación de los equipos en su conjunto.

[4]Fan Coil: Serpentín ventilador (unidad de enfriamiento)

CAPÍTULO 3
CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

3.1 CONFORT TÉRMICO

El principal propósito de los sistemas de aire acondicionado y ventilación es proveer confort térmico. Es por ello que antes de definir y diseñar dichos sistemas habrá que tener una idea clara de lo implica el concepto de confort térmico. La Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Aire Acondicionado y Refrigeración (ASHRAE[1]) indica que el confort térmico es la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico.

En general, el confort ocurre cuando las temperaturas del cuerpo son sostenidas dentro de rangos estrechos, la humedad de la piel es baja y el esfuerzo fisiológico de la regulación se minimiza.

El confort también depende del comportamiento, el cual es iniciado consciente o inconscientemente y es guiado por sensaciones térmicas y de humedad para reducirla incomodidad .Algunos ejemplos son la alteración de prendas de vestir, el cambio de actividad, el cambio de postura o posición, abrir una ventana o salir de un ambiente.

Sorprendentemente, a pesar de los climas, condiciones de vida, y

Diferencias culturales en todo el mundo, las temperaturas que las personas eligen como confort para condiciones similares de vestido, actividad, humedad y movimiento del aire son muy parecidas.

3.1.1 Termorregulación humana y balance energético

La actividad metabólica en los seres humanos genera constantemente calor dentro de sus cuerpos. Este calor debe ser disipado y regulado para mantener temperaturas normales. Los seres humanos poseen una serie de mecanismos termorreguladores que mantienen constante la temperatura del cuerpo. Asimismo ASHRAE enuncia:

"Temperaturas de la piel mayores a 118°F (45ºC) o menores a 64.5°F (18ºC) causan dolor. La temperatura de la piel asociada con el confort en actividades sedentarias son de 91.5 °F (33ºC) a 93 (34ºC) y decrece con el aumento de actividad". El confort térmico no se consigue con mantener a cero el balance de energía entre el cuerpo y el ambiente, sino por el contrario se llega a dicho confort cuando se cede calor a un determinado ritmo, si este ritmo se incrementa sentimos frío, y si decrece sentimos calor.

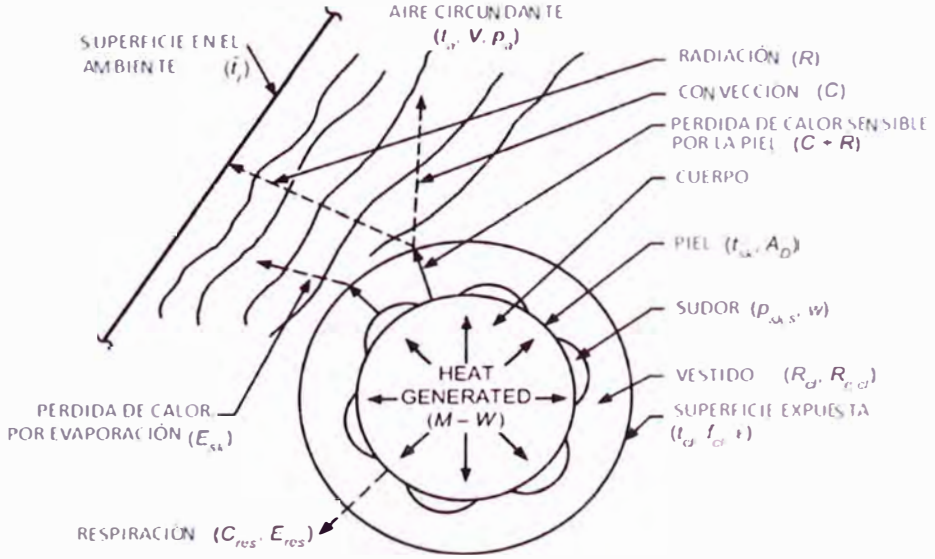


Figura 3.1 Interacción térmica del cuerpo humano y el ambiente

La figura 3.1 muestra la interacción térmica del cuerpo humano con el ambiente. El calor neto generado (M-W), que es la diferencia entre el metabolismo M y el trabajo mecánico desarrollado W, es transferido al ambiente a través de la superficie de la piel (q_{sk}) y la respiración ($qres$) con algún excedente o déficit almacenado (S), causando el aumento o disminución de la temperatura del cuerpo.

$$M - W = q_{sk} + qres + S \tag{3.1}$$

$$M - W = (C + R + E_{sk}) + (C_{res} + E_{res}) + (S_{sk} + S_{cr}) \tag{3.2}$$

Dónde:

M = tasa de producción de calor metabólico, Btu/h*ft^2 (W*m²)

W = tasa de trabajo mecánico realizado, Btu/h*ft^2 (W*m²)

q_{sk} = tasa total de pérdida de calor por piel, Btu/h*ft^2 (W*m²)

q_{res}= tasa total de pérdida de calor por medio de la respiración, Btu/h*ft^2 (W*m²)

C+R = calor sensible perdido por la piel, Btu/h*ft^2 (W*m²)

E_{sk} = tasa de calor por convección perdido por respiración, Btu/h*ft^2 (W*m²)

C_{res} = tasa de calor por evaporación perdido por respiración, Btu/h*ft^2 (W*m²)

S_{sk} = tasa de calor almacenado en compartimentos de la piel, Btu/h*ft^2 (W*m²)

S_{cr} = tasa de calor almacenado en compartimentos del núcleo, Btu/h*ft^2(W*m²)

En el régimen transitorio, se considera al cuerpo humano divido en dos compartimentos:

- El interior, o núcleo, representado por el esqueleto, la masa muscular y los órganos internos
- El exterior, representado por la piel (la fracción de piel con respecto a la masa total del cuerpo, depende del caudal de sangre que fluye desde el núcleo a la piel) y, se basa en las siguientes hipótesis:

  El intercambio de calor por conducción desde la piel hacia el exterior es despreciable.

  La temperatura de cada compartimiento es uniforme (98°F (37°C) para el núcleo y 93°F (34) para la piel).

  El metabolismo, el trabajo externo y las pérdidas por respiración están asociados al núcleo.

  El intercambio de calor entre núcleo y piel tiene lugar por contacto directo (conducción) y a través del flujo de la sangre controlado por el mecanismo de termorregulación (convección).

3.1.2 Condiciones para confort térmico

Estudios realizados por Rohles (1973) y Rohles y Nevins(1971)en1600 estudiantes de edad universitaria revelaron correlaciones entre el nivel de confort , la temperatura, la humedad ,el sexo y la duración de exposición, La escala de sensaciones desarrollado a partir de estos estudios se llama "Escala de sensación térmica ASHRAE" y se presenta a continuación.

+3 MUY CALIENTE

+2 CALIENTE

+1 LIGERAMENTE CALIENTE

0 NEUTRAL

-1 LIGERAMENTE FRIO

-2 FRIO

-3 MUY FRIO.

El "clo" es una unidad usada para especificar el efecto de aislamiento producido por la vestimenta. Para un cuerpo desnudo corresponde un clo = 0 y para un traje típico de trabajo compuesto por saco, chaleco, camisa y pantalón, corresponde un clo = 1.

Se ha determinado que para condiciones de diseño correspondientes a 78°F (26°C), 50% de humedad relativa y 25.22mm. de Hg (0.933pulg.deHg) de presión de vapor , los individuos de ambos sexos muestran una sensación de confort después de un periodo de tres horas.

Por otro lado, dentro de las primeras horas de exposición los hombres sienten ligeramente más calor que las mujeres, bajo un mismo conjunto de temperaturas y humedades dadas. En ese sentido la humedad es el índice más significativo para determinar qué tan confortable se sienten los hombres con respecto a las mujeres.

En la siguiente figura se presentan las zonas de bienestar según la Norma de Confort 55 de ASHRAE[1] en términos de temperatura efectiva, basadas en actividades sedentaria y grados de vestimenta típicos para verano (0,5 clo) e invierno (0,9 clo) .El 80% de las personas, adecuadamente vestidas, encuentra el ambiente térmicamente aceptable dentro de estas zonas.

Se observa la amplitud de ambas zonas, sobre todo en lo que se refiere a

la humedad relativa. Su valor afecta al bienestar de las personas dentro de los límites antes indicados y en las proximidades de la neutralidad térmica.

Los niveles superiores e inferiores de humedad relativa para dichas zonas

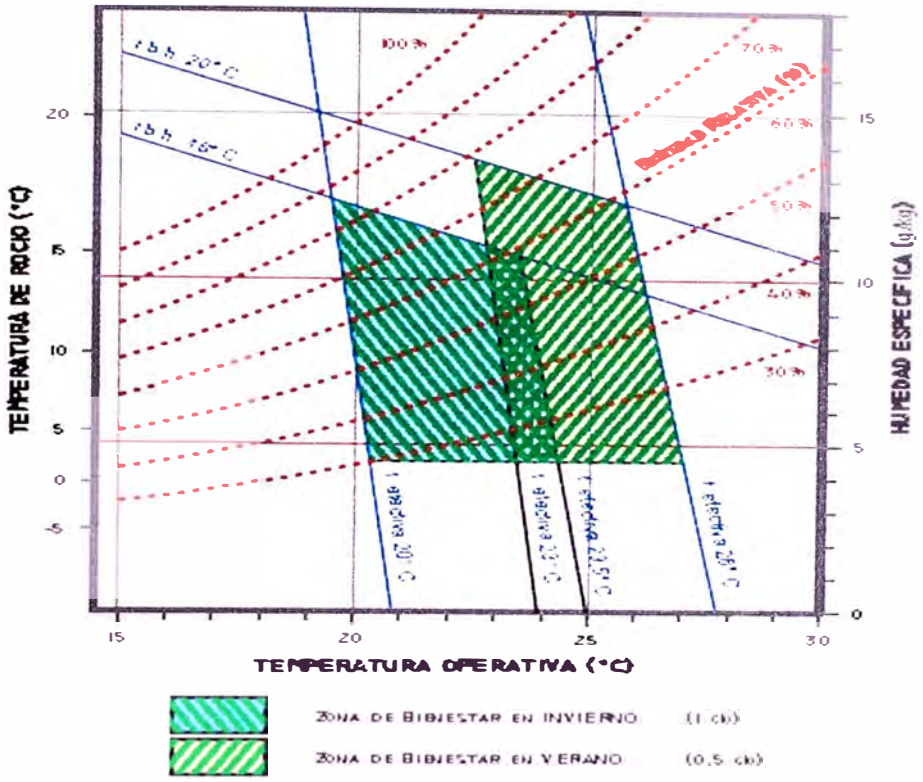


Figura 3.2 Abaco de confort según ASHRAE

De confort son menos precisos. A baja humedad se puede secar la piel y las superficies mucosas dando lugar a quejas sobre el confort debido a la sequedad de la nariz, la garganta, los ojos y la piel, es por ello que el Estándar 55 de ASHRAE recomienda que la temperatura del punto de rocío en espacios ocupados no debe de ser menor a 2,22°C. De la misma forma cuando la humedad es alta la sensación térmica por sí sola no es un índice confiable del confort térmico. El malestar al parecer es debido a la sensación de humedad en sí, al aumento de fricción entre la piel y la ropa y

otros factores. Para prevenir esto, Nevinset al. (1975). Recomienda que en las zonas de confort la humedad relativa no debe exceder el 60%, Las zonas de confort mostradas en la Figura 3.2 y las consideraciones mencionadas anteriormente son referenciales para cualquier tipo de ambiente; en el presente trabajo se desea climatizar un hospital es por ello que se especificarán los rangos de humedades relativas y las temperaturas de bulbo seco para cada ambiente específico del hospital.

3.1.3 Índices Ambientales

Existen muchos parámetros para describir el ambiente en términos de confort, los parámetros más usados para el diseño son los siguientes:

- Temperatura: El adecuado control de la temperatura del medio ambiente que circunda el cuerpo humano elimina el esfuerzo fisiológico de acomodación, obteniéndose con ellos un mayor confort y la consiguiente mejora del bienestar físico.

- Humedad: Una gran parte del calor que posee el cuerpo humano se disipa por evaporación a través de la piel. La evaporación se favorece cuando la humedad relativa del aire es baja y se retarda si ésta es alta, es por ello que la regulación de la humedad tiene una importancia tan vital como la de la temperatura para conseguir el confort térmico. Un exceso de humedad no sólo da como resultado reacciones fisiológicas perjudiciales, sino que también afecta a las cualidades de muchas de las sustancias contenidas en ambiente, como por ejemplo la ropa y los muebles.

- Temperatura del punto de rocío: Es una buena medida de humedad en el ambiente y es directamente relacionado con la presión de vapor de agua en el aire saturado. La utilidad de punto de rocío en específicas condiciones de confort es, como sea, limitado.

- Movimiento del Aire: La transferencia de calor del cuerpo por convección depende de la velocidad del aire en movimiento. Evidencias muestran que uno se siente más confortable en un ambiente caliente si el movimiento del aire es alto. Asimismo si la temperatura del ambiente es baja, uno se siente incómodo si el movimiento del aire es alto.

- Pureza del Aire: Las personas respiramos normalmente, alrededor de 15 Kg. de aire cada día, por lo que debemos de considerar la importancia que tiene su adecuada limpieza y renovación. La disminución de oxígeno y el aumento del anhídrido carbónico en el ambiente, la dilución de malos olores y la eliminación de partículas sólidas son factores que se deben tomar en cuenta no solo por lo perjudiciales que son para la salud sino también por las molestias que causan al ser humano. Asimismo el humo, ya sea producido en el interior de la del ambiente, debe ser evacuado a causa de lo pernicioso que resulta para la vista y el aparato respiratorio.

Por lo tanto se debe acondicionar el aire para conseguir una atmósfera sana y confortable controlando simultáneamente la temperatura, humedad, circulación del aire y limpieza del mismo de acuerdo a los requerimientos de la edificación.

3.2 CONDICIONES EXTERIORES DE DISEÑO

Son aquellas condiciones climatológicas existentes en el medio ambiente. Se consideran las siguientes condiciones para el proyecto:

3.2.1 Condiciones normales de Verano

Las condiciones normales de verano son recomendables en aplicaciones destinadas al confort o a la refrigeración industrial, en las que ocasionalmente es tolerable que se sobrepasen las condiciones ambientales del proyecto. Estas condiciones normales fijadas para el ambiente exterior consisten en admitir una simultaneidad de valores fijados para las temperaturas de los termómetros seco y húmedo y del contenido de humedad, las cuales se pueden sobrepasar algunas veces dentro del año y durante cortos periodos de tiempo.

3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES PARA ACONDICIONAMIENTO DE INTERIORES

3.3.1 Características generales de las cargas térmicas

a) Idealmente, cada ambiente del hospital provisto por unidades HVAC[2] debe tener climatización independiente, sino el aire acondicionado para cada área se verá comprometido, pues puede ocurrir contaminación cruzada. Un ejemplo típico de ello es que la ventilación de una sala de aislados por enfermedad infecciosa altamente contagiosa, no puede usarse con pacientes ambulatorios.

b) Típicamente, los ambientes son ocupados todo el tiempo. Para una adecuada flexibilidad, cada unidad de ventilación, enfriamiento y calefacción debe tener la opción de ser regulada o de apagarse.

c) La concentración de luz eléctrica es baja, pero la de pacientes es típicamente alta, las actividades son generalmente sedentarias o ligeras. La ocupación de las habitaciones es de naturaleza perentoria, con un mayor uso de las mismas durante el día, dependiendo del destino del ambiente. Por ejemplo si se trata de ambientes de consulta externa su uso mayor ocurre durante el día.

d) La extracción de aire se realiza usualmente por rejillas de extracción a 0.30 m sobre el nivel de piso terminado.

e) Las cargas de los ambientes y del hospital deben estar bien definidas, no debe haber necesidad de realizar futuros cambios en el diseño. Asimismo se deben dejar previstas cargas térmicas para ambientes que no posean climatización en el proyecto original.

3.3.2 Conceptos de diseño

Las grandes fluctuaciones y diversidad de carga de los ambientes requieren un diseño flexible para veinticuatro horas de confort. Además de abrir la ventana, la única forma de proveer control flexible de temperatura es tener componentes individuales e independientes para cada ambiente donde se pretende controlar frío y ventilación.

La deshumidificación se puede lograr mediante la reducción de la temperatura y el flujo de aire en el equipo. Asimismo, otra forma de deshumidificar es usar deshumidificadores desecantes.

Algunas personas son lo suficientemente sensibles a los sonidos es por ello que algunos equipos pueden perturbarlos cuando duermen. Niveles

superiores de ruido pueden ser aceptables en áreas comunes. Los Fan-Coil y las UMAS[4] son usualmente más silenciosos que los sistemas unitarios, también estos sistemas son más fáciles de reparar en caso de que algún componente falle.

3.3.3 Control de humedad

El control de humedad es de vital importancia para asegurar la calidad del aire, asimismo dicho control minimiza costosos problemas de moho y humedad en el hospital. La humedad puede introducirse a los ambientes de las siguientes maneras:

- Ingreso directo de aire sin acondicionar mediante los equipos de HVAC.
- Infiltración de la humedad a través de las puertas, ventanas, grietas, etc. ya que existe una inadecuada presurización del ambiente.
- La humedad se introduce a través de las paredes exteriores del edificio debido a una diferencia de presión de vapor.
- O también puede generarse un exceso de humedad debido a una carga latente interior.

Remover el vapor de agua del aire es el camino más factible para controlar el moho y los hongos. Se puede lograr un buen control de la humedad siguiendo las siguientes técnicas:

- Introducir aire seco de ventilación directamente a los ambientes
- Mantener una pequeña presión positiva en los cuartos para minimizar las infiltraciones de calor y humedad dentro de los mismos.
- Proporcionar una mayor capacidad de des humidificación al aire, haciendo que este ingrese por niveles inferiores de humedad a los

Establecidos para el ambiente.

- Mejorar el recubrimiento de los ambientes.

3.3.4 Clasificación de las ganancias de calor

La ganancia de calor es la razón por la cual el calor es transferido o Generado en el local. Esta ganancia de calor tiene dos componentes:

- Calor Latente: Se manifiesta en un incremento de la humedad del aire
- Calor Sensible: Se manifiesta a través de un aumento de la temperatura del aire.

Las cargas por calor sensible consideradas para el cálculo de los diferentes ambientes del hospital serán:

1. Transmisión de calor por superficies exteriores
2. Transmisión de calor por superficies interiores
3. Radiación Solar
4. Emisión de calor por los ocupantes
5. Calor inducido por ventilación
6. Calor desprendido por los aparatos

Asimismo las cargas de calor latente consideradas serán:

1. Humedad cedida por las personas
2. Humedad cedida por la ventilación
3. Calor latente procedente de aparatos

Otros parámetros

1. Ocupantes
2. Alumbrado:

Se considera una tasa promedio de 20 Watts por metro cuadrado, dato proporcionado por el proyectista de la parte eléctrica del proyecto.

3. Utensilios, equipos de laboratorio, equipos médicos; situación, potencia indicada, etc. se considerarán las cargas térmicas de los equipos que disipen calor, tales como equipos de rayos X, tomógrafos, equipos de mamografía, impresoras, televisores, computadoras, etc.

4. Horarios de funcionamiento:

   Los equipos de aire acondicionado tienen horarios de trabajo distintos dependiendo donde se encuentren ubicados; por ejemplo, los equipos de los recintos trabajan alrededor de 24 horas, las condiciones límites exteriores para el cálculo de la carga térmica se da en el mes de marzo.

5. Situación del equipo y servicios

   Los equipos y ductos se pueden colocar en las zonas donde existe cielo raso, asimismo el hospital cuenta con tragaluces por donde se puede realizar el recorrido de ductos de aire y extracción o tuberías de agua helada; para mayor detalle remitirse a los planos (Planos PL-02, PL-03, PL-04, PL-05 y PL-06)

6. Tarifa eléctrica

   El hospital tendrá la tarifa designada por la empresa eléctrica según las recomendaciones del proyectista eléctrico el hospital trabajará bajo la tarifa MT3, según OSINERGMIN[5], para instalaciones en la ciudad de Lima.

---

[5] OSINERGMIN: Organismo Supervisor de la inversión en Energía y Minas

3.4 TIPOS DE SISTEMAS

Existen varios tipos de sistemas de aire acondicionado que intentan controlar la temperatura, humedad y calidad del aire. Cada una de ellos posee características propias y el control ejercido sobre los parámetros de temperatura, humedad, pureza del aire, etc. no siempre se puede efectuar en su totalidad; especialmente cuando el aire se distribuye hacia espacios con características diferentes.

Los sistemas se clasifican en función de los fluidos que transportan la Energía térmica (calor o frío) hasta los locales.

Los tipos básicos son:

- Expansión directa
- Sistemas de Agua Helada

Aunque es posible que en una misma instalación existan varios sistemas, por ejemplo un sistema puede eliminar la carga térmica perimetral, y el otro la carga térmica del núcleo o interior.

A continuación se explicará los componentes específicos de cada sistema, sus variantes y las instalaciones donde estos pueden ser aplicados para facilitar una evaluación del sistema adecuado para el presente proyecto.

3.4.1 Sistemas de expansión directa

Los equipos de expansión directa utilizan el ciclo de refrigeración para llevar

A cabo la transferencia de calor entre el aire caliente de la sala y el refrigerante. El aire es forzado por un ventilador para que atraviese el serpentín evaporador por donde fluye gas refrigerante a baja temperatura.

En el equipo están incluidos los siguientes elementos:

- Toma de aire exterior: Aire para ventilación y refrigeración
- Toma de aire de retorno: Entrada de aire de retomo o recirculado
- Filtro: Elimina la suciedad del aire

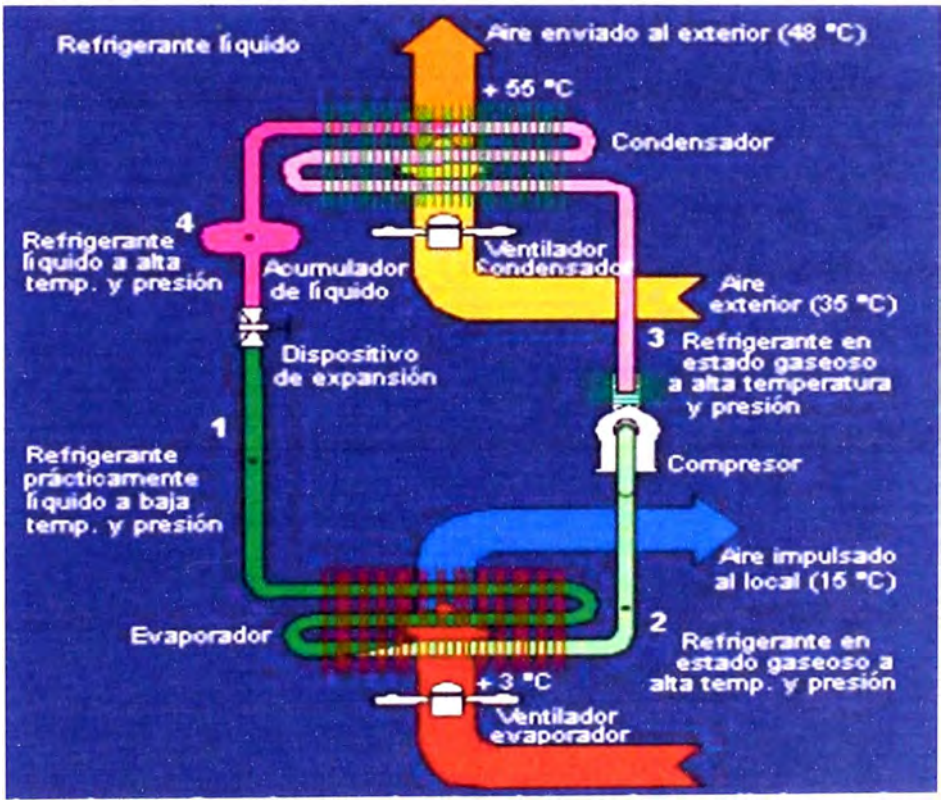


Figura 3.3 Ciclo de refrigeración

- Serpentín de enfriamiento: Enfría y seca el aire
- Ventilador: Propulsión de aire
- Rejillas: Distribución de aire dentro de cada espacio acondicionado
- Aparato de refrigeración (compresor, condensador, enfriador y tuberías):
- Elemento enfriador.

Adicionalmente se puede pedir al proveedor que el equipo conste con un serpentín de calefacción el cual sirve para calentar el aire en invierno y o para ciertos ambientes del hospital como la sala de operaciones y regular la humedad, o se puede optar por convertir la unidad en bomba de calor:
Si el ambiente es de dimensiones mayores se le pueden añadir ductos para distribuir el aire a las distintos zonas.

Estos equipos pueden ser compactos y divididos, los compactos conforman una sola unidad, mientras que los divididos están formados por dos o más unidades. En cuanto al servicio que prestan, los equipos se denominan unitarios, si se trata de equipos independientes en cada habitación, o individuales cuando un solo equipo atiende a varios ambientes del local.

a) Equipo portátil:

Este es un equipo unitario compacto o dividido de descarga directa y transportable de una habitación a otra, este tipo de equipos solamente requiere de una sencilla instalación constando de una abertura en el marco o el cristal de la ventana o pared para permitir el paso de un pequeño tubo, por sus características resuelve de forma adecuada las necesidades mínimas de acondicionamiento en habitaciones o en espacios pequeños.

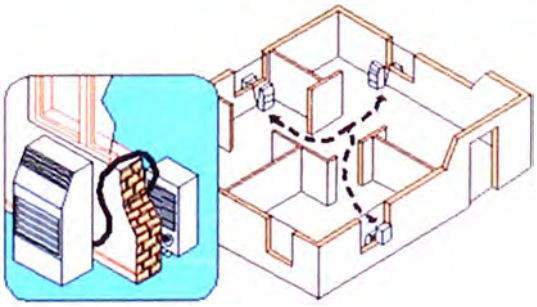


Figura 3.4 Equipo dividido tipo portátil

b) Equipo de ventana:

Los equipos de ventana son unitarios, compactos y de descarga directa, normalmente se colocan uno por cada habitación o si el área es grande se colocan varios según los requerimientos. La instalación se realiza en una ventana o muro, ya que en la sección posterior del equipo se tiene la toma de aire fresco y la descarga el aire viciado Figura 3.5 Asimismo es un equipo cuya capacidad normalmente llega hasta las 6000 frigorías, Compuesto básicamente de los elementos que se indican:

- Gabinete o carcaza de montaje.
- Compresor hermético blindado.
- Condensador y evaporador con serpentín de tubos de cobre y aletas de aluminio.

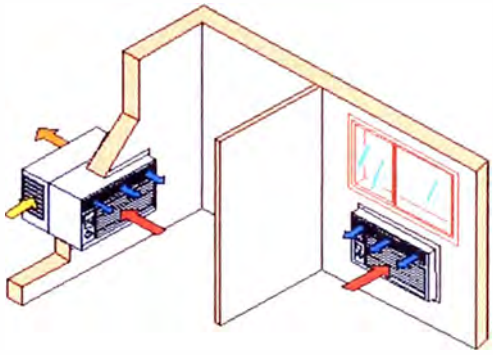


Figura 3.5 Equipo unitario tipo ventana

- Ventilador centrífugo para el evaporador y helicoidal para el condensador, con motor de accionamiento común.
- Sistema de calefacción por resistencia eléctrica o bomba de calor.

En la figura 3. 6 se muestran en forma esquemática los componentes de un equipo individual y la forma en que circula el aire a través del mismo

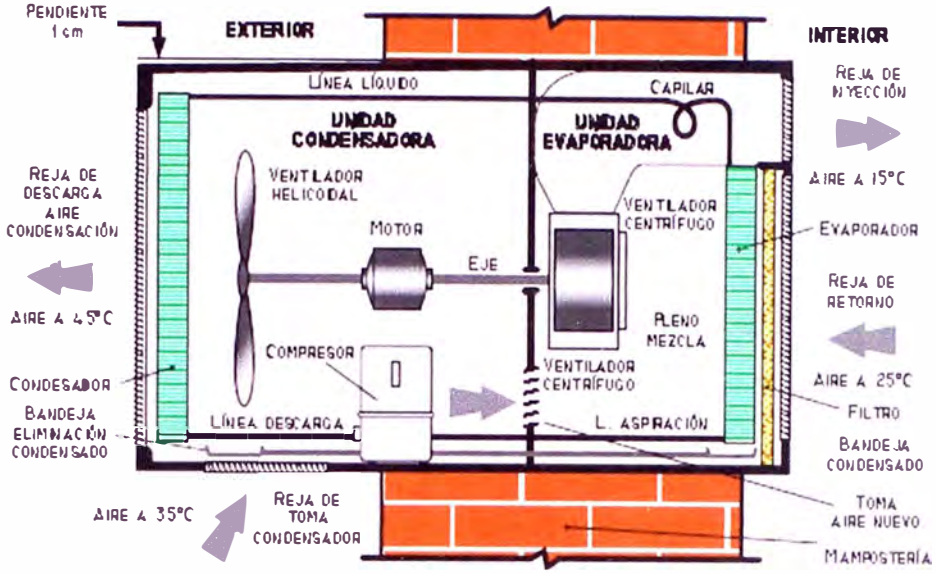


Figura 3.6 Esquema de funcionamiento de equipo individual de aire

c) Equipo tipo consola:

Estos equipos son unitarios, compactos y de descarga directa, se puede colocar una consola o varias por cada habitación, la instalación se realiza pegado a un muro ya que requiere de una toma de aire exterior. Se pueden colocar en el suelo o colgado del muro.

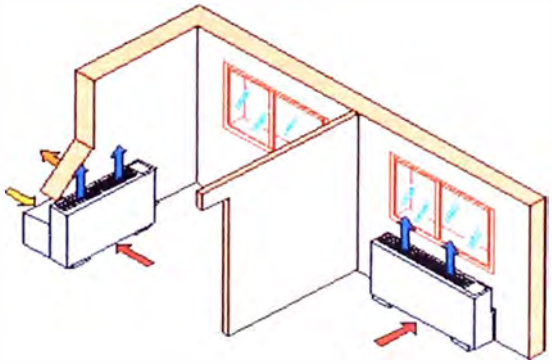


Figura 3.7 Equipo unitario tipo consola

d) Equipos divididos tipo mini-split:

Este tipo de equipos son unitarios y de descarga directa. Se diferencian de los compactos en que la unidad formada por el compresor y el condensador va en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se

instala en el interior, ambas unidades se conectan a través de las líneas de refrigerante. Con una sola unidad exterior se puede instalar una unidad interior (sistema split[6]) o varias unidades interiores (sistema multi-split). Las unidades interiores pueden ser de tipo pared, de techo o consolas, y todas ellas disponen de control independiente.

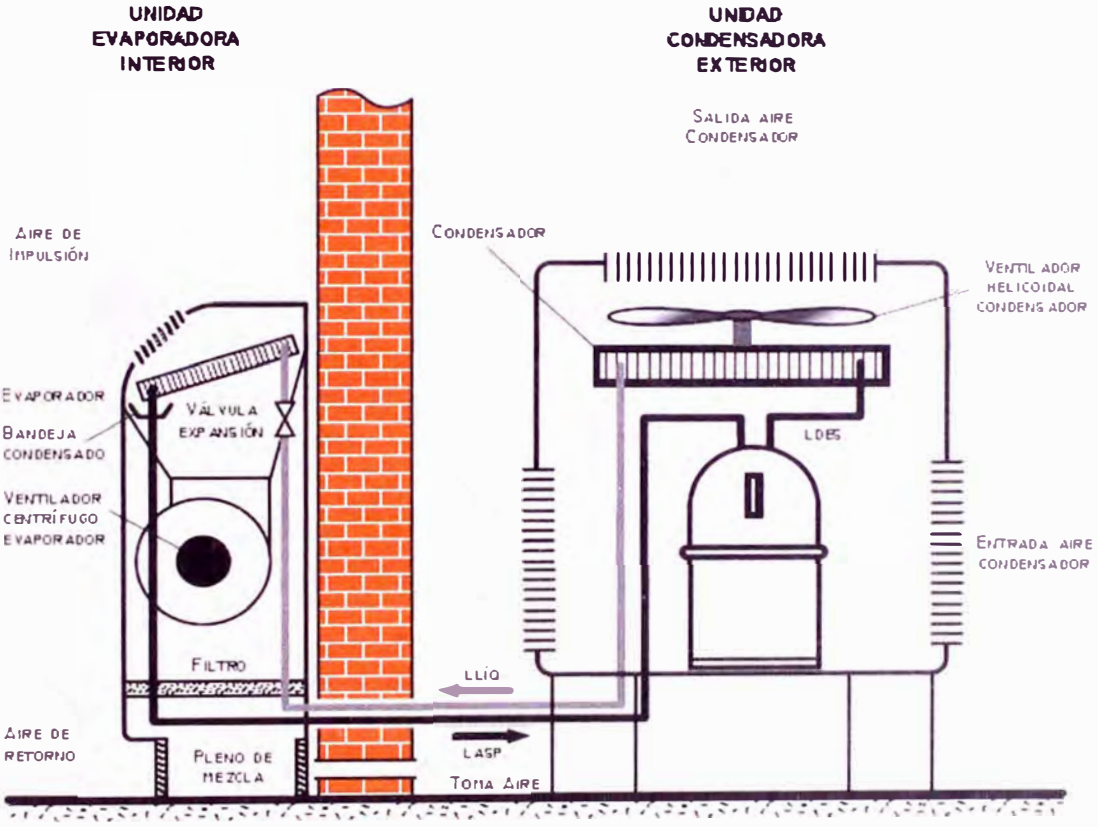


Figura 3.8 Esquema de funcionamiento de sistema split con consola interior

Estos sistemas son de expansión directa y se diferencian de los unitarios con equipos auto contenido por que utilizan unidades que están divididas en dos gabinetes uno exterior y otro interior, con la idea de separar el circuito de refrigeración, la zona de evaporación en el interior con la zona de condensación en el exterior.

[6] Split: Partido

Ambas unidades van unidas por medio de tuberías de cobre para la conducción del refrigerante y constituyen el sistema denominado sistema separado (split system).

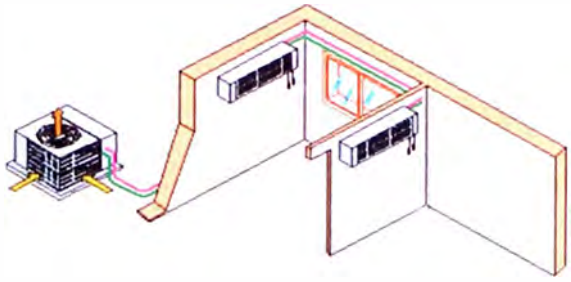


Figura 3.9 Equipo dividido con unidades multi-split.

e) Equipo compacto individual:

Es un equipo de descarga indirecta y cuya emisión de aire se realiza a mediante una red de conductos, difusores y rejillas de suministro; generalmente se instala un equipo para todo un conjunto del local. El control de los equipos es individual y se realiza de acuerdo con las condiciones de confort del sitio más representativo; po r ejemplo, en una vivienda se debería instalar el control (termostato) en la sala.

El equipo necesita una toma de aire fresco, es por ello que se le puede instalar en el techo, en el balcón, en el falso cielo o en un armario existiendo diferentes modelos horizontales y verticales.

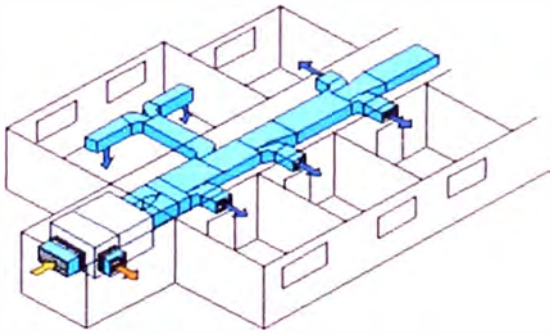


Figura 3.10 Equipo compacto individual.

f) Equipo dividido individual (splits ducto):

Es también un equipo de descarga indirecta cuya emisión del aire se realiza mediante una red de conductos, difusores y rejillas de suministro. Al igual que los equipos divididos unitarios está formado por dos unidades: el condensador se ubican en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior, conectada a la red de conductos; ambas unidades se conectan mediante tuberías por donde circula el refrigerante.

Como en el caso anterior, se suele instalar un equipo para toda el área y el control se realiza de acuerdo a las condiciones de confort de la habitación más representativa. Para asegurar una correcta ventilación de las áreas acondicionadas, la unidad interior requiere una toma de aire del exterior.

El control de estas unidades autónomas suele ser escalonado. En la mayoría de los casos el ventilador funciona continuamente.

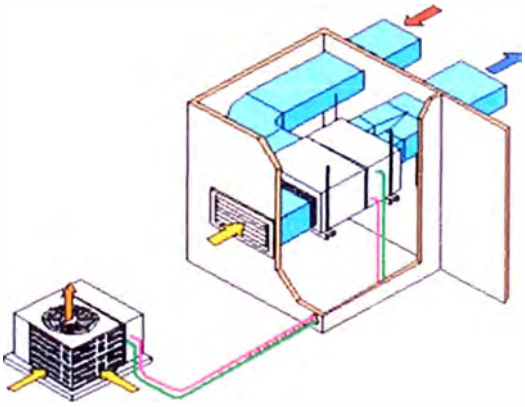


Figura 3.11 Esquema de un equipo dividido individual.

Este tipo de unidades encuentran su aplicación en habitaciones grandes y en zonas segregadas. También se instalan en residencias particulares, oficinas, establecimientos comerciales o grupos de oficinas que constituyen zonas individuales.

La desventaja de los equipos compactos se debe a que todo el sistema de refrigeración se encuentra en un solo equipo; esto implica que la instalación se debe realizar en alguna pared o ventana de tal forma que la parte del condensador quede ventilado por el aire exterior. Las perforaciones realizadas traen consigo infiltraciones de aire y ruido, además se condiciona a que los ambientes posean paredes exteriores, ya que si algún ambiente se encuentra en la zona central del edificio no podrá optar por este tipo de sistema.

Por su parte la desventaja de los equipos divididos es que cada uno de ellos necesita una unidad condensadora, o también llamada unidad exterior, en un ambiente que posea ventilación (techos, balcones, jardines adyacentes, etc.); esto condiciona, si se tiene pensado colocar varios de estos equipos en un edificio, a que se prevea un ambiente lo suficientemente espacioso para colocar las unidades condensadoras.

3.4.2 Sistemas de agua helada

El sistema todo agua es aquel en que en el espacio acondicionado hay unidades terminales individuales denominadas Fan-Coil o UMAS, según sea el caso en las que circula agua helada, tratándose de un sistema De verano o caliente tratándose de un sistema de invierno; por los serpentines y con ventiladores se difunde el aire en el local.

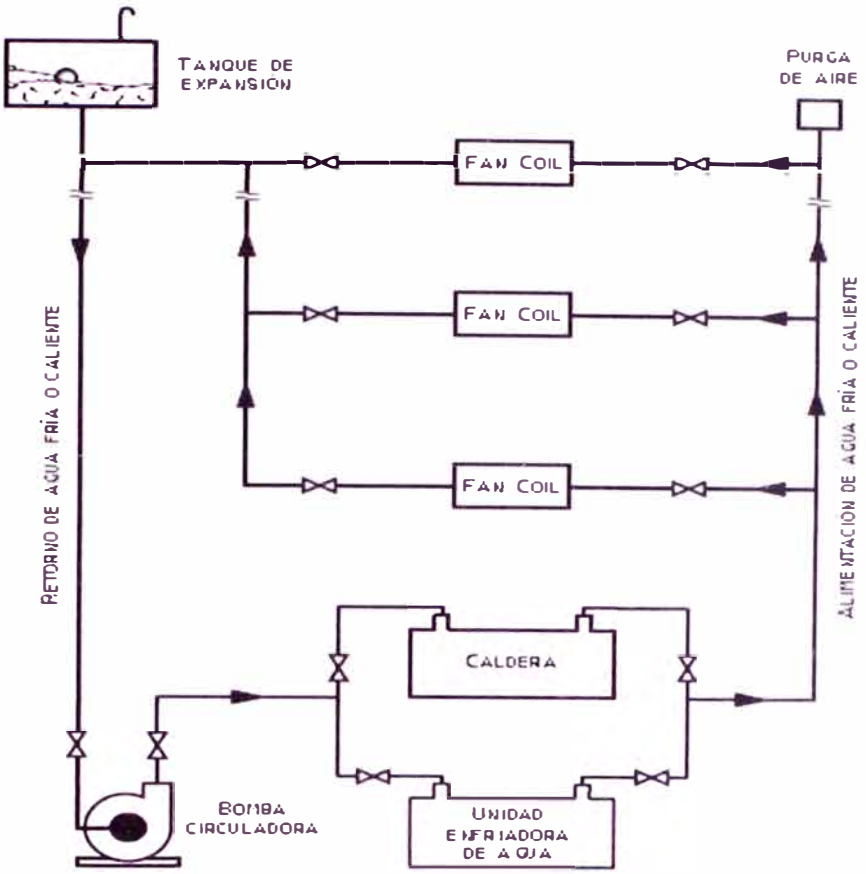


Figura 3.12 Detalle esquemático de montaje de un sistema todo agua

El agua se la distribuye mediante bombas y cañerías desde una unidad enfriadora de agua o una caldera ubicada en forma remota, según el esquema que se muestra en la figura 3.12, siendo un sistema muy utilizado en aplicaciones residenciales o departamentos, hoteles, hospitales, oficinas, clínicas, escuelas, etc.

Características del sistema

El sistema de aire acondicionado todo- agua está conformado por los siguientes componentes básicos:

- Unidades terminales (UMA o Fan-Coil).

- Planta de tratamiento del agua compuesta por unidad enfriadora y/o caldera.
- Sistema de distribución, mediante cañerías y bombas.

Unidad Terminal

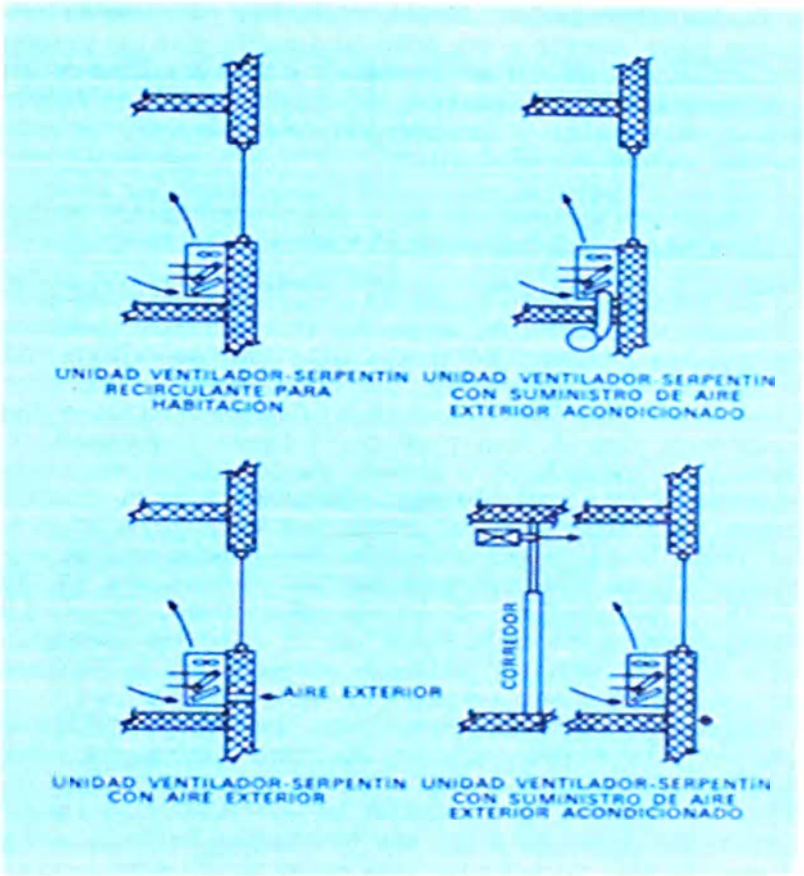
Es un gabinete construido en perfiles de aluminio ensamblado con paneles de chapa de acero pared interior y exterior con aislamiento de poliuretano inyectado de 25 mm de espesor y densidad media de 40 kg/m^3 con un serpentín fabricado en tubo de cobre de ½" por el cual circula agua fría proveniente de la unidad de enfriamiento y ventiladores centrífugos que provocan la circulación del aire del local.

Cada unidad terminal (UMA o Fan Coil) contiene los siguientes elementos:

- Toma de aire exterior: Aire para ventilación y refrigeración
- Toma de aire de retorno: Entrada de aire de retomo o recirculado
- Filtro: Elimina las suciedad del aire
- Serpentín de enfriamiento: Enfría y seca el aire.
- Ventilador: Propulsor de aire
- Rejillas: Distribución de aire dentro de cada espacio acondicionado

El aire exterior se introduce a través de la pared o el plenum en cada unidad o por medio de una toma exterior de aire ubicada en el equipo en el caso que este se encuentre ubicado en el techo. Cada una de estas unidades está combinada con una central donde se sitúa el enfriador de agua llamado Chiller; además también se deben considerar el empleo de bombas, tuberías de agua y torre de enfriamiento si fuera el caso.

La temperatura de la habitación se controla por medio de una válvula de doble vía para agua situada al ingreso o salida de la unidad terminal (UMA o Fan-Coil)[7]



3.13 Unidades serpentín ventilador (fan coil) de habitación

Adicionalmente, el serpentín ventilador (Fan-Coil) pueden contar con serpentines de calentamiento de aire, los cuales sirven para estaciones intermedias del año.

3.5 CENTRAL DE REFRIGERACIÓN

El diseño de una planta eficiente y confiable es esencial para asegurar el normal funcionamiento del hospital, debido a los equipos de alta tecnología Con que cuenta el hospital y que requieren de aire frio y con requerimientos

[7]UMA: Unidad Manejadora de Aire; Fan Coil: Unidad Terminal de menor caudal que la UMA

de humedad se hace imprescindible contar con una central confiable. El enfriador de agua (chiller) puede operar eficientemente a carga parcial, es donde radica una de sus ventajas. Se ha considerado como medida de seguridad en caso de que el equipo falle contar con otro chiller en redundancia en caso de que uno de ellos falle.

Los enfriadores de agua (*chillers)* deben poseer múltiples compresores para poder seguir trabajando a carga parcial si es que alguno de los compresores falla, además esta condición mejora el control sobre la carga térmica.

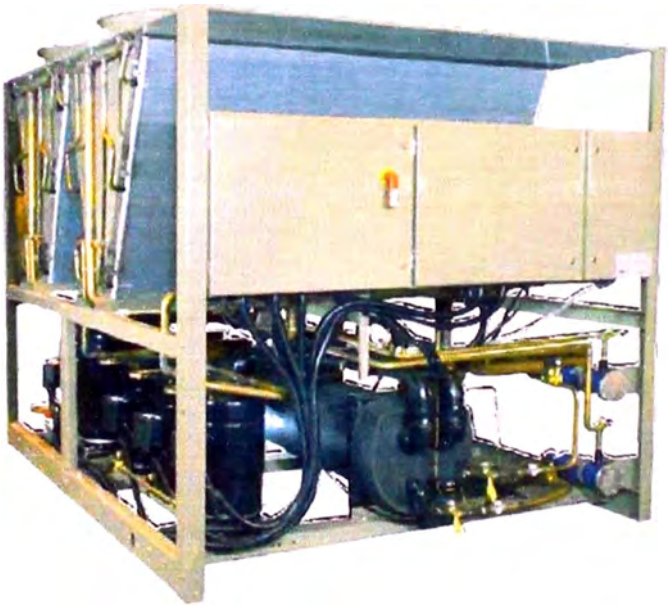


Figura 3.14 Enfriador de agua (*Chiller*)

Las torres de enfriamiento, bombas, etc., deben tener las mismas consideraciones.

Estos sistemas son aplicables en los edificios de muchas habitaciones, como hospitales, hoteles, universidades, moteles, oficinas de fábricas y centros médicos.

3.6 SELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA

La mayoría de hospitales utiliza sistemas de agua helada o sistemas de expansión directa para los ambientes en sus diferentes servicios. Dentro de los sistemas centralizados podemos encontrar los siguientes tipos de procesos de acondicionamiento con UMAS o Fan Coils:

- Por ventilo-convectores; tipo Fan-Coil
- Por inducción; con unidades manejadoras de aire
- Instalaciones mixtas de a dos y cuatro tubos

Asimismo dentro de los sistemas de expansión directa podemos encontrar las siguientes variantes más recurrentes:

- Equipo divido tipo individual (split para ductos)
- Equipo divido tipo mini-split

La selección de un sistema en particular debe estar basada en lo siguiente:

- Costo inicial, adquisición e instalación de los equipos
- El costo de operación, consumo de energía
- Y el costo de Mantenimiento

Tanto el sistema serpentín ventilador (UMA o Fan-Coil) como los sistemas de expansión directa presentan una variedad de configuraciones, tales como horizontales, verticales, montaje interior, montaje exterior.

Los equipos deben estar dispuestos en la habitación de forma que provea una excelente difusión de aire sin crear espacios incómodos. El aire no debe ser insuflado directamente sobre la cabeza de la cama y se debe

mantener la inyección de aire frío lejos del paciente.

Los equipos son comúnmente localizados sobre el falso cielo en la entrada de la habitación, sobre el falso cielo en el baño, en los perímetros de los cuartos de hospitalización o pasillos, en otros casos estos se ubican en el techo de la zona a climatizar, siempre y cuando la arquitectura del hospital lo permita, es fundamental ubicar el equipo de manera que el recorrido del ducto sea el más corto posible, por consideraciones de costos.

Se prefiere proveer de aire fresco a la habitación directamente; normalmente el aire exterior es acondicionado por una unidad de tratamiento de aire y distribuido por ductos a las habitaciones. Este suministro de aire fresco asegura las condiciones de confort y permite un balance de aire (ambientes presurizados) incluso durante el funcionamiento a carga parcial del equipo, asimismo controla el moho y la presencia de hongos. En el caso de las zonas estériles como es el caso de los quirófanos, unidades de cuidados intensivos, Central de esterilización es imprescindible el uso de filtros de alta eficiencia.

Las unidades de HVAC, ya sean serpentín ventilador (UMAS o Fan-Coil) o sistemas expansión directa, son normalmente controladas por termostatos, los cuales poseen controles para regular temperatura, humedad y velocidad del ventilador. Asimismo tienen la opción de apagar y encender el equipo.

Luego de mencionar algunas características de estos sistemas, podemos resumir los principales parámetros a comparar de ambas opciones en la

siguiente tabla.

Tabla 3.1 Características de los sistemas de expansión directa y agua helada (Datos consultados a empresas proyectistas GCI S.A.C y Coinrefri S.A.C)

PARAMETROS	SISTEMAS DE AGUA HELADA	SISTEMAS DE EXPANSIÓN DIRECTA
Temperatura	Excelente	Regular
Humedad	Bueno	Regular
Renovación de Aire	Regular	Malo
Filtración	Regular	Malo
Nivel Sonoro	Bueno	Bueno
Integración	Excelente	Malo
Flexibilidad	Excelente	Bueno
Coste de instalación	Regular	Bueno
Coste de funcionamiento	Excelente	Bueno
Coste de mantenimiento	Excelente	Excelente
Coste de operación	Bueno	Malo
Tiempo de servicio	15 años aproximadamente	6 años aproximadamente
Eficiencia	Bueno	Regular
Fiabilidad	Excelente	Bueno

En el caso de utilizar equipos serpentín ventilador (fan-coil), se prefiere colocar estos en la entrada de la habitación, sobre el falso cielo, debido a que el flujo de aire puede ser direccionado fácilmente por los ductos. Asimismo posicionarlos en esta zona permite una relativa accesibilidad para el mantenimiento. En el caso de optar por las unidades de tratamiento de aire, en algunos casos se podrá contar con el espacio mecánico suficiente en el entretecho, en otros casos se deberá optar por la instalación fuera del recinto a climatizar o en el techo.

Muchas de las unidades son diseñadas para descarga libre, es por ello que los difusores se seleccionan teniendo en cuenta las recomendaciones del

fabricante con respecto al nivel de ruido y el caudal de aire. Por otro lado, la inyección de aire no debe interferir con las cortinas o con las paredes.

Otros factores que deben ser considerados son:

- Niveles de ruido aceptables en todos los modos de operación
- Un adecuado tamaño de las rejillas y difusores
- Fácil acceso para el mantenimiento, reparación y reemplazo de filtros.

La ventilación y extracción de aire deben respetar las normas hospitalarias Nacionales conjuntamente con las normas hospitalarias extranjeras al respecto, como la norma UNE 10713:2005 y los criterios de ASHRAE en lo que respecta a la presión a considerar en los ambientes (presión positiva o presión negativa), así como el número de renovaciones de aire por hora en los ambientes hospitalarios a climatizar.

Además es conveniente mencionar que la capacidad total instalada en los sistemas de unidad central de agua helada es menor respecto a los sistemas de expansión directa ya que se trabaja con la máxima carga Térmica simultánea.

Un impedimento que presentan los sistemas de expansión directa es la distancia máxima entre la unidad evaporadora y condensadora. Estos sistemas tienen dentro de su circuito de refrigeración gas refrigerante mezclado con aceite, el cual lubrica el motor del compresor, es por ello que si se disponen recorridos muy extensos, mayores a 50 metros, el compresor podría quedarse sin el aceite necesario para lubricar sus

Piezas y el sistema colapsaría. Es por ello que se tiene que tener mucho cuidado al ubicar las unidades condensadoras y evaporadoras dentro de una edificación. Por otro lado los sistemas de agua helada no presentan este impedimento ya que en vez de refrigerante con aceite lo que circula por su circuito de refrigeración es agua, la cual es bombeada por una bomba centrífuga y la distancia no es un problema ya que se selecciona la bomba con respecto al caudal y la caída de presión a vencer.

Luego de señalar las bondades y debilidades de cada sistema y de evaluar los criterios señalados en el punto 3.5.2 se elige diseñar un sistema centralizado de agua helada.

3.7 VENTILACIÓN GENERAL EN HOSPITALES

Existen distintas normas específicas aplicables al diseño, control y mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado de los centros sanitarios, entre las que cabe destacar la norma UNE-100713:2005, sobre instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales, la UNE-EN ISO 14644, sobre salas limpias y locales anexos, el HVAC Desing Manual for Hospital and Clinics, publicado por la American Society of Heathing, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), los Criterios de Centers for Disease Control and Prevention (CDC), así como recomendaciones de tipo general para la prevención de infecciones quirúrgicas, redactadas y promovidas por la autoridad laboral competente de las diferentes comunidades autónomas donde esté ubicado el centro sanitario. En las notas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo de España NTP (N° 859) se comentan los criterios que deben cumplir los sistemas de acondicionamiento de aire según

la norma UNE-100713:2005 y otras normas relacionadas, partiendo de la base de que los conocimientos básicos sobre ventilación general por dilución y las especificaciones y clasificación de tipos de aire son conocidos. Para una mayor información sobre el tema se puede consultar la NTP N° 742 sobre ventilación general de edificios.

Las unidades técnicas de acondicionamiento del aire deben de estar diseñadas para asegurar la circulación del caudal de aire necesario entre los diferentes ambientes, disponiendo de accesos fáciles, que permitan llevar a cabo las tareas de limpieza, desinfección, mantenimiento y cambio de filtros.

El sentido de la circulación del aire en ambientes hospitalarios será de las zonas más limpias hacia las zonas más sucias, y las condiciones termo-higrométricas han de ser las adecuadas para cada lugar, y todo ello, sin que el nivel de presión sonora supere los 40dB(A) en el peor de los casos. En las tablas 3.2 y 3.3 se indican los valores mínimos y máximos de temperatura y humedad, según la norma UNE 1007 13:2005 y ASHRAE, así como los valores máximos de presión sonora permitida según norma UNE 100713:2005

Tabla 3.2 Condiciones termo-higrométricas [3]

LOCAL	UNE 1007 13.2005 ESTÁ RELACIONADO CON				NTP 742 ASHRAE			
	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA (HR)		TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA (HR)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
En todo el centro sanitario	26 °C	24 °C	55%	45%	24 °C	21 °C	60%	30%
Quirófanos	26 °C	22 °C	55%	45%	24 °C	20 °C		

Tabla 3.3 Nivel de presión sonora [3]

LOCAL	PRESION SONORA
Sala de reanimación de quirófanos Habitaciones (todas) cuidados intensivos	35 dB(A)
Resto del hospital	40 dB(A)

3.7.1 Clasificación de los sectores del hospital y exigencias de cada zona

Por razones higiénicas, en un hospital existen diferentes tipos de exigencias con respecto a la presencia de gérmenes, en el aire impulsado y en el ambiente. Según la norma UNE 100713:2005 los locales se clasifican en dos clases:

- Locales clase I con exigencias muy elevadas de asepsia.
- Locales de clase II con las exigencias habituales.

Los primeros disponen de tres niveles de filtración del airey los segundos de dos. Las clases de filtros requeridos en cada caso se indican en la tabla 3.5
La circulación de aire entre locales de diferentes clases solo es admisible cuando se realiza desde locales con requisitos de calidad de aire elevados con respecto a la presencia de gérmenes, hacia locales con requisitos menos exigentes. Por este motivo, han de proveerse exclusasde aire en los siguientes casos:

- Entre locales de clase I y de clase II
- Entre locales de clase I y el exterior
- Entre locales de la misma clase I, cuando sea necesario (por ejemplo: entre quirófanos y zonas de cuidados intensivos)

Para que la función de estas exclusas quede asegurada es necesario que nunca puedan estar abiertas a la vez la puerta de entrada y salida.

3.7.2 Tomas de aire exterior y salidas de expulsión

Tanto por exigencias técnicas como higiénicas, la situación de las rejas de Toma y expulsión de aire son importantes para la calidad del aire interior y Para evitar riesgos de contaminación hacia edificios colindantes.

Las distancias recomendadas por la norma UNE[3]-100713:2005 están descritas en la tabla 3.4 Son distancias mínimas que deben ser objeto de estudio en cada caso debido, a la variabilidad de las condiciones meteorológicas, a la orografía del terreno y a las estructuras de los edificios colindantes.

Tabla 3.4 Distancias mínimas de separación [3]

FUENTE DE CONTAMINACION	DISTANCIA MINIMA (m)
Lugar de circulación de vehículos	10
Cubiertas o tejados	2.5
Terreno	2.5

Las distancias mínimas que debe haber entre la descarga de aire contaminado y la toma de aire dependerán, del grado de contaminación del aire descargado, de lavelocidad de la descarga y del caudal del efluente. Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$d = 0.004\sqrt{Q}\,(\sqrt{f} \pm \frac{V}{2}) \qquad (3.1)$$

d: la distancia mínima de separación, en m

Q: caudal del efluente, en l/s

f: factor de dilución.

V: velocidad de la descarga, en m/s.

[3] UNE 100713, Norma española: Instalaciones de acondicionamiento de aire en Hospitales setiembre del 2005

Según la dirección de la descarga, el signo que se toma será positivo o negativo y dependerá de si la dirección de la descarga con respecto a la toma de aire es a favor o en contra. El factor de dilución varía según la clase de efluente según se indica en la tabla 3.6

3.7.3 Quirófanos

Por las altas exigencias de calidad de aire por el tipo de trabajo que se realiza en los quirófanos, estos reciben un tratamiento diferenciado en función de las características específicas de su uso.

a) Clasificación

La norma UNE 100713:2005 clasifica los quirófanos como locales de clase I, lo que indica, como ya se ha comentado anteriormente, que se trata de locales con altas exigencias respecto a la presencia de gérmenes. Según la experiencia, en los quirófanos, es necesario impulsar un caudal mínimo de aire de 2400 m3/h para garantizar una concentración media de gérmenes en el aire (k_R*)

Tabla 3.5 Clases de filtro de localización [3]

NIVEL DE FILTRACION (clase de local)	CLASE DE FILTRO	NORMA	LOCALIZACION
1 (I, II)	F5 (40% <60%)	UNE – EN 779	En la toma de aire exterior, si la longitud del conducto es >10m, sino, en la entrada de aire de la central de tratamiento o después de la eventual sección de mezcla.
2 (I, II)	F9 (>95%)	UNE – EN 779	Después de la unidad de tratamiento de aire y al comienzo del conducto de impulsión
3 (II)	H13 (99.95%)	UNE – EN 1822-1	Lo más cerca posible del local a tratar. En locales clase I,en la propia unidad terminal de impulsión de aire.

Tabla 3.6 Clases de efluentes [3]

CLASE DE EFLUENTE	PROCEDENCIA DEL AIRE	VALOR DE f
1	Espacios sin fuentes de contaminación definidas como oficinas, aulas, salas de conferencias, tiendas, habitaciones de hoteles	5
2	Espacios que pueden tener una leve contaminación, salas de fotocopiadoras, comedores, restaurantes, vestuarios, aseos de accesos restringidos cocinas de viviendas, aire procedente de locales donde se fuma ocasionalmente	10
3	Espacios con significados indicios de contaminación, aseos públicos, aseos de hospitales, ventilación general de cocinas comerciales, laboratorios y lavanderías en seco, piscinas, ventilación primaria de redes de evacuación de aguas fecales, aire de locales donde su fuma moderadamente	15
4	Espacios con gases o humos molestos o tóxicos, cabinas de pinturas, garajes, campanas de cocinas, campanas de laboratorios, almacén de productos químicos, salas de maquinaria frigorífica, salas de almacenamiento de ropa sucia, chimeneas de aparatos que queman combustibles gaseosos, locales donde se fuma mucho	25
5	Aire que contiene concentraciones elevadas de partículas, bio-aerosoles o gases peligrosos como chimeneas de calderas de combustibles sólidos o líquidos, campanas de humos sin tratamientos, torres de refrigeración y condensadores evaporativos	50

Producidos exclusivamente en el propio quirófano, sin que existan grandes diferencias entre distintos puntos del mismo cuando están dotados de un sistema por difusión de mezcla de aire y un mínimo de 20 movimientos /h. A este caudal de aire se le llama caudal de referencia.

El grado de contaminación μ_s se define por la relación entre

$$\frac{K_S}{K_R} \tag{3.2}$$

Dónde:

k_S: es la concentración media de gérmenes en el área de protección, considerando como tal la zona de operaciones y mesa de instrumental.

k_R: es la concentración media de gérmenes en el aire del quirófano con un caudal de aire impulsado igual al de referencia.

La norma UNE-EN ISO 14644-1:2000, sobre salas limpias, se ajusta a las necesidades de calidad del aire requeridas en el quirófano y en consecuencia se ha utilizado como referencia para la clasificación de los diferentes tipos de quirófanos. La clasificación se basa en las características de la intervención y en el riesgo de infección postoperatorio. De acuerdo con esta norma los quirófanos se clasifican en: quirófanos tipo A, que son los que tienen un nivel de asepsia más elevado, quirófanos tipo B que corresponden a un nivel intermedio en cuanto a la exigencia de asepsia y quirófanos tipo C cuando el nivel de exigencia frente a la contaminación por agentes biológicos es menos exigente.
En la tabla 3.7 se especifican las diferentes clasificaciones de los quirófanos según las distintas normas.

b) Ventilación

Tomando como base la norma UNE-EN ISO 14644-1:2000 y desde un punto de vista preventivo frente a las infecciones quirúrgicas en los quirófanos, la ventilación puede ser de flujo unidireccional o turbulento y el número de aportaciones de aire exterior tiene que ser igual o superior a 20 renovaciones / hora.

En los quirófanos de clase A, se admite tanto el sistema unidireccional como turbulento, aunque se recomienda el sistema unidireccional. En este caso se admite la recirculación del aire, que debe ser del mismo quirófano y tratada

de igual manera que el aire exterior. Se recomienda un mínimo de 35 movimientos/h. En los quirófanos de clase B y C se admite el régimen turbulento y en caso de los quirófanos de clase B los movimientos del aire deben ser de 20 por hora, siendo el aire del 100% exterior. En los quirófanos de clase C los movimientos de aire tienen que ser iguales o superiores a 15 por hora y también con un aire 100% exterior.

Tabla 3.7 Tipos de quirófanos y su clasificación según UNE[3] [3]

TIPO DE QUIROFANO	UNE 100713:2005	UNE – EN ISO 14644-1:2000	DENOMINACION QUIROFANO	TIPO DE INTERVENCION
A	Clase 1	ISO clase 5	Quirófanos de alta tecnología. Cirugía especial.	Trasplantes de órganos, cirugía cardiaca, cirugía vascular, cirugía ortopédica con implantes, neurocirugía,...
B	Clase 1	ISO clase 7	Quirófanos convencionales	Cirugía convencional y de urgencias.Resto de operaciones quirúrgicas.
C	Clase 1	ISO clase 8	Quirófanos de cirugía ambulatoria	Cirugía ambulatoria. Salas de partos.

La norma UNE 100713:2005 indica que aunque con las tres etapas de filtración se obtiene una buena calidad del aire, se debe impulsar un caudal mínimo de aire exterior de 1200 m3/h, para mantener la concentraciónde los gases de anestesia y desinfectantes dentro de un nivel ambiental aceptable (≤ 0,4 ppm) en locales clase I, como es el caso de los quirófanos.

Esta norma indica, también, que para quirófanos con altas exigencias respecto a gérmenes, es necesario impulsar un mínimo de 2400 m3/h cuando están dotados de sistema de difusión por mezcla de aire, con un mínimo de 20 movimientos por hora.

La norma UNE-EN 13779:2008, sobre la ventilación de edificios no residenciales, indica como requisito para la climatización la recirculación del aire interior, y que el caudal de aire exterior aportado debe establecerse en función de la tasa de aportación de contaminante al ambiente de quirófano y del valor límite ambiental (ventilación por dilución).

Aunque, según las distintas normas, existen divergencia de criterios no se exige que el aire de ventilación de quirófanos sea totalmente exterior. Deberá serlo en la medida que se evite una concentración de contaminantes químicos por encima de los niveles establecidos como límites ambientales, como son los valores límites de exposición profesional que se pueden consultar en la NTP [4] Nº 606 sobre exposición laboral a gases anestésicos.

Pero acerca de nuestra realidad, muchas veces en los quirófanos de los hospitales el cambio del filtro absoluto no es realizado de manera oportuna, por lo que optar por un sistema de recirculación en quirófanos no sería muy conveniente. Por lo que optar por un sistema de 100% de aire exterior me parece que se adapta más a nuestra realidad, pues esto ayudaría en la sanidad de la sala en caso de no realizarse el reemplazo del filtro en su oportunidad.

En la tabla 3.8 se resumen los caudales de ventilación, así como las condiciones termo-higrométricas, sobrepresión y tipos de filtro según la clase de quirófano.

[4] Norma Técnica previsional del Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.

Tabla 3.8 Caudal de ventilación, mov / horas de aire, temperatura y filtros [3]

TIPO DE QUIROFANO	CAUDAL MINIMO DE AIRE IMPULSADO	MOVIMIENTOS / HORA (MH)	TEMPERATURA HUMEDAD	PRESION	FILTROS
Clase A	2400 m^3/hora 1200m^3/hora (aire exterior)	Mínimo 30	18°C – 26°C 45 – 55% de humedad	+20 Pa a +25 Pa	F5/F9/H14
Clase B		Mínimo 20	18°C – 26°C 45 – 55% de humedad		F5/F9/H13
Clase C	1200 m^3/hora (aire exterior)	Mínimo 15			

3.7.4 Exigencias de climatización en diferentes zonas del hospital

En la tabla 3.9 (página siguiente) se detallan diferentes tipos de locales, su clasificación y caudales de aire de ventilación indicadospor la norma UNE 100713:2005 y se comparan con los indicados por la American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE). Además, se indican las referencias de Otros criterios.

Tabla 3.9 Comparación entre los criterios de ventilación de la norma UNE 100713:2005 y los criterios ASHRAE y referencias de otros criterios. [3]

ÁREA HOSPITALARIA	UNE 100713:2005		ASHRAE					OTROS CRITERIOS.
	Clasificación local	Caudal mínimo aire Exterior (m3/(h.m^2))	Presión	Renovaciones aire exterior/hora	Renovaciones Totales/hora	Todo extraído	Recirculación	
QUIRÓFANOS Y ÁREAS CRÍTICAS								
Quirófanos clase A y B	I	Ver tabla 3.8	positiva	5	25		no	UNE-EN ISO 14644–1:2000. Salas limpias
Sala de partos	I	15	positiva	5	25		no	
Sala de reanimación	II	15		2	6		no	
Cuidados Intensivos	II	30		2	6		no	
Neonatos	II	15		2	6		no	
Urgencias traumatologia			positiva	3	15		no	
Endoscopia digestiva	I	30	negativa	2	6		no	
Broncoscopia	I	30	negativa	2	12	si	no	
Sala de urgencias	II	30	negativa	2	12	si		
Sala de criba			negativa	2	12	si		
Sala de espera radiologia			negativa	2	12	si		
Sala de procedimientos			positiva	3	15		no	
HOSPITALIZACIÓN								
Habitación hospitalización	II	15		2	6			Criterios CDC.
Baño habitación	II		negativa	2	10	si		
Habitación hematologia Protección paciente	I	30	positiva	2	12		no	
Habitación aislamiento	II	10	negativa	2	12	si	no	
Antesala habitaciones aislamiento	II	10	negat/posi	2	10	si	no	
Pasillos	II	15	-	2	2			
DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES. RADIOTERAPIA. MEDICINA NUCLEAR								
Radiologia intervencionista hemodinámica			positiva	3	15		no	UNE-EN ISO 14644-1-10001. Salas limpias
Radiologia convencional	II	15			6		-	
Cuarto obscuro/sala revelar			negativa		10	si	no	
Sala de exploración. Despacho de visita					6			
Sala de tratamiento					6			
ESTERILIZACIÓN CENTRAL.								
Sala de equipos de esterilización	II		negativa		10	si		
Sala de limpieza-descontaminación	II		negativa	2	6	si	no	
Sala estéril. Óxido de etileno	II		negativa		10	si	no	
Sala limpia	I		negativa	2	4		no	
Almacén material estéril	II		negativa	2	4			
LABORATORIOS								
Bioquimica	II		positiva	2	6		no	NTP 373: La ventilación general en el laboratorio. INSHT. NORMA UNE-EN 13779:2008
Anatomia, Patologia, Histologia, Citologia	II		negativa	2	6	si	no	
Microbiologia	II		negativa	2	6	si	no	

3.7.5 Mantenimiento y control de las instalaciones de acondicionamiento de Aire.

Todos los equipos y unidades de tratamiento de aire deben estar concebidos y dispuestos de manera que puedan cumplir las exigencias que afectan a los conductos de distribución de aire, para que se puedan llevar a cabo las tareas de limpieza, desinfección y mantenimiento, incluyendo el cambio de los elementos filtrantes.

Para ello, las paredes interiores de las unidades de tratamiento de aire y el resto de los equipos, aparatos y conductos deben ser lisas y de fácil limpieza. En áreas importantes como Quirófanos, Centrales de esterilización, UCIs, etc., es recomendable que las paredes interiores de las UMAS sean de acero inoxidable.

Todos los componentes de las instalaciones de acondicionamiento de aire deben ser de fácil acceso, tanto en el lado de impulsión de aire como por el lado de salida de aire

Para que todo funcione correctamente se debe prestar atención a la limpieza sistemática de ductos, rejillas y unidades terminales en el caso de unidades centralizadas, igual consideración deben tener los equipos de expansión directa, y cuando proceda, a la desinfección de los humectadores de aire, incluyendo calderines de agua, baterías de calefacción o refrigeración y la bandeja de acumulación de aguas de condensación. Para ello los usuarios llevaran a cabo una serie de controles técnicos e higiénicos que se resumen en la tabla 3.10.

Tabla 3.10 Tipos de control que debe llevar el usuario [3]

CONTROLES TECNICOS	• Al sustituir los filtros absolutos, comprobar la ausencia de fugas a través del filtro y la estanqueidad en la junta • Verificar periódicamente el sentido del flujo del aire. Prestar especial atención a la posible reducción del caudal de aire por la variación de la perdida de carga en los filtros. El caudal de aire siempre debe permanecer constante
CONTROLES HIGIENICOS	• Comprobación higiénica de las instalaciones de acondicionamiento de aire especialmente en los ambientes clase I • Contaje de partículas y medición de los microorganismos contenidos en el aire ambiente después de la sustitución de las células filtrantes del 3er nivel de filtración • Presencia del higienista tras las reparaciones que puedan tener posibles efectos de carácter higiénico • Todas las comprobaciones deben incluir análisis microbiológicos

CAPITULO 4
CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA

4.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Los siguientes son los parámetros empleados en el diseño del sistema y representan las condiciones máximas de funcionamiento bajo las cuales operará en forma satisfactoria. También son los valores para seleccionar los equipos en los casos que corresponda.

Por lo general las condiciones exteriores de proyecto se obtienen de las estaciones meteorológicas o en su defecto, de mediciones hechas en el mismo lugar.

El cálculo de las ganancias térmicas de los ambientes y el dimensionamiento de los equipos se han realizado en base a los siguientes parámetros:

4.1.1 Condiciones exteriores máximas (verano)

Temperatura Bulbo Seco	85 º F (29.4 º C)
Temperatura Bulbo húmedo	75 º F (23.8 º C)

4.1.2 Condiciones exteriores máximas (invierno)

Temperatura Bulbo Seco	58 º F (14.4 º C)

4.1.3 Condiciones interiores (verano)

Temperatura Bulbo Seco	75 º F (23.8 º C)
Humedad relativa	50% (No controlada)

4.1.4 Condiciones interiores (invierno)

Temperatura Bulbo Seco	68 º F (20.0 º C)

4.1.5 Fluctuación

Temperatura Bulbo Seco	± 2ºF
Humedad Relativa	± 5%

4.1.6 Cargas internas

4.1.6.1 Ganancia de calor por personas:

Ganancia sensible	250 Btu/h. por persona
Ganancia latente	200 Btu/h. por persona

4.1.6.2 Iluminación 20 W/m^2

4.1.6.3 Equipos instalados y disipación de calor

Sala de Operaciones:	2600W
Cuidados Intensivos. Equipo para monitorización: (Por modulo)	300W
Descarga de Material Esterilizado	2600W
Preparación de Material Esterilizado:	2600W
Computadora personal:	300W

4.1.7 Datos de los materiales involucrados en la construcción

Los valores que se mostrarán serán de vital importancia para calcular la carga térmica sensible de los ambientes. La mayoría de los valores fueron obtenidos de especificaciones técnicas de proveedores; algunos otros fueron tomados de las lista de opciones que nos permite utilizar el programa de cálculo CHVAC[7].

Cabe resaltar que algunos materiales restringen con mayor medida el intercambio de calor en comparación con otros; por ejemplo, un vidrio reflejante permite un menor ingreso de calor radiante al ambiente que un Vidrio templado simple. Por otro lado la orientación del edificio influirá en gran manera sobre la aportación de calor sobre los diferentes ambientes del hospital.

Suelen existir variantes en las paredes, tales como espacios de aire los cuales también representan resistencia al flujo de calor, para ello existen valores tabulados de conductancia térmica, según las condiciones de construcción, si ese fuera el caso, el valor obtenido en tablas se deberá incluir en el coeficiente global.

A continuación se muestran los valores de los coeficientes globales de transmisión de los muros, vidrios y demás materiales utilizados en la construcción del edificio en mención; por otro lado también se proporcionan los factores de sombra de los vidrios y materiales traslúcidos.

[7] CHVAC: Programa de cálculo térmico basado en procedimientos de cálculo según ASHRAE, elaborado por Elite Software.

Tabla 4.1 Factores de transmisión de calor o sombra (U)
(Valores consultados a empresas proyectistas GCI S.A.C y Coinrefri S.A.C)

FACTOR DE TRANSMISION (U)	SISTEMA INGLÉS	SISTEMA INTERNACIONAL
Coeficiente de conducción muros exteriores y techos	0.35 BTU/h.ºF.pie2	1.99 Watt/m² °C
Coeficiente de conducción muros interiores	0.35 BTU/h.ºF.pie2	1.99 Watt/m² °C
Coeficiente de conducción de vidrios	1.00 BTU/h.ºF.pie2	5.678 Watt/m² °C
Factor de sombra de vidrios templados	0.7	0.7
Factor de sombra de vidrio templado Reflectivo de 8mm de espesor	0.62	0.62
Coeficiente de conducción de policarbonato	0.4 BTU/h.ºF.pie2	2.271 Watt/m² °C
Factor de sombra policarbonato de 3 capas	0.7	0.7

4.1.8 Condiciones Interiores:

a) Quirófanos y Sala de Partos

Temperatura de bulbo seco = 70°F (21.1°C)

Humedad relativa = 50%

b) Aislados y Cuidados Intensivos

Temperatura de bulbo seco = 72°F (22.2°C)

Humedad relativa = 50%

c) Laboratorio y Lavado

Temperatura de bulbo seco = 75°F (23.9°C)

Humedad relativa = 50%

d) Cubículos

Temperatura de bulbo seco	=	72°F (22.2°C)
Humedad relativa	=	50%

e) Farmacia

Temperatura de bulbo seco	=	72°F (22.2 °C)
Humedad relativa	=	50%

f) Ecografía

Temperatura de bulbo seco	=	68°F (20 °C)
Humedad relativa	=	50%

g) Oficinas y otros

Temperatura de bulbo seco	=	75°F (22.2°C)
Humedad relativa	=	50%

4.1.9 Ventilación

Baños, Depósitos, Cuarto de limpieza,

Lava chatas	=	20 Renovaciones/hora
Auditorio	=	12 Renovaciones/hora
Otros	=	12 Renovaciones/hora

Tabla 4.2: Condiciones de cálculo y diseño de los locales con aire acondicionado

ZONA	TEMP. VERANO	TEMP INVIERNO	%DEL AIRE EXPULSADO	PRES. ZONA	FILTRADO DE AIRE
Depósito de farmacia	23.8	--	10.8%	(0)	60%
UCI pediátrica (sala y circul.)	23.8	20.0	100%	(+)	99.97%
Infectados (cuartos y circ.)	23.8	20.0	100%	(-)	99.97%
operaciones (sala y zona rígida)	23.8	20.0	100%	(+)	99.97%
post operatorio y zona semi rígida	23.8	20.0	100%	(+)	99.97%
entrega material estéril, preparación, filtro y deposito	23.8	20.0	100%	(+)	99.97%
UCI post operativo (sala y hall.)	23.8	20.0	100%	(+)	99.97%
UCIN pediátrica (sala y circul.)	23.8	20.0	100%	(+)	99.97%

Tabla 4.3 Condiciones de cálculo y diseño de los locales con ventilación mecánica

ZONA	CAMBIOS POR HORA	PRESIÓN ZONA	FILTRADO DE AIRE
Sala necropsias, ent. prep. cadáveres.	15	(-)	65%
central de oxígeno y óxido nitroso	15	(0)	30%
Sec., serv. social y atención asegurado	15	(0)	30%
Sala rayos x, dep. sala lectura	15	(0)	30%
vestidores	20	(-)	—
SHH, SHM	20	(-)	—
vest. medico muj., vest. enf. muj., vest. tec. muj., vest. tec. homb., vest. Medico hombres. (operaciones)	20	(-)	65%

4.2 CÁLCULO Y DISEÑO

4.2.1 Determinación de cargas térmicas y capacidad de equipos

Las cargas térmicas para las diferentes condiciones estaciónales en la ciudad de Lima y la determinación de las capacidades de los diferentes equipos que se han considerado para el presente proyecto se han obtenido mediante software. El software utilizado es CHVAC, desarrollado por Elite Software, la cual permite determinar de forma precisa las cargas máximas de enfriamiento y calentamiento. Las cargas de enfriamiento son calculadas mediante el método RTS – Radiant Time Series.

El software busca de forma automática todas las cargas de enfriamiento y los factores de corrección necesarios para procesar las cargas, para lo cual se le ha suministrado los datos climáticos de Lima.

Los reportes detallan la siguiente información: Datos generales del proyecto, cargas de zonas detalladas, resumen de cargas de las UMAS (unidades manejadoras de aire), cargas de aire exterior, cargas totales del edificio, toneladas requeridas, cantidad de aire en CFM, flujo de agua fría, datas de psicometría completa con condiciones de entrada y salida de los serpentines, etc. Considera el análisis del estándar 62 de ASHRAE – rotación automática del edificio, orientación de las paredes en 360°, inclinación de vidrios, sombras exteriores, perfiles de carga de operación interna, temperaturas de diseño bajo techo variable; diversidad del personal, aire exterior pre tratado, tasas de ventilación e infiltración estacional, cargas de recalentamiento, pérdidas y ganancias en ductos y plenums de aire de

retorno. El método de cálculo, es mediante el método RTS, descrito en el último manual de fundamentos de ASHRAE. Este método es bastante seguro debido a que calcula el efecto de retraso de la ganancia del calor radiante durante cada uno de las pasadas 24 horas para determinar la carga de enfriamiento actual.

Los resultados de los resúmenes de las corridas efectuadas se adjuntan en el **ANEXO D** del presente documento.

A continuación se presenta una de las interfaces del mencionado programa.

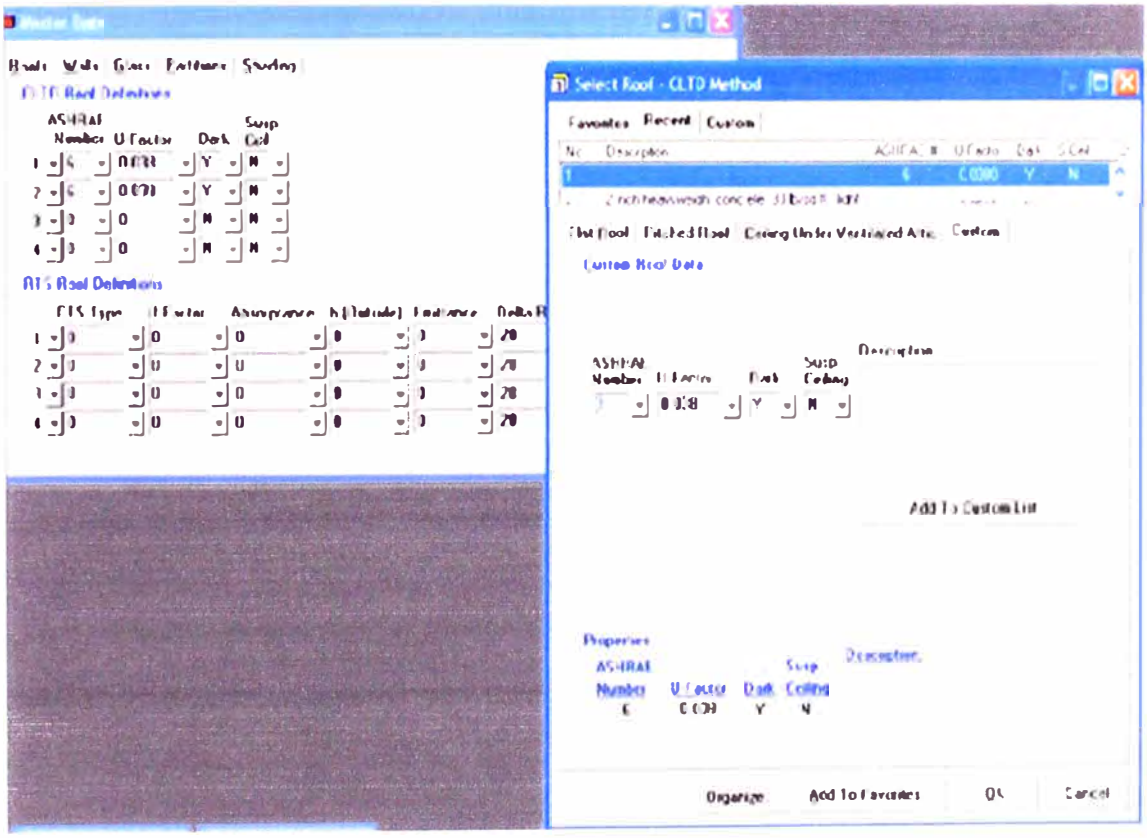


Figura 4.1 Ingreso de coeficientes de conducción térmica

El ambiente a ser evaluado se denomina **Quirófano 1**, el cual pertenece al segundo piso del hospital, que es un ambiente construido de acuerdo teniendo los siguientes datos de ingreso mostrados en la tabla 4.4

Tabla 4.4 Parámetros de ingreso Quirófano 1

PARÁMETRO	SISTEMA INGLES	VALOR	SISTEMA INTERNACIONAL	VALOR
Área del ambiente	Pies^2	326	m^2	30.28
Luminarias	W / pies^2	1.86	W / m^2	20
Personas	personas	6	personas	6
Altura de techo	pies	9.84	m	3.00
Calor sensible por personas	BTUh /persona	250	W /persona	73
Calor latente por personas	BTUh /persona	200	W /persona	59
Aporte de Equipos	W / pies^2	43.06	W/m^2	4
Factor de seguridad Sensible	Porcentaje (%)	5		5
Factor de seguridad Latente	Porcentaje (%)	5		5
Factor de diversidad de personas		85%		85%

La carga térmica para cualquier ambiente está conformada por calor sensible y calor latente, el procedimiento de cálculo de dichas cargas se muestra a continuación.

Primero, es necesario conocer la hora donde se concentra la mayor carga térmica debido a las condiciones exteriores. En este caso particular el ambiente se ubica en la zona central del hospital, es decir ninguna de sus paredes se encuentra expuestas al sol, es por ello que la carga térmica dependerá primordialmente de la cantidad de personas que se encuentran en el ambiente.

Para nuestro caso particular la mayor carga térmica se presentará entre las 5 p.m. del mes de marzo dado por el CHVAC Anexo A; las condiciones para esta fecha se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.5 Condiciones del Quirófano 1 del hospital

DATOS	SISTEMA INTERNACIONAL	SISTEMA INGLES
Temperatura de bulbo húmedo exterior	23.9 °C	75 °F
Temperatura de bulbo seco exterior	29 °C	84 °F
Humedad exterior	16.70 gramos/kg. de aire seco	116.92 granos/lb de aire seco
Temperatura de bulbo seco de ambientes contiguos sin acondicionar	28.3°C	83°F
Temperatura de bulbo seco interior, condición de diseño.	23.9 °C	75 °F

La hora de mayor demanda depende de la latitud, altitud y longitud de la ciudad, esto se facilita mediante el programa CHVAC que cuenta tanto con las coordenadas geográficas así como las condiciones exteriores de Lima, las cuales están incorporadas en una base de datos.

Tabla 4.6 Parámetros de Confort

PARÁMETROS	UNIDADES	VALORES
Temperatura Interna	°C (° F)	23.9(75)
Humedad Relativa Interna	%	50

Según el ítem 4.1.8 – a

Para el cálculo de la carga térmica total y el cálculo psicométrico utilizaremos las siguientes relaciones:

PR = (Presión barométrica del lugar de 29.86 /Presión estándar ASHRAE de 29.921) = 0.998

Para determinar el calor sensible aportado por las paredes, ventanas, puertas, techo y piso quirófano1 se tiene la ecuación 4.1 y se toman los coeficientes de conducción de la tabla 4.1.

$$Q_S = A\ x\ U\ x\ \Delta T_1\ (TBS) \qquad (4.1)$$

Dónde:

Calor sensible (Qs) en Btu/h

A= Área (pie^2) = 1,479.82

U= Coeficiente de conducción en Btu/h.pie^2.°F, ver tabla 4.1

ΔT1 (TBS)= es la variación entre la temperatura exterior de 84°F la temperatura interior de 70 °F = 84°F -70°F =ΔT1 = 14°F

En el valor del área se considera las áreas de los techos, paredes y pisos que son tomados de los planos de arquitectura, PL-02, PL-03 y PL-04.

Entonces el valor Qs del quirófano1 es igual a 7 251 Btu/h. (2.12 kW).

A este valor de calor sensible aportado por las paredes, techos y piso se le debe adicionar el calor aportado por las personas (Qsp) e iluminación (Qi) los cuales se pueden calcular mediante los valores de la tabla 4.4. El factor de diversidad indica que el ambiente en la hora pico está ocupado por el 85% del máximo de personas admisibles, pero solo lo aplicamos para la carga latente es decir que el cálculo de la carga sensible se realiza como si el ambiente estuviera con su máximo valor de 6 personas.

Qsp = 1500 Btu/h (0.44 kW)

Qi = 2069 Btu/h (0.61 kW)

La suma de estos valores da como resultado el calor sensible total del ambiente Qse y se realiza según la ecuación 4.2

$$Q_{se} = Q_S + Q_i + Q_{sp} \quad (4.2)$$

Al valor de calor sensible Qse = 10820 Btu/h (3.17 kW) se debe adicionar el calor generado por el extractor del equipo 261 Btu/h(0.08 kW) y la ganancia de calor del conducto de suministro que en este caso es de 791 Btu/h (0.23 kW) totalizando de 11 872 Btu/h (3.48 kW)

Una vez obtenido el calor sensible del ambiente se realiza el cálculo del caudal de aire (C) necesario para extraer dicho calor. Para este fin utilizaremos la ecuación 4.3.

$$Q_{se} = 11\,872\,\frac{Btu}{h} = PR\ x\ 1.1\ x\ C\ x\ \Delta T_2 \quad (4.3)$$

De esta ecuación despejamos el caudal (C) en función de las otras variables, se debe tomar en cuenta que la diferencia de temperaturas $\Delta T_2 = T_s - T_{insuflamiento}$ es entre la entrada y la salida del aire del serpentín del evaporador, aplicaremos la siguiente ecuación:

$$T_{insuflamiento} = T_S - altura_{recinto}\ (pies) x\ 2°F \quad (4.4)$$

$T_{insuflamiento}$ = 70°F – 11.483 x 2°F = 47 °F

Luego de aplicar la ecuación 4.3 se obtiene un caudal de aire de 386 CFM (656 m^3/h). Pero de acuerdo a la tabla 3.8 el calor exterior mínimo para quirófanos es 1200 m^3/h, (706 CFM) según la norma UNE 100713:2005, por lo tanto usaremos C = 721 CFM (1225 m^3/h). Cabe indicar que el calor sensible aportado por el aire exterior de ventilación no es tan representativo

como el calor latente que este mismo aporta.

El calor sensible aportado por el aire de ventilación viene dado por la siguiente fórmula:

$$Q_{se\ \ exterior} = PR\ x\ 1.1\ x\ C\ x\ \Delta T_3 \qquad (4.5)$$

Dónde:

PR: 0.998

C: Caudal = 721 CFM

ΔT_3: Diferencia entre las temperaturas exterior (T_{ext}) e interior o de sala (T_s)

Entonces se tiene un calor debido al aire exterior (Qse exterior) = 11 081 Btu/h (3.25 kW), Finalmente el calor sensible neto a extraer del ambiente es:

$$Q_{se\ \ neto} = Q_{se} + Q_{se\ \ exterior} \qquad (4.6)$$

$Q_{se\ neto}$ = 22 953 Btu/h (6.72 kW)

De manera similar se obtiene el calor latente del ambiente. Esta ganancia de calor está compuesta principalmente por la presencia del aire fresco (Qla) y el aporte de las personas (Qlp), las infiltraciones por puertas y ventanas se evitarán manteniendo una presión positiva en el ambiente.

Para el calor latente se utiliza la ecuación 4.6

$$Ql = Qlp + Qla \qquad (4.7)$$

Para calcular el calor latente debido a las personas (Qlp) se utilizará el valor

de la tabla 4.2. En el ambiente analizado se tiene un total de 6 personas a una tasa de 180.7 Btu/h por persona y un factor de diversidad de 85%, esto nos da como resultado 921 Btu/h (0.27 kW).

Obtenemos un factor de calor sensible (F.C.S.) $=Q_S/Q_T$ =10820/921=0.92
Por otro lado se debe considerar el calor latente generado por los 721 CFM de aire fresco que ingresan para fines de ventilación (Qla); lo que se busca es disminuir la humedad del aire exterior hasta las condiciones de confort de la sala.

El calor latente a remover se obtiene utilizando una carta psicométrica, en la cual se ubican las condiciones iniciales y las condiciones a las que se desea llegar; tal como se muestra en la figura 4.2 se puede apreciar al lado derecho de la carta la cantidad de masa de agua contenida en el aire seco para cada punto.

Para la condición de aire exterior, 84°F de bulbo seco, se tiene 116.92 granos/lb de aire seco y para la condiciones interiores, 70°F de bulbo seco, se tiene 54.67 granos/lb de aire seco. A través de siguiente ecuación se obtiene el calor latente que se desea remover.

$$Q_{la} = PR\ x\ 0.68\ x\ 721\ x\ (116.92 - 54.67) \tag{4.8}$$

$$Q_{la} = 30\,458\ Btu/h \text{ (8.92 kW)}$$

Finalmente al calor latente proveniente del aire exterior (Qla) se le adiciona

el calor latente aportado por las personas (Qlp) y se obtiene el calor latente neto.

$$Q_{la\ neto} = Q_{la} + Q_{lp} \tag{4.9}$$

$$Q_{la\ neto} = 30\,458\frac{Btu}{h} + 921\frac{Btu}{h} = 31\,379\frac{Btu}{h} \quad (9.20\ kW)$$

Notas.-
F.C.S: Factor de Calor Sensible
Pivot: Punto de referencia a 80 °F y 50% de H.R
S: Condiciones Interiores o de Sala
E: Condiciones exteriores
I: punto de Insuflamiento
W: Humedad especifica o Humedad absoluta
TBS: Temperatura de bulbo seco
TBH: Temperatura de bulbo húmedo
HR: Humedad relativa
AE: Aire exterior
H: entalpia

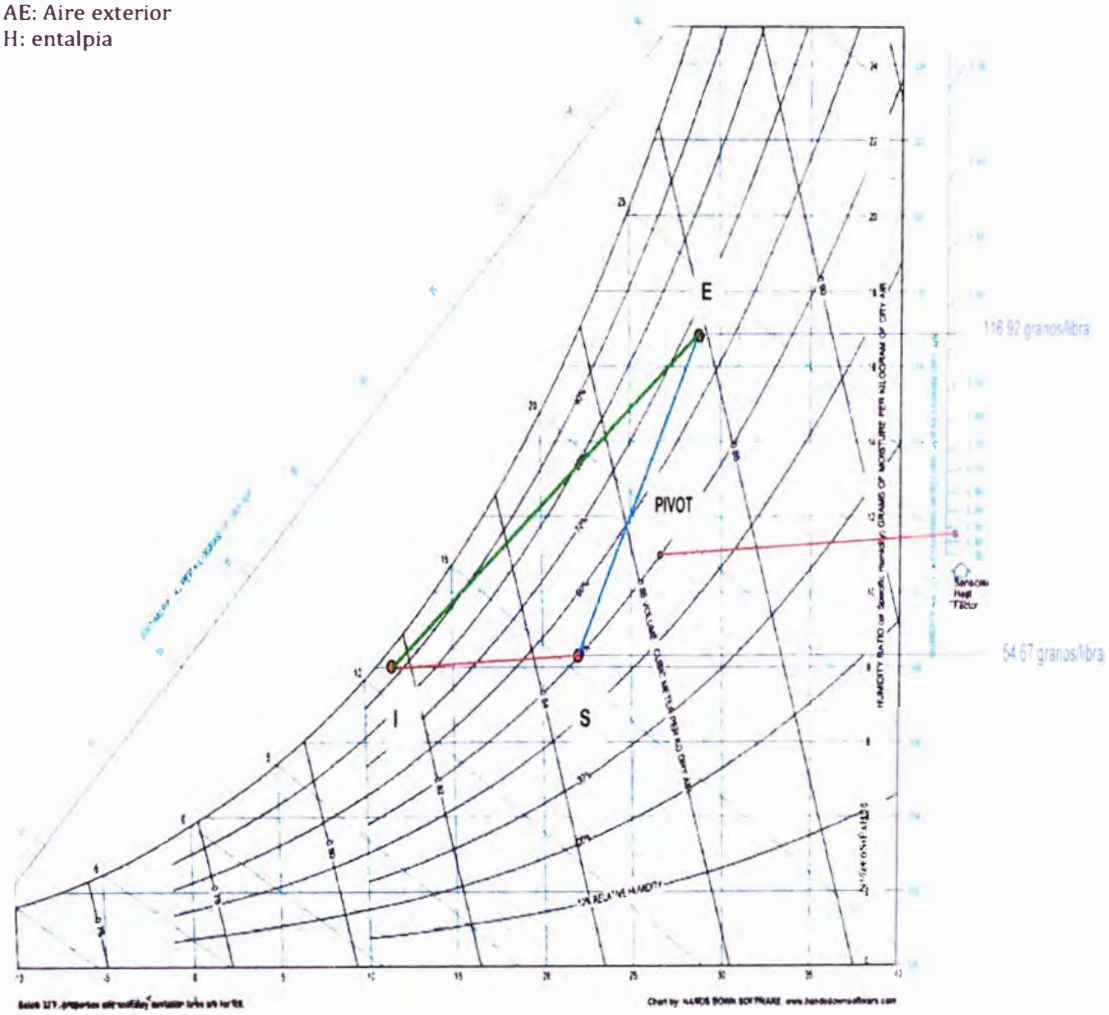


Figura 4.2. Carta psicométrica del proceso

Una vez determinado el calor latente neto se obtiene el calor total del Quirófano 1 qué viene a ser la suma del calor sensible neto y el calor latente neto.

$$Q_T = Q_{se\ neto} + Q_{la\ neto} \qquad (4.10)$$

Calor $_{Total}$ (Q_t) = 22 953 Btu/h + 31 379 Btu/h = 54 332 Btu/h (15.91 kW) estos valores se muestran en la hoja dado por el software CHVAC en el anexo B. De esta misma manera se calcula las cargas térmicas sensibles, latentes y totales así como el caudal de aire a ser insuflado para los diferentes ambientes del hospital en el anexo A y el resumen de estos resultados se encuentra en el anexo D

4.2.2 Cálculo de la caída de presión en ductos

El correcto dimensionamiento de una red de conductos de aire acondicionado es fundamental para que una instalación de climatización funcione adecuadamente, ya que si se realiza una acertada evaluación de la carga térmica, elegimos apropiadamente el sistema de climatización y los equipos adecuados, pero realizamos un incorrecto reparto del aire que compensa las cargas de cada ambiente, no habremos conseguido el confort de las personas que allí se encuentren y por lo tanto la instalación de climatización no habrá conseguido el fin buscado.

Para la, práctica del dimensionamiento del ducto de Aire acondicionado existen los siguientes métodos de cálculos:

1. Método de la reducción de la velocidad

2. Método de la pérdida de carga constante en toda la instalación
3. Método de igual pérdida de carga en cada rama
4. Método de recuperación de la presión estática

En nuestro caso particular vamos a emplear el método de pérdida de carga constante en toda la instalación y que pasamos a describir a continuación:

4.2.2.1 Método pérdida de carga constante en toda la instalación

Conocido el caudal y fijada una pérdida de carga constante para toda la instalación (en general del orden de 1 Pa/m » 0,1 mm c.a/m), podemos estimar el diámetro en circular, así como las dimensiones a y b, teniendo en cuenta la relación altura/base, y la máxima altura permitida por lo general no mayor a 0.3m, y dependiendo de la disponibilidad de espacio en la instalación.

A Ecuaciones para el cálculo de la caída de presión en ductos, fórmulas que no consideran variaciones de temperatura ni de presión, ni el comportamiento como fluido compresible del aire, que son aplicables para el rango de temperatura de 15ºC y 40ºC y para localidades con una altura sobre el nivel del mar de hasta 1000 m y para conducciones a baja presión.

$$\Delta P = \propto x\ 14.23\ x\ 10^{-3}\ x\ L\ x\ \frac{v^{1.82}}{D^{1.22}} \qquad (4.10)$$

$$\Delta P = \propto x\ 22.09\ x\ 10^{-3}\ x\ L\ x\ \frac{Q^{1.82}}{D^{4.86}} \qquad (4.11)$$

Dónde:

ΔP: Caída de presión, en pascal

α: Factor adimensional que depende del material, en el caso de los ductos de fierro galvanizado α = 0.9

L: longitud del Ducto en m.

Q: Caudal del aire en m^3/s

D: Diámetro en m.

De la ecuación (4.11), se despeja el diámetro (D):

$$D = \left[\propto \ x\ 22.02\ x\ 10^{-3}\ x\ \frac{\left(Q/_{3600}\right)^{1.82}}{\Delta P/_{L}}\right]^{\frac{1}{485}} \qquad (4.12)$$

Ecuación del diámetro equivalente (D_{eq}):

$$D_{eq} = 1.3\ x\ \frac{(a\ x\ b)^{0.6255}}{(a+b)^{0.251}} \qquad (4.13)$$

Ecuación del diámetro hidráulico (DH):

$$D_H = \frac{2(a\ x\ b)}{(a+b)} \qquad (4.14)$$

Ecuación del número de Reynolds (Re):

$$R_e = 66.905\ x\ V\ x\ D_H \qquad (4.15)$$

Ecuación de la longitud equivalente (Lequiv):

$$L_{equiv} = 60\ x\ C\ x\ D_H^{1.22} \qquad (4.16)$$

Dónde:

a = dimensión del ducto en m

b = dimensión del otro lado del ducto en m

Tabla 4.8 Dimensiones del ducto

TRAMO	$D_{P/m}$ (Pa/m)	CAUDAL (m^3/s)	D (m)	a = b (m)	SECCION (m2)	L (m)	SUPERFICIE (m^2)
1	1	0.340	0.30	0.274	0.0751	6	7" x 22"
2						0.26	16" x 22"
3						0.95	24" x 24"

Restricción: 7" de altura de ducto

Una vez dimensionados el conducto, podremos estimar la velocidad real, el diámetro hidráulico, el valor de C de los accesorios y la longitud equivalente en cada tramo, mediante:

$$V_{real} = \frac{\left(Q/_{3600}\right)}{a \, x \, b} \qquad (4.17)$$

$$D_H = \frac{2 \, x \, a \, x \, b}{a+b} \qquad (4.18)$$

Con el caudal de la tabla 3.8 obtenemos V_{Real} = 3.43 m/s y D_H = 0.27, con esto podemos estimar la C de cada accesorio:

Codo A (7"x22")

V_A = 3.43 m/s D_H = 0.27

R/W = 6.3" / 7" = 0.9,

H/W = 22" / 7" = 3.14

θ =90°, Re = 66 905 x 3.43 x 0.27 = 61 960.72

Tablas de 1 al 3 $\Rightarrow$ C = 0.265 x 1 x 1.09 = 0.283

Codo B (16"x22")

V_A = 1.50 m/s D_H = 0.47

R/W = 10.63" / 16" = 0.66,

H/W = 22" / 16" = 1.38

θ =90°, Re = 66 905 x 1.5 x 0.47 = 47 168.00

Tablas del 1 al 3 $\Rightarrow$ C = 0.667 x 1 x 1.122 = 0.75

Transformación de: 7" x 22" a 16" x 22"

θ = 16.56° A_i/A_f = 7x22 / 16x22 = 0.4375 $\Rightarrow$ Tabla 10 $\Rightarrow$ C = 0.158

C': Referido a la salida de la transformación: C' = C x $3.43^2/1.5^2$

C' = 0.784

Transformación de: 24" x 24" a 7" x 22"

Velocidad al ingreso de la transformación: V_i = 0.915 m/s

θ = 41° A_i/A_f = 24"x24" / 7"x22" = 3.74 $\Rightarrow$ Tabla 10 $\Rightarrow$ C = 0.79

C': Referido a la salida de la transformación: C' = C x $0.915^2 / 3.43^2$

C' = 0.056

Transformación de: 16" x 22" a 24" x 24"

Velocidad al ingreso de la transformación: V_i = 1.45 m/s

θ = 13.36° A_i/A_f = 16"x22" / 24"x24" = 0.61 $\Rightarrow$ Tabla 10 $\Rightarrow$ C = 0.14

C': Referido a la salida de la transformación: C' = 0.144 x $1.45^2 / 0.914^2$

C' = 0.36

$$C_{tramo} = \sum C \tag{4.19}$$

$$L_{equiv} = 60 \ x \ C_{tramo} \ x \ D_H^{1.22} \tag{4.20}$$

Tabla 4.9 Longitud equivalente de ducto

TRAMO	D_H (m)	C_{tramo}	ΣC	L_{equiv} (m)
1	0.27	0.056 + 0.283	0.339	4.117
2	0.47	0.784 + 0.79	1.57	37.594
3	0.61	0.36	0.36	11.818

Una vez estimadas las longitudes equivalentes para cada tramo podremos calcular la longitud equivalente total para cada tramo, y obtener la pérdida de carga total por ducto + accesorios. Para ello utilizaremos el conjunto de ecuaciones:

$$L_T = L + L_{equiv} \qquad (4.21)$$

$$\Delta P = L_T \, x \; {}^{\Delta P}/_{m} \qquad (4.23)$$

$\alpha = 0.9, y \;\; haciendo \; uso \; de \; la \; ecuación \; 4.10$

Tabla 4.10 Pérdidas en ductos

TRAMO	$L_{T\ equiv.}$ (m)	D_H (m)	V (m/s)	ΔP/m (Pa/m)	ΔP (l)
1	10.117	0.27	3.43	0.60	6.032
2	37.854	0.47	1.50	0.07	2.547
3	12.768	0.61	0.91	0.02	0.254
					8.83

En las bocas de impulsión se deberá poseer una determinada presión estática y total, y asimismo existirá una cierta pérdida de presión por transformación de presión estática a dinámica desde los últimos tramos a las entradas a los difusores, pudiéndose estimar mediante el conjunto de ecuaciones:

$$P_{est} = 9.7\ x\ C_{rejilla}\ x\ \frac{Ver^2}{16} \qquad (4.21)$$

$$P_T = 9.7\ x\ \left(C_{rejilla} + 1\right)\ x\ \frac{V_{e.r^2}}{16} \qquad (4.22)$$

Dónde:

Pest: Pérdida de presión estática en Pa

PT: Pérdida de presión total en Pa

Ver: Velocidad en la entrada de la rejilla en m/s

Tabla 4.11 Pérdidas de presión totales Rejilla

BOCA	$C_{rejilla}$	$V_{e.d}$ (m/s)	$P_{est.}$ (II)(Pa)	P_T (III)(Pa)
R1	14.6	1.45	18.64	19.88

Por la tanto ya estamos en disposición de estimar la presión total necesaria para la rama considerada, la suma de la pérdida de presión en los tramos de ductos más la presión necesaria al final de la rejilla de impulsión:

Tabla 4.12 Pérdidas incluyendo filtros

DESCRIPCION	Δ PRESION (Pa)	Δ PRESION (pulg.c.a.)
Total de Perdida: Ductos, Accesorios y Rejilla de impulsión	28.71	0.115
Filtro malla de aluminio de 04 capas	250	1.003
Filtro 30% de eficiencia	110	0.441
Filtro 30% de eficiencia	100	0.402
Filtro 30% de eficiencia	425	1.076
Perdidas de carga total que debe asumir la UMA	913.71	3.667

4.2.3 Diseño de tuberías de agua helada

El diseño de tuberías de agua helada se realiza con la consideración de que la velocidad máxima del fluido no exceda los 5.5 pies por segundo (1.68 metros/segundo).

De las tablas se obtiene el siguiente cuadro resumen de los caudales máximo admisibles para cada diámetro de tubería.

Tabla 4.13 Diámetros de tuberías de agua helada [2]

DIAMETRO DE TUBERIA (in)	DIAMETRO DE TUBERIA (mm)	CAUDAL MAXIMO (GPM)	CAUDAL (L/s)
3/8	10	3	0.019
1/2	15	5	0.032
3/4	20	9	0.057
1	25	14	0.088
1 ¼	40	24	0.151
1 ½	32	34	0.215
2	50	55	0.347
3	80	120	0.757
4	100	200	1.262
5	125	340	2.145
6	150	480	3.028
8	200	850	5.363

Con estos datos, las tablas de caída de presión de Schedule 40 Steel pipe a 60 °F en el tramo con más caída de presión que incluye al Fan coil 1.15 al final del recorrido se calcula la caída de presión total para la selección de la bomba del proyecto del sistema de agua helada lo que se detalla a continuación:

Tabla 4.13 Pérdidas de carga en sistema de tuberías de agua helada

DESCRIPCION	Leq (PIES)	Q (GPM)	DP/L (ft/100 pies)	DP (pies C.A)	CANTIDAD	DP Total (pies C.A)
Tubería schedule 40 Diámetro 1"	8.23	3.8	1.196	0.0984		
Tubería schedule 40 Diámetro 1 1/4"	26.5	7.6	1.088	0.2883		
Tubería schedule 40 Diámetro 2"	3.62	42.9	3.562	0.1289		
Tubería schedule 40 Diámetro 2 1/2"	8.4	52.7	2.151	0.1807		
Tubería schedule 40 Diámetro 2 1/2"	5.62	69	3.566	0.2004		
Tubería schedule 40 Diámetro 3"	9.1	87.1	1.854	0.1687		
Tubería schedule 40 Diámetro 4"	5.15	159	1.483	0.0764		
Tubería schedule 40 Diámetro 5"	41.42	392	2.63	1.0893		
Codos diámetro 1"	5.2	3.8	1.196	0.0622	2	
Codos diámetro 5"	91	392	2.63	2.3933	7.00	
Tee diámetro 1 1/4"	3.1	7.6	1.088	0.0337	1	
Tee diámetro 2"	4.7	42.9	3.562	0.1674	1	
Tee diámetro 2 1/2"	5.6	52.7	2.151	0.1205	1	
Tee diámetro 2 1/2"	5.6	64.7	3.163	0.1771		
Tee diámetro 2 1/2"	5.6	69	3.566	0.1997		
Tee diámetro 3"	14	87.1	1.854	0.2596	2	
Tee diámetro 3"	7	104.4	2.649	0.1854	1	
Tee diámetro 4"	9	159	1.483	0.1335	1	
Tee diámetro 5"	36	392	2.63	0.9468	3	
Válvula de compuerta 1"	1	3.8	1.196	0.0120	1	
Válvula de compuerta 4"	4.5	159	1.483	0.0667	1	
Strainer 4"	40	159	1.483	0.5932	1	
Válvula de compuerta 5"	12	392	2.63	0.3156	2	
CAIDA DE PRESION EN RED DE TUBERIAS Y ACCESORIOS X 2						**15.20**
Caída de presión en el Serpentín de la UMA 2.9 (Del catálogo del equipo)				20		
Caída de presión en la Válvula de 2 vías	CV = 10	3.8		20.30		
Caída de presión en el Chiller				20		**58.30**
						73.50

4.2.4 Selección del Enfriador de agua (Chiller)

Para seleccionar el enfriador de agua (*Chiller)* habrá que tener en cuenta los siguientes parámetros:

a) Calor sensible

b) Calor latente

c) Calor total

d) Caudal de agua

e) Temperatura de entrada del agua

f) Temperatura de salida del agua

g) Temperatura de entrada del aire al evaporador

h) Características eléctricas

El programa CHVAC permite evaluar el máximo simultáneo del calor sensible, calor latente y calor total del edificio. La temperatura de entrada y salida del agua en el enfriador (*chiller)* son datos que usualmente brindan los fabricantes y se diseña en base a las temperaturas estandarizadas que ellos manejan. La temperatura de entrada de aire al evaporador es la temperatura exterior en la época de verano, ya que esta es la estación crítica. Las características eléctricas con las cuales se seleccionará el enfriador de agua (Chiller*)* dependen en gran medida de las especificaciones brindadas por el especialista de esta rama ya que es esta persona la encargada de diseñar el sistema eléctrico de todo el edificio. Finalmente el caudal de agua a utilizar se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$Q = C\ x\ \rho\ x\ C_e\ x\ \Delta T \qquad (2.12)$$

Dónde:

Calor total: Q = 2 382 598 Btu/h (698.27 kW) Caudal de agua: C

Densidad: p = 62.265 lb/ pie^3 (997.38 kg/m^3)

Calor específico: Ce = 1 Btu/ lb °F (4.184 kJ / (kg °C)

Diferencia de temperatura de agua en el Chiller: ΔT = 10 °F (5°C)

Escribimos de otra manera la ecuación donde despejamos el caudal y obtenemos:

$$C = \frac{Q}{\rho\ x\ C_e\ x\ \Delta T} \qquad (2.14)$$

$$C = \frac{2382598}{62.265\ x\ 1\ x\ 10} = 3\,827\,\frac{pie3}{h} = 477\ GPM \qquad (2.15)$$

Entonces se tienen los siguientes parámetros de selección:

a) Calor Sensible: 1 290 640 BTU/h (378.21 kW)

b) Calor Latente: 1 091 958 BTU/h (320 kW)

c) Capacidad Total: 2 382 598 BTU/h (698.27 kW) 198.55 TON

d) Caudal: 480 GPM (30.28 L/s)

e) Temperatura de entrada de agua: 52°F (dato proporcionado por YORK[7])

f) Temperatura de salida de agua: 42°F (dato proporcionado por YORK)

g) Temperatura de entrada de aire al evaporador: 85°F (29°C)

h) Características Eléctricas: 380 V- trifásico

Con estos datos se puede seleccionar dos enfriadores de agua (*chiller)* apropiados para nuestra aplicación.

Tabla 4.14 Enfriadores de agua (Chiller) tipo tornillo (plano AA-05)

CANT	FLUIDO ENFRIADOR DE REFRIGERANTE	CAPACIDAD (^{3}TON)	CAUDAL (GPM)	P.P.A FT H O_2	CONDICIONES DE AIRE		CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
					ENTRADA (°F)	SALIDA (°F)	
01	AIRE	100	240	20	52	42	380V-3Ø-60Hz-115kW
01	AIRE	100	240	20	52	42	380V-3Ø-60Hz-115kW
Eficiencia del compresor al 100% de carga							0.98 kW/Ton

Este tipo de sistema controla la carga térmica dentro del hospital de manera continua, es decir al poder variar el flujo de refrigerante y agua se puede controlar para cada punto de la demanda de enfriamiento el caudal de agua de la bomba, esto permite un control más preciso por parte del enfriador de agua (Chiller). El único inconveniente que presenta es que el Chiller debe trabajar con un mínimo de caudal de agua.

4.2.5 Selección de Bombas

La selección de una bomba se realiza en base a dos parámetros:

- Caudal
- Caída de presión a vencer

Para nuestro caso el máximo caudal de agua que deberá bombearse desde el enfriador de agua (Chiller) hasta las unidades serpentín ventilador (Fan Coil) y las unidades manejadoras de aire de todo el hospital es de 480 GPM. Por otro lado se tendrá que calcular la caída de presión.

a) Selección de bombas para enfriador de agua (chiller) tipo Tornillo

El enfriador de agua (*chiller)* tipo tornillo posee en su interior variadores de frecuencia que regulan el caudal de refrigerante a comprimir es por ello que se podría seleccionar una sola bomba de caudal variable y con esta recircular el agua desde el enfriador de agua *(chiller)* hasta el serpentín ventilador FC-1.15 (*fan coil)* con mayor caída de presión).

La bomba tiene que vencer la caída de presión a lo largo del tramo que presenta mayor caída de presión que para nuestro caso es el tramo que recorre desde las bombas de Impulsión hasta el serpentín ventilador de la UMA 2.9 más la caída de presión entre la bomba y el enfriador (*chiller)*. Es decir la caída de presión de la bomba será igual a la suma de las caídas de presión de todos los accesorios considerados en la tabla 4.13.

Entonces para seleccionar esta bomba se tiene los siguientes parámetros:

- Caída de presión total = 100 pies H_2O (298608 Pascal)
- Caudal = 480 GPM

Tabla 4.15 Capacidades de electrobombas

EQUIPO	CANTIDAD	CAUDAL (GPM)	ALTURA TOTAL* (Pies de agua)	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
EBP - 1	01	240	30	5HP-380V-3Ø-60Hz
EBP – 2	01	240	30	5HP-380V-3Ø-60Hz
EBP – 3	01	240	30	5HP-380V-3Ø-60Hz
EBS – 1	01	480	80	15HP-380V-3Ø-60Hz
EBS - 2	01	480	80	15HP-380V-3Ø-60Hz

Fuente: Hospital Luis Negreiros

b) Selección de Unidades Serpentín Ventilador (Fan Coil) y Unidades Manejadoras de Aire

Para seleccionar los serpentines ventiladores (*Fan Coils)* y las unidades manejadoras de aire (UMA) hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Calor sensible
- Calor latente
- Calor total
- Caudal de aire insuflado
- Potencia del motor del ventilador
- Características eléctricas

Como ya se mencionó en el punto 4 .2.1 el programa CHVAC permite evaluar el máximo calor sensible, calor latente y flujo de aire insuflado por cada equipo.

Cabe mencionar que el calor sensible que se muestran en las tabla del planos AA-05 es el calor neto que debe evacuar el equipo de aire acondicionado ya que por lo general en las tablas de selección de los proveedores se puede apreciar que el calor sensible no está afectado por el calor sensible que emana el motor del ventilador; es decir por ejemplo si necesitamos para el quirófano 1, ambiente analizado en el punto 4.2.1, y de la ecuación 4.5 un calor sensible neto de 22 953 Btu/h y el equipo de un proveedor brinda un calor sensible de 30 000 Btu/h, este calor sensible habrá que restarle el calor generado por el motor ventilador del equipo que puede ser de 2 HP, entonces el calor sensible que brinda realmente este será:

Calor sensible real del equipo = 30000 Btu/h – 5 088 Btu/h (2 hp) = 24 912 Btu/h

Por lo tanto este equipo si cumpliría con los requerimientos del ambiente.

Tabla 4.16 Capacidades de Fan Coil de agua helada

AMBIENTE	EQUIPOS	CALOR SENSIBLE (Btu/h)	CALOR LATENTE (Btu/h)	CALOR TOTAL (Btu/h)	CAUDAL (CFM)
Laboratorio	FC-1.1	25 110	9 890	35 000	996
Laboratorio	FC-1.2	24 307	8 702	33 009	1 004
Farmacia	FC-1.3	12 071	4 034	16 105	647
Rayos X	FC-1.4	10 007	7 358	17 365	506
Rayos X	FC-1.5	10 007	7 358	17 365	506
Centro Obstétrico	FC.2.1	29 240	18 559	47 799	1 068
Neonatología	FC.2.2	6 560	7 592	14 152	206
UCI	FC.2.3	29 021	12 225	41 246	1 155
Centro Quirúrgico	FC.2.4	17 783	6 091	23 874	738
Centro Quirúrgico	FC.2.5	22 752	12 183	34 935	900
Centro Obstétrico	FC.2.6	34 674	7 877	42 551	1 470
Central de Esterilización	FC.2.7	16 207	10 828	27 035	605

4.2.6 Selección de Extractores e Inyectores

La selección de extractores se realiza básicamente en función del caudal de aire y la caída de presión a vencer en el ducto y accesorios.

Por otro lado la selección de inyectores o ventiladores se realiza también de la misma manera que para los extractores, considerando además para la caída de presión la pérdida de presión en filtros. Cabe destacar que los inyectores de aire llevan un filtro el cual se coloca por lo general entre la

toma de aire de externo y el equipo.

A continuación se presenta un cuadro con las características de cada uno de los extractores e inyectores de aire.

Tabla 4.17 Capacidad de los Extractores Centrífugos en Gabinete

UNIDAD	AMBIENTE	CAUDAL (CFM)	CAÍDA DE PRESIÓN (In H2O)	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
ECG-1.1	Emergencia	513	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.2	Emergencia	648	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.3	Emergencia	316	0.60	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.4	Emergencia	213	0.60	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.5	Emergencia	500	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.6	Laboratorio Microbiologia	790	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.7	Laboratorio	879	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.8	Laboratorio	879	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.9	Laboratorio	1 400	0.60	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.10	Laboratorio	300	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.11	Residuos	980	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.12	Farmacia	200	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.13	Laboratorio	336	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.14	Sala Informática	200	0.25	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.15	Archivo placas	750	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.16	Corredor	600	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.17	corredor	600	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.18	Sala de Revelado	250	0.25	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.19	SS.HH.	150	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.20	SS.HH.	150	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.21	SS.HH. Mujeres	1200	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.22	SS.HH. Mujeres	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.23	SS.HH. Hombres	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.24	SS.HH. Mujeres	500	0.35	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.25	SS.HH. Hombres	500	0.35	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.1	Sala de partos	1100	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.2	Sala de partos	790	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz

Tabla 4.17 Capacidad de los Extractores Centrífugos en Gabinete (Continuación)

ECG-2.3		1780	0.80	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.5	Neonatología	320	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.6	Centro Quirúrgico 4	612	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.7	Centro Quirúrgico 5	612	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.8		600	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.9		600	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.10	UCI	440	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.11	Central de Esterilización	1948	0.80	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.12	Centro quirúrgico	1060	0.80	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.13	Centro quirúrgico 1	612	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.14	Centro quirúrgico 2	612	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.15	Centro quirúrgico	700	0.80	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.16	Centro quirúrgico	450	0.80	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.17	Centro quirúrgico	774	0.80	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.18		612	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.19	Vestidor médico	1590	0.80	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.20	Cirugía de día	500	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.21		350	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.22		350	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.23	Hospitalización Pediatría	350	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.24	Neonatología	1250	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.25		600	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.26	Centro quirúrgico	1020	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.27	Hosp. pediatría	600	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.4	Neonatología	1829	0.80	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz

Tabla 4.18 Capacidades de los ventiladores centrífugos en gabinete

EQUIPO	RECINTO	CAUDAL (CFM)	CAÍDA DE PRESIÓN (In H2O)	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
VCG-1.1	Emergencia	1 129	0.60	¾ HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.2	Farmacia	1 200	0.30	¾ HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.3	Archivo placas	750	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.4	Sala de espera	600	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.5		600	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.6	Sala de Revelado	250	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.7	Corredor	300	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.1	Centro Obstétrico	880	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.2	UCI	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.3	Central de Esterilización	200	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.4	Central de Esterilización	1897	0.50	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.5	Centro Quirúrgico	1060	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.6	Centro Quirúrgico	280	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.7	Vestidor Médico	1590	0.50	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.8	Espera paciente	420	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.9	Centro Quirúrgico	578	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.10	HospitObstetricia	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.11	Hospit. Medicina	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.12	Hospit. Pediatría	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.13	Hospit. Neonatología	600	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz

4.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

4.3.1 Unidad Enfriadora de aire (air handler –agua helada)

Estas unidas serán del tipo "DRAW THROU" horizontales, compuestas de secciones modulares.

a) Gabinete

Todas las secciones modulares que comprenden el gabinete integral de la unidad se construirán con planchas de fierro galvanizado pesado (heavy gage), en forma de paneles removibles para permitir reparaciones y mantenimiento de las piezas componentes. Todos los paneles removibles contarán con empaquetadura para asegurar su hermeticidad; las secciones modulares estarán adecuadamente reforzadas por medio de estructuras metálicas, conformadas por angulares o canales de fierro galvanizado, que garanticen la solidez y rigidez de la unidad.

Las secciones modulares que encierran el serpentín y el ventilador se forrarán en la totalidad de la superficie interior con un material adecuado para aislamiento térmico, consistente en planchas de 1" de espesor, como mínimo de lana de vidrio de densidad equivalente a 1.5 lb/pie (103.4 mbar) que llevará además una capa de material adecuado (Neoprene o similar) en su superficie exterior para evitar que el aislamiento se erosione con el paso del aire.

El aislamiento se adherirá a la superficie interior del gabinete por medio de un pegamento especial a prueba de agua, adecuado y de garantía. Toda la estructura de refuerzo y planchas que conforman las diferentes secciones modulares del gabinete y sus accesorios componentes, con excepción del

serpentín, necesariamente se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, fosfatizado y pintura al horno de todas las piezas metálicas, terminándose con un tratamiento adecuado que permita la instalación de las unidades en ambientes exteriores, sin sufrir las inclemencias del clima húmedo.

El gabinete contará con bandeja de drenaje, que obligatoriamente debe cubrir toda el área de apoyo del serpentín de enfriamiento, para recepcionar el agua de condensación. Estará aislado con material térmico que sea además resistente a la corrosión (Elastómero) y tendrá conexiones roscadas a ambos lados de la bandeja.

b) Ventiladores

Cada unidad estará equipada con ventiladores centrífugos silenciosos de doble ancho y doble entrada, con hojas inclinadas hacia delante (FORWARD CURVED BLADES), balanceados estática y dinámicamente como un solo conjunto con sus ejes. Los ejes serán de acero e irán apoyados en chumaceras, que estarán montados rígidamente en la estructura metálica de la sección modular correspondiente al gabinete.
Los rotores del ventilador serán unidos a sus ejes por medio de chavetas especiales.

Después del ensamblaje de los ventiladores en el gabinete, la unidad completa deberá necesariamente pasar una prueba antivibratoria final, balanceando la unidad como un todo estática y dinámicamente. Los ventiladores serán accionados por medio de motores eléctricos a través de

fajas y poleas de paso variable seleccionadas con un factor de seguridad de 1.4 sobre el caballaje al freno (brake HP) del motor. La unidad contará con una base metálica galvanizada con tensor de fajas para el montaje del motor eléctrico y además contará con guarda fajas galvanizadas.

La velocidad del aire no será mayor de 700 pies por minuto (213.5 metros/minuto), a través del serpentín de enfriamiento de aire; es decir la "Face Velocity".

El contratista tendrá la opción de proponer booster para vencer la caída de presión de los filtros en todos los equipos que los requieran.

c) Serpentín de enfriamiento

Cada unidad contará con serpentines de refrigeración y deshumidificación del aire que tendrán como medio de refrigeración el agua helada la temperatura indicada en los cuadros, producida en la planta central de enfriamiento de agua.

Estará construido de tubos de cobre alternados (staggered) con aletas corrugadas de aluminio, unidas a los tubos por expansión mecánica solamente.

Los serpentines contarán con marca (casing) de fierro galvanizado y cabezales de acero o material no ferroso.

Estarán diseñados para una presión máxima de trabajo de 250-300 PSIG

(17.2 – 20.7 bar) bajo agua.

Todos los serpentines contarán con las previsiones necesarias que permitan su drenaje total, y que sus circuitos sean no atorables. Contarán además obligatoriamente con purgadores de aire automáticos.

Los serpentines se ensamblarán en la sección modular correspondiente a la unidad, por medio de unos carriles adecuados que cubran toda la longitud del serpentín y que soporten y aseguren firmemente el serpentín a la unidad lo más herméticamente posible.

Esta sección será preparada especialmente para la condición de 100 % de aire fresco exterior para los equipos que lo requieran y que están especificados en los planos.

d) Filtros de aire

Cada unidad contará con una sección modular en donde se instalarán los filtros de aire que constarán de un prefiltro Standard de malla de aluminio de 2" de espesor y cuatro capas de ¼".

Esta sección contará con puerta de acceso adecuada para permitir el cambio y mantenimiento de los filtros.

4.3.2 Unidad enfriadora de aire (Fancoil – agua helada)

Las unidades serán de tipo horizontal sin gabinete, con caja Plenum, para instalarse dentro del falso techo, del tipo conocido como "Furred in ceiling".

a) Estructura básica

Comprende el chasis de plancha de fierro galvanizado, donde se encuentra alojado el serpentín de enfriamiento, la bandeja de drenaje debidamente aislada, caja plenum, los motores y ventiladores.

b) Ventiladores

Contará con ventiladores centrífugos silenciosos de doble ancho y doble entrada, con hojas inclinadas hacia delante (FORWARD CURVEN BLADES), fabricados con plancha galvanizada, accionados por motor eléctrico directamente acoplados a los ejes de los ventiladores.

Los motores deben contar con protección integral térmica contra sobre cargas. Todos los motores contarán con tres velocidades (baja, media y alta).El contratista tendrá la opción de proponer booster para vencer la caída de presión de los filtros en todos los equipos que los requieran.

c) Serpentín de enfriamiento

Cada unidad contará con serpentines de refrigeración y deshumidificación del aire que tendrán como medio de refrigeración agua helada a la temperatura indicada en el cuadro producido en la planta central de enfriamiento de agua.

Estará construido de tubos de cobre alternados (staggered) con aletas corrugadas de aluminio, unidas a los tubos por expansión mecánica solamente.

Todos los serpentines contarán con las previsiones necesarias que permitan su drenaje total y que sus circuitos sean no alterables.

d) Caja plenum

Será construida de plancha galvanizada de un espesor mínimo de 0.6 mm, interiormente se aislara con planchas de duct Liner de 1¨ de espesor y densidad 3 lb/pies^3, adherida a la plancha con pegamento (terokal) fijadores metálicos de clavo galvanizado, con una separación de acuerdo a las normas de SMACNA. Incluirá filtros de malla de aluminio de 1/4"

e) Características eléctricas

220V – MONOFÁSICO – 60HZ.

4.3.3 Unidades de split para ducto

Unidad de condensación (hasta 5 ton)

a) Sección de condensación

Contará básicamente de lo siguiente:

- Compresor reciprocante del tipo hermético o compresor scroll para refrigerante R-22.
- Serpentín condensador de tubos de cobre sin costuras y aletas de aluminio mecánicamente aseguradas.
- Ventilador axial de bajo nivel de sonido.
- El compresor estará anclado a la estructura del equipo con sus respectivos amortiguadores.

- El compresor deberá incluir: Calentador de cárter y protección de sobrecarga en las bobinas del motor.
- Válvulas de servicio.

b) Tablero de control y protección

Deberá incluir como mínimo:

- Contactor para el compresor.
- Terminales para la conexión de la alimentación eléctrica.
- Bornera de conexión a tierra.
- Retardador de arranque para el compresor.
- Transformador 220V/24V.
- Protector de bajo voltaje, alto voltaje
- Solo los equipos trifásicos llevaran protector por perdida de fase o inversión de fase.

c) Gabinete

Todas las secciones modulares que componen el gabinete de la unidad se construirán con planchas de fierro galvanizado en forma de paneles removibles para permitir reparaciones y mantenimiento.

Las secciones modulares estarán adecuadamente reforzadas por ángulos o canales de fierro galvanizado.

Todas las planchas y perfiles que conforman las diferentes secciones Modulares del gabinete y sus accesorios a excepción del serpentín, necesariamente se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, fosfatizado y pintura al horno de todas las piezas metálicas.

d) Características eléctricas

De acuerdo a indicación en planos.

4.3.4 Unidad evaporadora (hasta 5 ton)

a) Sección evaporación

Contará básicamente de lo siguiente:

- Ventilador centrífugo silencioso de doble o simple entrada con hojas inclinadas hacia adelante, balanceado estáticamente y dinámicamente.
- Motor eléctrico de varias velocidades, cuyo eje ira unido directamente al ventilador por medio de un prisionero.
- Serpentín de refrigeración y deshumidificación de tubos de cobre sin costura y aletas de aluminio mecánicamente aseguradas.
- Válvula de expansión termostática o tubo capilar.
- Borneras de conexión y capacitor de arranque para el motor.

b) Gabinete

Construidos en planchas de fierro galvanizado en forma de paneles removibles para permitir reparaciones y mantenimiento, éstos se encontrarán adecuadamente reforzados por estructuras de fierro galvanizado.

Toda la unidad se forrara interiormente con planchas de lana de vidrio de 1" de espesor como mínimo, la lana será de una densidad equivalente a 1.5lb/pie^3, que llevara además una capa de material adecuado (Neoprene o similar) en su superficie exterior, la lana de vidrio se adherirá al gabinete por

medio de un pegamento especial a prueba de agua.

Este gabinete contará con una bandeja de drenaje que cubrirá toda el área de apoyo del serpentín de refrigeración, para recepcionar el agua del condensado.

Todas las planchas y perfiles que conforman las diferentes secciones modulares del gabinete y sus accesorios a excepción del serpentín, necesariamente se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, fosfatizado y pintura al horno de todas las piezas metálicas.

Incluirá filtros de malla de aluminio, de dos capas de ¼" de espesor.

Características eléctricas

220V - 60 HZ – MONOFÁSICO

4.3.5 Unidad enfriadora de agua compacta (Chiller)

Esta unidad constará de una sola envoltura en donde estarán incluidos los compresores, evaporador, condensador y ventiladores del condensador.

Todas las secciones modulares que componen el gabinete integral de la unidad se construirán con plancha de fierro galvanizado pesado (heavy gauge), en forma de paneles removibles para permitir reparaciones y mantenimiento; las secciones modulares estarán adecuadamente reforzadas por medio de estructuras metálicas, conformada por angulares o canales de fierro galvanizado, que garanticen la solidez y rigidez de la unidad.

Toda la estructura de refuerzo y planchas que conforman las diferentes secciones modulares del gabinete y sus accesorios componentes se

protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, fosfatizado y pintura al horno de todas las piezas metálicas.

a) Compresores

Será de tipo rotativo – tornillo semi hermético de accionamiento directo por motor a 3600 RPM, cada compresor contará con control de capacidad por medio de una Slide Value. Contará con lubricación de aceite forzado, con sus respectivos filtros, recipiente de aceite, punto de suministro de aceite y calentador para el aceite.

Estará provisto de sensores de sobrecarga y con relay de protección de sobre carga en cada devanado de motor y en cada una de las tres fases respectivamente.

Los compresores estarán montadas sobre amortiguadores de vibración con una eficiencia de aislamiento mínimas de 95%, cantidad = 02.

b) Evaporador

El evaporador será del tipo carcasa tubos.

El casco será fabricado con planchas de acero al carbón; los tubos serán de cobre sin costura directamente expandidos en los cabezales, deberán tener unos elementos internos para aumentar la superficie de intercambio y generar turbulencia con lo que se consigue aumentar la transferencia de calor.

El evaporador será necesariamente construido de acuerdo al código de la

ASME y estará aislado por lo menos ¾" de espesor de cloruro de polivinil expandido o similar.

El evaporador estará diseñado para una presión de trabajo de 225 lb/pulg² (15.5 bar) en el lado del refrigerante y de 200 lb/pulg² (13.8 bar) en el circuito de agua.

c) Condensador

El serpentín del condensador estará conformado por tubos de cobres sin costura y aletas de aluminio mecánicamente unidos.

Los ventiladores serán del tipo helicoidal de descargas verticales y silenciosas, balanceados estática y dinámicamente; poseerán rodamientos de lubricación permanente, acoplados directamente a su motor eléctrico el cual poseerá protección térmica por sobrecalentamiento de las bobinas del motor.

d) Componentes del circuito de refrigeración

El equipo deberá contener como mínimo por cada circuito:

- Amortiguador de ruido en la línea de gas caliente.
- Una válvula Shut Off en la línea de líquido.
- Válvula de servicio en la descarga y succión del compresor.
- Filtro secador del tipo con elemento (cores) reemplazables.
- Indicador líquido y humedad.
- Válvula de expansión electrónica.
- Válvula solenoide en la línea de líquido.

e) Tablero de protección y control

Deberá incluir como mínimo:

- Microprocesador.
- Borneras de protección para fuerza y control.
- Interruptor de control ON/OFF.
- Control de capacidad basado en la temperatura de salida del agua fría.
- Protección por pérdida de la carga de gas refrigerante.
- Protección por bajo flujo de agua.
- Protección por baja temperatura de agua.
- Presostato de alta y baja presión regulable.
- Protección contra falta de voltaje y fases.
- Protección por baja presión de aceite.
- Arrancador magnético tipo PART-WINDING para los compresores (ventiladores).
- Transformador para los controles.
- Relé térmico para los motores.
- Retardadores de arranque para los compresores.

f) Refrigerante

Ecológico R 134-a

g) Eficiencia

La eficiencia mínima deberá ser de EER = 10 BTU/WATT – H

h) Características eléctricas

380V – 60HZ – 3 FASES.

i) Número de circuitos de refrigeración independientes

El número de circuitos (compresores) = 2

j) Capacidad

La capacidad de cada unidad es de 100 toneladas de refrigeración.

4.3.6 Unidades electrobombas

Las electrobombas serán del tipo centrífugo para trabajar a una velocidad de

Válvula multipropósito

Válvula para medición del caudal de agua, será del tipo para instalación vertical, el cuerpo construido de fierro fundido, la glándula construida de bronce, vástago de acero inoxidable.

Difusor de succión

El cuerpo construido de fierro fundido, con conexiones para brida, llevara tapa embridada para limpieza.

Tanque de expansión

Será de forma cilíndrica, construida de plancha galvanizada de acuerdo a las normas ASME, para trabajar hasta una presión de 150 psig (10.3 bar).

Juntas flexibles

Serán con bridas de acero y el elemento flexible de NYLON TIRE CORD

FABRIC REINFORCEMENT WITH NEOPRENE LOVER AND LINER.

1750RPM, de caja partida, eje horizontal de impelente rotativo, impulsadas por motor eléctrico siendo un conjunto de volumen variable (secundaria) y otro de volumen constante (Primaria). Y con las siguientes características adicionales:

- El líquido a bombear será agua helada.
- La caja de la bomba será de fierro fundido.
- El impulsor será de bronce del tipo que no se sobrecargan, debidamente balanceados.
- Bomba y motor estarán montados sobre una base metálica común.
- El impulsor estará unido al motor, por una junta flexible especialmente diseñado para esta aplicación, evitando vibraciones y asegurando un perfecto alineamiento.
- Sello mecánico construido con elementos de acero y caras de cerámica y carbono.
- El accionamiento de las bombas será por medio de motor eléctrico trifásico para 60HZ
- La bomba se conectará a las tuberías por medio de unión flexible.

4.3.6.1 Accesorios para electrobombas

4.3.6.2 Tablero de bombas secundarias frecuencia variable

Será una unidad para el control de 3 bombas que trabajarán alternadamente, si una falla se emitirá la señal de alarma respectiva y trabajarán dos unidades. El tablero de control contará con las siguientes características:

- El equipo trabajará a 380V. - 60 Ciclos - 3 fases.
- Incluirá los tres variadores de frecuencia los mismos que regularán la velocidad de las bombas si la presión de la red varía.
- El equipo mediante un controlador trabajará en sincronización los chillers y podrá detener las bombas si el caudal del sistema es menos del 8%.
- El equipo mínimo que incluyen en los variadores son:
- Protección por sobre corriente y corto circuito.
- Protección por alto voltaje.
- Arranque gradual.
- Display indicador de frecuencia, corriente, tensión etc.
- Control por la presión del sistema, programable.
- Opción de control manual.
- Teclado para control manual.
- Tecla de parada de emergencia.
- Puerto de comunicación con protocolo universal para transmisión de señales al Sistema de Administración y Monitoreo -AYM.
- Bornes para los cables de energía, debidamente protegidos.

4.3.7 Sistema de ventilación

4.3.7.1 Extractor centrifugo en gabinete

a) Extractor centrífugo en gabinete (t/d)

Será del tipo centrífugo de doble entrada; el rodete será de hojas inclinadas hacia delante (Forward Curved Blades), el cual será balanceado estática y dinámicamente.

El rodete y su carcasa serán construidos de plancha de fierro galvanizado con un espesor mínimo de 1/20".

El rodete estará unido directamente al eje del motor por medio de chaveta o prisionero.

Todas las partes metálicas se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, luego se aplicarán dos manos de pintura base y dos manos de pintura esmalte.

El gabinete metálico será de plancha galvanizada calibre 1/20", unidos con perfiles de plancha galvanizada de 1/20".

b) Extractor centrífugo (t/f)

El rodete será de hojas inclinadas hacia delante (FORWARD CURVED BLADES), el cual será balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje.

El eje será de acero e irá apoyado en chumaceras con rodamientos de lubricación permanente que estará montado rígidamente a la estructura metálica.

El rodete y su carcasa serán construidos de plancha de fierro negro con un espesor mínimo de 3/32"; el rodete estará unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta.

El extractor será accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas siendo la polea motriz de paso variable; el motor deberá tener base metálica con tensor de fajas y guardafaja de plancha galvanizada calibre 1/27".

La estructura metálica será de plancha de fierro negro doblado de un espesor de 1/8"; para las uniones se usarán pernos galvanizados de ¼"x1".

Todas las partes metálicas se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, luego se aplicarán dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura esmalte.

c) Extractor centrífugo en línea (t/f)

Será del tipo centrífugo de simple entrada; el rodete será de hojas inclinadas hacia delante (FORWARD CURVED BLADES), el cual será balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje.

El rodete será construido de plancha de fierro galvanizado con un espesor mínimo de 1/20" el rodete estará unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta. El extractor será accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas, siendo la polea motriz de paso variable; el motor deberá tener base metálica con tensor de fajas y guarda fajas, El gabinete podrá ser de sección circular o cuadrada y vendrá equipado con un cono para el ingreso de aire.

Los rodamientos serán de lubricación permanente y seleccionada para una

duración mínima de 20,000 horas. Los motores eléctricos deberán llevar protección térmica en las bobinas, el aislamiento de las bobinas será de clase "B", factor de servicio.

d) Extractor axial (t/d)

Será de paletas helicoidales de plancha galvanizada unido a una base metálica central la cual estará fijada directamente al eje del motor eléctrico. El marco metálico y la estructura de sujeción del motor serán de plancha galvanizada calibre 1/27". Todas las partes metálicas se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, luego se aplicarán dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura esmalte. El equipo luego de ser ensamblado completamente deberá ser balanceado como un todo, estática y dinámicamente. El motor será monofásico, para 220V, girando a una velocidad máxima de 1750 RPM.

4.3.7.2 Ventilador centrifugo

a) Ventilador centrífugo en gabinete (t/f)

Será del tipo centrífugo de doble entrada; el rodete será de hojas inclinadas hacia delante (FORWARD CURVED BLADES), el cual será balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje.

El eje será de acero e irá apoyado en chumaceras con rodamientos de lubricación permanente que estará montado rígidamente a la estructura metálica.

El rodete y su carcasa serán construidos de plancha de fierro galvanizado

con un espesor mínimo de 1/16", el rodete estará unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta.

El ventilador será accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas siendo la polea motriz de paso variable; el motor deberá tener base metálica con tensor de fajas.

El gabinete metálico será de plancha galvanizada calibre 1/20", unidos con perfiles de plancha galvanizada de 1/20". .

Incluirá un filtro lavable de malla de aluminio de 4 capas de 1/4" o 2 capas de 5/8", de espesor cada una, la velocidad del aire al pasar por el filtro no será mayor de 450 pies / minuto (137 m/min).

b) Ventilador centrífugo (t/f)

El rodete será de hojas inclinadas hacia delante (FORWARD CURVED BLADES), el cual será balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje.

El eje será de acero e irá apoyado en chumaceras con rodamientos de lubricación permanente que estará montado rígidamente a la estructura metálica.

El rodete y su carcasa serán construidos de plancha de fierro negro con un espesor mínimo de 3/32"; el rodete estará unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta.

El ventilador será accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas siendo la polea motriz de paso variable; el motor deberá tener base metálica con tensor de fajas y guarda faja de plancha galvanizada calibre 1/27".

La estructura metálica será de plancha de fierro negro doblado de un espesor de 1/8"; para las uniones se usarán pernos galvanizados de ¼"x1". Todas las partes metálicas se protegerán contra la corrosión por medio de limpieza química, luego se aplicarán dos manos de pintura base zincromato y dos manos de pintura esmalte.

c) Ventilador centrífugo en línea (t/f)

Será del tipo centrífugo de simple entrada; el rodete será de hojas inclinadas hacia delante (FORWARD CURVED BLADES), el cual será balanceado estática y dinámicamente como un solo conjunto con su eje. El rodete será construido de plancha de fierro galvanizado con un espesor mínimo de 1/20" el rodete estará unido mecánicamente a su eje por medio de chaveta.

El ventilador será accionado por medio de motor eléctrico a través de fajas y poleas, siendo la polea motriz de paso variable; el motor deberá tener base metálica con tensor de fajas y guardafajas, El gabinete podrá ser de sección circular o cuadrada y vendrá equipado con un cono para el ingreso de aire. Los rodamientos serán de lubricación permanente y seleccionada para una duración mínima de 20,000 horas.

Los motores eléctricos deberán llevar protección térmica en las bobinas, el aislamiento de las bobinas será de clase "B", factor de servicio.

4.3.7.3 Dámper de alivio

Serán fabricadas de aluminio tanto el marco como las aletas. Las aletas estarán unidas al marco por medio de pines de aluminio.

4.3.7.4 Variador de frecuencia

El variador de frecuencia debe convertir tensión trifásica que varíe entre +/- 10% a 60 HZ, en tensión y frecuencia variables de salida. Debe suministrar una tensión de salida completa al motor, incluso a una tensión a una tensión de alimentación del –10%. La relación tensión/frecuencia debe ser adecuada para el control de velocidad de ventiladores centrífugos.

El variador de frecuencia debe regular la salida para adaptarla continuamente a la carga de corriente del ventilador y así minimizar el consumo de energía.

El variador de frecuencia debe regular todos los tipos de motores estándar IEC o NEMA sin la carga y sin que la temperatura del motor exceda el valor habitual cuando está conectado a la red.

El variador de frecuencia debe controlar motores de distintos tamaños conectados en paralelo, y debe ser posible para una máquina durante su funcionamiento sin riesgo de desconexión. El variador debe funcionar sin que el motor esté conectado, para su mantenimiento.

Debe ser posible proporcionar documentación que testifique que el fabricante ha sometido el variador a varias pruebas, incluyendo aquellas de carga de motor.

El variador debe suministrar al motor una corriente de forma sinusoidal y un flujo magnético totalmente circular para obtener el par completo del motor a la frecuencia nominal, sin que éste se caliente más que en condiciones de funcionamiento normal conectado a la red

Debe certificarse los siguientes puntos:

- Eficiencia mínima de 96% a 100% de carga y 92% a 20% de carga.
- Tensión de entrada 200/220/230 V +/- 10% ó 440/460/500 V +/- 10%
- Temperatura ambiente durante operación de –10ºC a 40ºC. Humedad relativa máxima de 95%
- Frecuencia de salida de 0-132Hz
- Tensión de salida trifásica ajustable de 0-100%
- El torque de salida se debe limitar al 110% del torque nominal del motor para impedir daños a los equipos conectados.
- El variador puede usar señales de control 0-10 V, 1-5 V y 4-20mA
- El variador debe tener dos relays de salida programables. Deben ser programables dos salidas analógicas para poder visualizar los parámetros en el sistema de control inteligente.
- Debe ser posible programar 20 velocidades prefijadas diferentes. Incluso inversión de giro.
- El variador debe evitar al menos 4 frecuencias de by pass con ancho de banda ajustable para evitar la resonancia mecánica.
- El variador debe poseer una función de bloqueo de parámetros (password) para impedir una programación no intencionada.
- El variador debe tener filtros en el circuito de corriente continua intermedia para asegurar disminuir el contenido armónico de la corriente de alimentación.

- El variador debe cumplir los requisitos de EMC y RFI de acuerdo a la norma EN 55011.
- El variador debe ser capaz de tomar el control del ventilador independientemente del sentido de rotación del mismo.
- El variador debe tener un control con procesador de 32 bits y circuitos ASIC que garanticen el voltaje de motor completo y una corriente de motor de forma sinusoidal.
- La función limitadora de corriente debe ser lo suficientemente rápida para que el variador resista fugas a tierra y cortocircuitos de corta duración en los terminales de salida sin que se dañen los componentes.
- El variador debe poseer protección integrada contra lo siguiente: transitorios de red de acuerdo con VDE 0160, falta de fase en el cable de alimentación de la red, falta de fase en el cable de motor, fuga a tierra o cortocircuito en fases del motor. Si se pierde la velocidad de la referencia, mantener la velocidad del motor o regular la parada de acuerdo a la programación.
- El variador debe emitir una advertencia o parar el motor si éste se sobrecalienta. Esta función debe ser parte integrante del convertido de frecuencia. En consecuencia, no se necesita un termistor en el motor.
- El variador debe tener un Cosø 1 en el lado de la alimentación a todas las cargas y velocidades.
- El circuito de salida debe asegurar la posibilidad de conmutación ilimitada entre el variador y el motor independientemente de la carga y la velocidad, sin que se dañe el variador ni se requieran otros equipos.
- El variador debe tener un controlador PID incorporado de fábrica para obtener un control de lazo cerrado.

- El variador debe ser adecuado para control manual y a distancia.
- El variador no debe sufrir daños si se da una señal de arranque sin que el motor esté conectado.
- El variador debe incluir las siguientes funciones de forma estándar:
- Desconexión del inversor a 75 ºC en el disipador de calor.
- Protección contra sub voltaje.
- Protección contra sobre voltaje.
- Display y alfanumérico.
- Elección de hasta 4 variables para visualización.
- Bloqueo para impedir la programación accidental del variador.
- rampas ajustables individualmente de aceleración y desaceleración.
- Debe emplearse el mismo panel de control para todos los modelos de variador.
- El variador debe tener un alojamiento metálico que actúe como caja de Faraday.
- El variador debe tener ventiladores incorporados para su enfriamiento.
- El panel de control debe ser extraíble y poder funcionar hasta 3m de distancia del variador.

4.3.7.5 Válvulas de 2 vías (modulante de punto flotante)

Se proveerán la válvula de dos vías que será accionada por un motor modulante, la válvula será de cuerpo de bronce, el disco de la válvula será para trabajar con temperatura de agua de 35º F a 65º F (1.7°C a 18.3°C).

4.3.7.6 Termostato

a) Termostato de ambiente (modulante de punto flotante)

Será del tipo para instalar en la pared, operará la válvula de 2 vías del tipo modulante de punto flotante, incluirá un display digital que indicará la temperatura.

a) Termostato solo frio

Será para instalar en la pared del ambiente acondicionado

El elemento sensor será un o más bulbos de mercurio de acuerdo al número de circuitos de refrigeración del sistema.

Controlará el funcionamiento del compresor. El rango aproximado será de 50°F a 90°F (10°C a 32°C).

Contendrá en la parte exterior: Termómetro, elemento de control del ventilador (ON-OFF-Automático), elemento de control del sistema (OFF-COOL).

Será para trabajar con una tensión de 24 voltios.

4.3.7.7 Humidistato de ambiente

Será del tipo electrónico para no permitir su regulación desde el exterior, rango de 20% a 90%.

4.3.7.8 Resistencia de calefacción

a) Chasis

De fierro galvanizado pesado (heavy gage), en forma de panel removible para permitir reparaciones y mantenimiento, la unidad contara con empaquetaduras para asegurar su hermeticidad y estará prevista de un

gabinete exterior de fácil acceso a los contactores, terminales y componentes del sistema de protección.

b). Intercambiador de calor

Será una resistencia eléctrica de la potencia indicada en la tabla, esta resistencia de baja temperatura será diseñada para una temperatura de filamento de 400ºC, fabricada en microte 80/20 será instalada en el chasis suspendida en soportes cerámicos y con terminales resistentes a la corrosión.

4.3.7.9 Sistema de protección y control

El sistema constara de un sensor de flujo (flow switch) que cortara el suministro eléctrico a la resistencia cuando no haya flujo de aire en el ducto de suministro un termostato de sobre temperatura, de temperatura máxima 50ºC al final de la escala la que se controlara en el gabinete exterior, uno o más contactores según el número de etapas requerido y un relay de sobre corriente graduable en los valores necesarios, se deberá prever un comando externo de control.

4.3.8 Sistema de ductos

4.3.8.1 Ductos metálicos

Se fabricarán e instalarán de conformidad a los tamaños y recorridos mostrados en los planos.

Para la fabricación de los ductos se empleará planchas de fierro galvanizado de la mejor calidad tipo ZINC-GRIP o similar.

Para la fabricación se seguirán las normas de la ASHRAE y los detalles adjuntos.

Para la ejecución de los ductos se observarán las siguientes instrucciones:

- Para ductos hasta 12" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/54" de espesor, unidos por correderas de 1" a máximo 2.40m. entre ellas.
- Para ductos entre 13" hasta 30" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/40" de espesor, unidos con correderas de 1" a máximo 2.40 m. Entre ellas.
- Para ductos entre 31" hasta 45" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/27" de espesor, unidos por correderas de 1" a máximo 2.40 m. Entre ellas.
- Para ductos entre 46" hasta 54" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/20" de espesor, unidos por correderas de 1½" a máximo 1.20 m. Entre ellas.
- Para ductos entre 54" hasta 84" en el lado mayor se utilizará plancha de 1/20" de espesor, unidos por correderas de 1½" a máximo 1.20 m. Entre ellas, con refuerzos de ángulos de 1"x1/8" entre correderas.
- Los ductos se sujetarán del techo o paredes con soportes de ángulo de 1.1/2"x1/8" y varillas redondas de fierro liso de 3/8" de diámetro con sus terminales roscados para recibir tuerca y contratuerca de amarre.
- Los soportes se fijarán a techos o paredes por medio de tacos de expansión de 3/8", la distancia entre soportes no será mayor de 2 m. Todos los soportes serán galvanizados en caliente.
- La unión entre ducto y equipo será con juntas flexibles de Neoprene de 25 cm de largo.
- Cuando los ductos atraviesen las juntas de dilatación del edificio se colocarán juntas flexibles de Neoprene de 25 cm de largo.

- Todas las juntas entre los ductos se sellarán con Duct Sealers igual o similar al tipo HPS, de la marca Duro Dyne.

a) Dámper

Los dámperes serán de plancha galvanizada de 1mm de iguales características que los ductos a un eje de varilla de fierro galvanizado de 3/8" por medio de soldadura.

Poseerá un indicador de posición de platina de fierro negro de 3/4"x1/8" soldada al eje de una base también construida de platina de fierro, incorporara rodajes o cojinete correctamente lubricados para el giro del eje.

Se incluirán sistemas para el ajuste del dámper para su posición fija mediante tuerca en mariposa y sellos o empaquetaduras para evitar fugas.

El acabado de las partes de fierro expuestas serán con dos manos de pintura: anticorrosivo y dos manos de acabado.

Los dámper se ubicaran en los ductos en cada ramal para balancear el sistema, así mismo se ubicaran en los ductos para el ingreso de aire fresco a cada manejadora de aire o fancoil de agua helada.

b) Aislamiento para ductos (lan)

Todos los ductos de aire acondicionado se aislarán con colchoneta de lana de vidrio de 1.5" de espesor, de una densidad de 1.0 PCF.

Exteriormente llevará una lámina de foil de aluminio que le da un acabado uniforme y resistente, constituyendo una barrera de vapor, la cual ira adherida a la lana de vidrio con un pegamento apropiado.

Forma de ensamble:

- La colchoneta con foil de aluminio debe colocarse ajustada alrededor del ducto por medio de zuncho plástico, con los bordes bien unidos entre sí y sujetos aplicando pegamento al traslape sobresaliente de la barrera de vapor.
- Las colchonetas con foil colocadas alrededor del ducto deben instalarse traslapando 10cm. el foil de aluminio; deben seguir el sentido longitudinal del ducto.
- Asegurar los traslapes con grampas y sellarlos con foil de refuerzo de un ancho de 3" y pegamento.
- Cualquier daño o perforación debe parcharse con el mismo material de foil de aluminio y pegamento.

c) Rejillas

Las rejillas de retorno serán de aluminio anodizado pintado en esmalte, con doble juego de barras direccionales. Con empaquetadura de jebe.

Las muestras de las rejillas serán aprobadas por el Supervisor.

d) Rejillas de extracción

Las rejillas de extracción serán de aluminio anodizado pintado en esmalte, con doble juego de barras direccionales. Con empaquetadura de jebe.

Las muestras de las rejillas serán aprobadas por el Supervisor.

e) Rejillas de suministro

Serán fabricadas totalmente de aluminio extruido, y pintados de color blanco (a menos que se requiera otro color).

Todas las rejillas de suministro llevarán un DAMPER de hojas opuestas, fabricado con plancha galvanizada 1/54" para difusores hasta 18" y plancha galvanizada de 1/40" para difusores mayores a 18".

f) Rejilla externa

Las rejillas externas serán de aluminio anodizado pintado en esmalte, con doble juego de barras direccionales. Con empaquetadura de jebe.

Las muestras de las rejillas serán aprobadas por el Supervisor.

g) Difusores

Los difusores de techo serán fabricados de aluminio anodizado pintado en esmalte, modelo aerodinámico, serán cuadrados o rectangulares con empaquetadura de jebe y guiadores de flujo.

Todos los difusores llevarán un DAMPER de hojas opuestas, fabricado con plancha galvanizada 1/54" para difusores hasta 18" y plancha galvanizada de 1/40" para difusores mayores a 18".

h) Filtros de aire

Pre filtros

Se instalaran pre-filtros de aire de malla de aluminio tipo lavable en el retorno de los acondicionadores con el objeto de evitar el ingreso de polvo ambiental a los serpentines evaporadores.

Cada pre-filtro tendrá la forma de un panel modular, con marco metálico de 1" de espesor y se colocara en rieles para fácil deslizamiento.

Los pre-filtros se dimensionaran para una velocidad máxima en la cara frontal de 500 pies/minuto (152.5 m/min).

Filtros de baja eficiencia: 30-35%

Estos filtros tendrán una eficiencia de 30-35% mínima según NBS: Test Dust Retained by filter, serán seleccionados a una velocidad máxima de 500 FPM (152.5 m/min) de aire pasando por el filtro, deberán producir una caída de presión inicial de 0.2"c.a. y de presión final de 0.6" c.a.

Filtros tipo bolsa de mediana eficiencia: 80-85%

Estos filtros tendrán una eficiencia de 80-85% mínima según NBS: Test Dust Retained by filter, serán seleccionados a una velocidad máxima de 500 FPM (152.5 m/min) de aire pasando por el filtro, deberán producir una caída de presión máxima inicial de 0.45"c.a. y de presión final de 1.0" c.a.

Filtros tipo hepa de alta eficiencia: 99.97%

Estos filtros tendrán una eficiencia de 99.97% mínima según DOP TEST para partículas de 0.3 micrón, serán seleccionados a una velocidad máxima de 500 FPM (152.5 m/min) de aire pasando por el filtro, deberán producir una caída máxima de presión inicial de 1.0"c.a. y de presión final de 2.0" c.a. HEPA: (High Efficiency Particulate Air filter). El marco será de aluminio anodizado y el plato de acero galvanizado. Certificación UL.

4.3.9 Sistema de agua helada

4.3.9.1 Tuberías para agua helada

Generalidades

Deberá suministrarse e instalarse toda la tubería indicada en los planos y detallada en las presentes especificaciones.

Toda la tubería y conexiones deberán instalarse a una distancia de por lo menos 4" de otras obras, incluyendo el aislamiento.

La tubería deberá instalarse en forma tal que asegure la circulación del fluido sin restricciones, eliminando las bolsas de aire y permitiendo el drenaje independiente de los diversos circuitos en sus puntos más bajos.
Deberán de proveerse de válvulas (ventanas automáticas) de purga de aire en los puntos más altos y válvulas para el drenaje en los puntos más bajos.
La tubería deberá instalarse de manera que permita su libre expansión ó contracción sin causar daños a otras obras o a los equipos a que esté conectado, los recorridos horizontales de la tubería de agua deberá tener una ligera inclinación ascendente, realizable por medio del uso de reducciones excéntricos localizados en las uniones donde la tubería cambie de diámetro.

En el caso de las tuberías de drenaje estás deberán tener una pendiente descendiente en la dirección del flujo no menor del 2%, todas las tuberías contenidas en el interior de las salas de máquinas o a la vista se pintaran exteriormente con pintura de color diferente para identificar los siguientes usos.

Suministro de agua helada = Azul oscuro.
Retorno de agua helada = Azul claro.

Materiales de las tuberías y accesorios

Todas las tuberías serán de acero negro y estarán de acuerdo con la

normas de "AMERICAN STANDARD FOR WROUGHT IRON AND WROUGTH STEEL PIPE" para cédula 40.

Las tuberías serán sin costura de acero negro al carbón, de 150psig ASTM A – 53 grados B

Características de las conexiones

Las conexiones de ø 2½" y mayores serán de acero al carbono ASTM A 234 grado A Ó B según ASA B 16.9 del tipo para soldar a Top.

Las conexiones de ø 2¨ y menores serán de acero al carbono según ASTM A grado B según ASA B 16.11 con extremos roscados para 2000 lb.

Mangas

En los casos donde la tubería atraviese obras de concreto, paredes de mampostería o placas de concreto etc., deberán embutirse en mangas de acero galvanizado de un calibre no menor de Ga 22.

Las mangas tendrán un diámetro suficientemente amplio para que permita que la tubería, aislada o sin aislamiento, pueda penetrar sin dificultad. Las mangas deberán extenderse para que sus extremos queden a ras con las caras de la obra que atraviese. Cuando las mangas atraviesen pisos, se extenderán hasta el nivel del piso acabado, las mangas que atraviesen las paredes exteriores, pisos, salas de máquina, salas de ventiladores, y plenums de aire, se instalaran en forma adecuada para impedir filtraciones.

Uniones

Se instalaran uniones o bridas en aquellos equipos como serpentines bombas, tanques, etc. Cuando se encuentre una válvula instalada anexa a

un equipo, se deberán localizar la unión entre la válvula y el equipo. Las uniones deberán quedar accesibles y no ocultas por la construcción las uniones instaladas en tuberías de acero, o hierro forjado ASTM. Los Grados II serían 200 lbs. Con extremos de tipo Enchufe para soldar.

Las bridas serán de clase ASA 150 psig., de acero forjado ASTM 181, Grados I, con cuello para soldar y junta en la cara de contacto. El Standard dimensional será ASA 16.5.

En aquellos sitios donde sea necesario emplear otro tipo de brida por razones de espacio, podrá usar (slip – on) de la clase ASA 150 lb , acero forjado ASTM A 181, Grados I, con junta en la cara de contacto. El Standard dimensional será ASA B 16.5.

Soldadura y roscado

Las roscas para las tuberías deberán ser conforme a las especificaciones, por ¨AMERICAN STANDARD TAPER THREADS¨ se colocaran cinta teflón únicamente a la rosca macho. No se aceptaran cementos especiales para enroscar. Las roscas machos deberán estar cortadas en una longitud tal que sobre tres hileras de roscas después de hecha la conexión. Deberán limarse los extremos de las roscas y limpiarse adecuadamente antes de su conexión.

La soldadura se hará de acuerdo con las siguientes normas:

Las tuberías de acero al carbono serán por el método de Arco Eléctrico Metálico Protegido o por oxiacetileno, de acuerdo con los Standard de la ¨AMERICAN WELDING SOCIETY¨. Los filetes de las soldaduras podrán ser

cóncavos o convexos rajadura o hueco en la superficie de cualquier cordón de soldadura, deberán ser cincelados o esmerilados de tal forma que muestre una superficie apropiada, donde se pueda obtener una fusión completa con el siguiente cordón de soldadura.

Empaquetaduras

Las empaquetaduras serán de material grafitado por ambos lados, de 1/16¨ de espesor. En bridas de caras con reborde se usaran empaquetaduras del tipo anillo plano. En bridas de cara plana se emplearan empaquetaduras completas.

Pernos

Las bridas serán unidad con pernos y tuercas de acero ASTMA 307 Grado B.
El Standard dimensional para los pernos serán ASA – B18 2.1 serie cabeza regular cuadrada.
El Standard dimensional para las tuercas será ASA – B18 2.2, serie pesada hexagonal semi – acabada.

Válvulas

Aquellas válvulas para tubería hasta de ø 2¨ en adelante serán de cuerpo de bronce, para conexión de rosca. Las válvulas para tubería de 2½¨ de diámetro o mayor, serán de cuerpo de hierro, para conexión en brida. Las llaves (válvulas) de paso serán de cuerpo de acero y tuerca. Las llaves (válvulas) de ø 2¨ o menor y tendrán conexión de rosca, las llaves de ø 2½¨ o más, tendrán conexiones de brida. Las válvulas serán para 150lb.

Pruebas

Cuando el sistema de tubería este completamente terminado, antes de ser puesto definitivamente en servicio, deberán llenarse completamente de agua y mantenerse sin fugas como resultado de una prueba hidrostática a una presión no menor de 1.5 veces a la presión normal de diseño del sistema, el cual será mantenido durante el tiempo de prueba, que será de 24 horas de duración mínima. Cualquier fuga o defecto que presente la tubería en cualquier parte de su trayectoria, deberá ser reparada adecuadamente, previa aprobación del Ingeniero Superior, volviéndose a probar nuevamente todo el sistema.

4.3.10 Tuberías y accesorios de refrigeración

a) Materiales

- Tuberías de Refrigeración: Deben cumplir los requerimientos de la norma ASTM B280-80; no deben usarse líneas refrigerantes precargadas.
- Accesorios: De cobre forjado.
- Trampas en la línea de succión: Serán con codos de 90°.
- Material de conexión: Para soldadura de plata SIL-FOS o EASY-FLOW; para soldadura de estaño 95/5 o STS-BRIGHT.
- Flujo: HANDY & HARMON.

b) Accesorios

- Válvula de expansión para distribuidores del tipo de presión, externamente equilibrados con diafragma de acero inoxidable y el mismo refrigerante del sistema en los elementos termostáticos.

Dimensionar la válvula de acuerdo con la capacidad plena del serpentín servido.

- Filtro secador. En las líneas de 3/4"∅ y mayores, el filtro secador será del tipo de núcleo reemplazable con caja no ferrosa y válvula tipo Scharader. En las líneas menores de 3/4"∅, el filtro secador será del tipo sellado con accesorios de cobre para soldar o rosca. La dimensión del filtro será de acuerdo a la capacidad del equipo. El filtro secador se instalará entre dos válvulas manuales tipo bola.
- Indicador visual. Será una combinación de indicador de líquido y humedad, con casquete de protección. El indicador de vidrio visual será del tamaño de la línea.
- Válvula manual de interrupción de refrigerante. Será del tipo bola, diseñadas para servicio de refrigeración y del tamaño de la línea, la válvula tendrá sello de casquete. Se instalarán las válvulas de servicio en cada línea de succión y descarga del compresor y en otro lugar según indicación del proyectista. Si las válvulas de servicio vienen como parte integral de la unidad de condensación no son necesarias válvulas adicionales.

c) Ejecución

- Las tuberías de refrigeración deberán ser instaladas por contratistas de refrigeración calificados.
- Las líneas de succión deben instalarse con pendiente hacia el compresor de 1 pulgada por pie; colocar trampas en las elevaciones de las líneas de succión en posición contra el flujo.
- Las conexiones del sistema de refrigeración deberán ser del tipo cobre

a cobre limpiadas y soldadas.

- Circular nitrógeno seco a través de los tubos a soldar para eliminar la formación de óxido de cobre durante la operación de soldar.
- Luego de terminar la instalación de las tuberías de refrigeración y los equipos se ejecutará lo siguiente:

  Presurizará el sistema con nitrógeno a 300 PSI (20.7 bar) para detectar los puntos de fuga.

  Hacer un vacío al sistema con bomba de vacío hasta 200 microms, usando un vacuometro calibrado en microms durante 24 horas; no usar el compresor de enfriamiento para evacuar el sistema ni para operar mientras el sistema esté en alto vacío.

  Romper el vacío con freón a usar.

  Conducir las pruebas a la temperatura ambiente máxima.

  No poner en marcha el sistema hasta que las pruebas anteriores hayan sido hechas y el sistema arrancado tal como se especifica.

  Antes de las pruebas cargar completamente el sistema con refrigerante.

4.3.11 Aislamiento de las tuberías

Toda la tubería de succión de gas, desde el evaporador al compresor, se aislará con mangueras aislantes espumado flexible similares a la marca ARMAFLEX, con espesores de acuerdo a la siguiente indicación:

- Para tuberías hasta 1"∅, espesor de 1/2".
- Para tuberías de 1 1/4"∅ hasta 2"∅, espesor de 3/4".
- Para tuberías de 2 1/8"∅ a más, espesor de 1".

a) Ejecución

La instalación del aislamiento se hará de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- El aislamiento se ajustará a la tubería y se colocará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- Alternar las uniones en el aislamiento por capas.
- Deslizar el aislamiento sobre la tubería antes de ensamblar las secciones y accesorios de la tubería manteniendo el corte del aislamiento al mínimo.
- Sellar las uniones en el aislamiento con sellador de uniones igual al ARMAFLEX 520 o similar.
- Colocar una camiseta de plancha galvanizada de 0.9mm. de espesor por 15cm. de largo alrededor del aislamiento en cada soporte.
- El aislamiento expuesto en el exterior del edificio tendrá las costuras de la junta en la parte inferior de la tubería y llevarán dos capas de acabado adhesivo.
- Aislar los accesorios con aislamiento en plancha.
- En las instalaciones al exterior, el aislamiento se pintará inmediatamente y antes de los siete primeros días de haberse instalado con un esmalte tipo ARMAFINISH o similar.

4.3.12 Instalación eléctrica

En los planos de instalaciones eléctricas se indica el lugar donde se han dejado las previsiones eléctricas para los equipos de aire acondicionado. El contratista del aire acondicionado ejecutará totalmente la conexión eléctrica

de los equipos desde dichas previsiones.

Se empleará tuberías CONDUIT galvanizada pesada americana y cajas CONDULET cuando la instalación sea a la vista, pudiendo ser tubería plástica pesada únicamente cuando la instalación sea empotrada.
Los alambres y cables serán de cobre con forro tipo THW.

Será parte de la instalación eléctrica la instalación de todo el sistema de control, los arrancadores magnéticos y las botoneras de arranque ubicadas en lugares accesibles.

Todos los equipos de aire acondicionado estarán conectados a tierra con su respectivo cable. Para la conexión eléctrica en general se seguirán las normas técnicas establecidas en el código nacional de electricidad.

4.3.13 Instalación de drenaje

Serán de PVC de la clase 10, normalizada, del tipo de empalmes a presión, para sellarse con pegamento PVC del mismo fabricante.

Los accesorios finales de cada salida serán de PVC roscado, del tipo pesado, con adaptadores unión rosca de PVC, Todas las uniones roscadas se sellarán con cinta de teflón.

4.3.14 Acondicionamiento, pruebas, balanceo y arranque del sistema

Las pruebas y ajustes de los equipos de Aire Acondicionado y ventilación serán supervisados personalmente por el Ingeniero responsable de las

instalaciones; para las pruebas y regulaciones se ceñirá a las instrucciones de los fabricantes.

Una vez que el sistema de distribución de aire se encuentre en operación, deberá balancearse conforme a los volúmenes de aire que especifican los planos, utilizándose al efecto, instrumentos aprobados para la regulación de las velocidades en el interior de los conductos y en los elementos de salida.

Para la medición de la velocidad del aire en los conductos se emplearán tubos de Pitot.

Para la medición del aire en las salidas se emplearán anemómetros o velómetros. Una vez informado el propietario de que el sistema se encuentra balanceado, deberán verificarse en su presencia todas aquellas pruebas sobre las cuales él exija comprobación.

Si es necesario realizar ajustes adicionales para el control de temperatura, éstos se efectuarán de acuerdo a cada condición y de conformidad con el propietario.

Se regularán y calibrarán los controles automáticos. Se entrenará en la operación de los equipos a la persona designada por el propietario.
El sistema antes del arranque deberá contar con lo siguiente:

- Las instalaciones y equipos totalmente equipados.
- Los controles pre calibrado (o configurados de fábrica).

Se procederá a:

- Unidades manejadoras y Fan coils de Chiller y bombas.
- Se probará el sentido de rotación de los motores de las UMA.
- Se verificará la limpieza del sistema.
- Se inyectará aire por medio de los ductos, previendo el cuidado o retiro de los filtros para que no se ensucien.
- Se balanceará preliminarmente el sistema de aire.
- Se verificará el porcentaje de fugas con el equipo que permita una precisión de +/-5%.
- Se verificarán tensiones de las fajas y evaluación en general del sistema de ventilación.
- Se limpiará integralmente en las instalaciones de aire acondicionado y en la obra comprometida.
- Lanzado el sistema de agua helada se procederá a regular los controles de agua.
- Se procederá a realizar el balance del sistema aire frío con un medidor de caudal digital de última tecnología.
- Se dejará en óptimo estado la operación del sistema.
- Se verificará la integridad del sistema de acuerdo a la especificación técnica y los manuales y lista de materiales proporcionados por la fábrica.
- Se llenará de agua la red.
- Se aplicará un líquido anti-incrustaciones de alta calidad de acuerdo a la especificación del fabricante para prolongar su reposición en 3 años por lo menos. Se hará funcionar el sistema de ablandamiento.

- Se probarán las tuberías, con por lo menos 225 PSI (15.5 bar) durante 24 horas.
- Las fugas detectadas serán debidamente subsanadas. Se verificará que todas las válvulas estén abiertas.
- Se procederá a arrancar las bombas.
- Se realizará el arranque de cada Chiller, de acuerdo a lo establecido por la fábrica.
- Se verificará fallas en la planta de agua helada.
- Obtenida las temperaturas del proyecto y una operación automática y combinada de los Chiller se procederá a regular todas las válvulas automáticas controladoras de agua.
- Se procederá a hacer pruebas parciales e integrales del sistema de acuerdo al protocolo integrándolos con el sistema de administración.

CAPÍTULO 5
ANALISIS ECONÓMICO

En este quinto capítulo se trata del presupuesto del proyecto de Chiller agua aire y sus componentes, en la tabla 5.1, se encuentra el metrado del proyecto.

Luego se integran los diversos costos que se presentan durante la compra y la puesta en servicio del sistema.

- Costo inicial
- Costo de instalación
- Costo de operación
- Costo promedio de mantenimiento preventivo y correctivo
- Costo administrativo de ingeniería.

5.1 COSTO INICIAL Y DE INSTALACIÓN

Se realizó una consulta de precios a empresas como Refricorp y GCI Ingenieros SAC, las cuales nos dieron ratios de costo inicial de un Chiller refrigerado por aire, accesorios y todos los materiales de construcción asciende a S/. 5 760 por TR, para 200 Ton es S/. 1, 152,000

En este caso tenemos un costo inicial de S/. 1, 456,433.4 y un ratio de S/. 7,282.2 N.S.

El costo de instalación fluctúa entre 25 y 30% del costo inicial, por lo que la instalación genera un monto de S/. 436,930 N.S.

La tabla 5.1. Detalla el costo de los equipos, materiales e instalación, lo que genera un monto de S/. 1, 456,433.4 y que excede en S/. 304,433 sobre el ratio de suministro, montaje e instalación por TR para Chiller. Es conveniente mencionar que en este ratio no se incluyen los costos de ingeniería

Tabla 5.1 Costo inicial y de instalación del proyecto utilizando Chiller refrigerado por aire

N°	ITEM	UNID	METRADO	PRECIO UNITARIO (S/)	PRECIO TOTAL (S/)
1.0	**UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO**				**1,070,254**
1.1	Unidades enfriadoras de agua (Chiller) 100 Ton-240GPM	und	2	109,807.7	219,615.4
1.2	Unidades electrobombas 240 GPM; 5HP-380V-3Ø-60Hz	und	3	12,307.7	36,923.1
1.3	Unidades electrobombas 480 GPM; 15HP-380V-3Ø-60Hz	und	2	23,076.9	46,153.8
1.4	Unidades manejadoras de aire 2 HP-380V-3Ø-60Hz	und	8	17,935.4	143,483.2
1.5	Unidades manejadoras de aire 1 HP-380V-3Ø-60Hz	und	12	14,089.2	169,070.4
1.6	Unidades manejadoras de aire 1.5 HP-380V-3Ø-60Hz	und	17	16,396.9	278,747.3
1.7	Unidades de los Fancoil de agua helada	und	12	5000	60,000
1.8	Termostato	und	49	255.4	112,514.6
1.9	Unidades de Split para ducto	und	1	3,846.2	3,846.2
2.0	**SISTEMA DE VENTILACIÖN**				**122,152.2**
2.1	Extractor centrifugo en gabinete1/2 HP-220V-1Ø-60 Hz.	und	8	1,538.5	12,307.7
2.2	Extractor centrifugo en gabinete 1/3 HP-220V-1Ø-60 Hz.	und	27	1,153.8	31,152.6
2.3	Extractor centrifugo en gabinete 1/5 HP-220V-1Ø-60 Hz.	und	13	1,076.9	13,999.7
2.4	Extractor centrifugo en gabinete 1/3 HP-220V-1Ø-60 Hz.	und	3	3,384.6	10,153.8
2.5	Extractor centrifugo en línea 2 HP-380V-3Ø-60 Hz.	und	1	3,384.6	3,384.6
2.6	Extractor centrifugo en línea 1 HP-380V-3Ø-60 Hz.	und	1	2,461.5	2,461.5
2.7	Extractor axial 1/5 HP – 220V- 1Ø – 60Hz	und	7	1,153.8	8,076.6
2.8	Extractor axial 3/4 HP – 220V- 1Ø – 60Hz	und	1	3,923.1	3,923.1
2.9	Extractor tipo hongo 1 HP – 380V – 3Ø – 60 Hz	und	2	1,923.1	3,846.2
2.10	Extractor tipo hongo 1/3 HP – 380V – 3Ø – 60 Hz	und	2	1,615.4	3,230.8
2.11	Ventilador centrifugo en gabinete 3/4 HP-220V-1Ø-60Hz	und	4	3,153.8	12,615.2
2.12	Ventilador centrifugo en gabinete 1/3 HP-220V-1Ø-60Hz	und	6	1,230.8	7,384.6
2.13	Ventilador centrifugo en gabinete 1/5 HP-220V-1Ø-60Hz	und	8	846.2	6,769.6
2.14	Ventilador centrifugo en gabinete 1/2 HP-220V-1Ø-60Hz	und	1	1,615.4	1,615.4
2.15	Ventilador centrifugo en línea 2 HP-220V-1Ø-60Hz	und	1	615.4	615.4
2.16	Ventilador centrifugo en línea 3/4 HP-220V-1Ø-60Hz	und	1	615.4	615.4

Tabla 5.1 Costo inicial y de instalación del proyecto utilizando Chiller refrigerado por aire (Continuación)

3.0	**SISTEMA DE DUCTOS**				**117,093**
3.1	Ductos	Kg	8,000	9.28	74,240
3.2	Rejilla de retorno (RR)	PG2	12,300	1.15	14,145
3.3	Rejilla de extracción (RE)	PG2	16,884	1.15	19,416.6
3.4	Rejilla de aire fresco (RAF)	PG2	1,604	0.92	1,475.7
3.5	Rejilla externa (REX)	PG2	3,836	1.15	4,411.4
3.6	Difusores (DIF)	und	295	11.54	3,404.3
4.0	**SISTEMA DE AGUA HELADA**				**140,978.8**
4.1	Tubería de acero cedula de 40; 6"	M	19	130.7	2,483.3
4.2	Tubería de acero cedula de 40; 4"	M	22	74.92	1,648.2
4.3	Tubería de acero cedula de 40; 3"	M	66	45.68	3,014.9
4.4	Tubería de acero cedula de 40; 2 1/2"	M	104	37.15	3,863.6
4.5	Tubería de acero cedula de 40; 2"	M	70	30.58	2,140.6
4.6	Tubería de acero cedula de 40; 1 1/2"	M	61	25.36	1,546.9
4.7	Tubería de acero cedula de 40; 1 1/4"	M	190	25.36	4,818.4
4.8	Tubería de acero cedula de 40; 1"	M	82	19.45	1,595.2
4.9	Codos ,Tees, reducciones, ASTM A53 GRADO B	gbl	1	8,076.9	8,076.9
4.10	Aislamiento de lana de vidrio	M2	1,980	44.84	88,783.2
4.11	Aislamiento Elastómero para tuberías de agua helada espesor ½" (hasta Ø1")	m	82	2.77	227.1
4.12	Aislamiento Elastómero para tuberías de agua helada espesor 3/4" (hasta Ø1- 1/4")	m	190	7.4	1,406
4.13	Aislamiento Elastómero para tuberías de agua helada espesor 1" (hasta Ø2-1/4")	m	131	52.77	6,912.9
4.14	Aislamiento Elastómero para tuberías de agua helada espesor1- ½" (hasta Ø4")	m	192	75.18	14,434.6
4.15	Aislamiento Elastómero para tuberías de agua helada espesor3" (hasta Ø6")	m	19	143.5	2,726.5
	COSTO DIRECTO				**1,450,477.6**
	COSTO DE INSTALACIÓN			25%	**362,619.4**

5.2 COSTO DE OPERACIÓN

Para obtener los costos de operación se necesita conocer el tipo de suministro y el costo del kW-h para esta condición.

Los indicadores de eficiencia serán de acuerdo a lo indicado en la tabla 4.8

Tabla 5.2 Indicadores de eficiencia

EFICIENCIA CHILLER TIPO TORNILLO	0.98 kW/ton

El costo de energía para la tarifa MT3 de acuerdo a OSINERGMIN es:

- Costo en hora punta: 0.1609 S./kW-h
- Costo fuera de hora punta: 0.1265 S/kW-h

Con los indicadores de eficiencia y el costo de energía se puede hallar el costo de hora por tonelada de refrigeración, tal como se indica en la tabla 5.3

Tabla 5.3 Costo horario de aire acondicionado por tonelada

CHILLER TIPO TORNILLO	HORA PUNTA	FUERA DE HORA PUNTA
	S/. 0.1577 / Ton	S/. 0.1240 / Ton

A continuación se indica las horas en las que el Chiller trabajará por cada día según la estación del año.

Tabla 5.4 Horas de funcionamiento por estación

ESTACIÓN	HORA PUNTA	FUERA DE HORA PUNTA
Verano	3	5
Otoño	1	3
Invierno	0	1
primavera	0	4

Considerando que un mes tiene 30 días, obtenemos el costo anual de operación y se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5.5 Costo anual de operación

TIPO DE CHILLER	COSTO ANUAL POR TONELADA (S/. /Ton)	CAPACIDAD (Ton)	COSTO ANUAL DE OPERACIÓN (S/.)
Tornillo	269.14	200	53,828.00

5.3 Costo de mantenimiento

El mantenimiento de los equipos que conforman parte del circuito de agua helada se debe considerar cada 3 meses, y para los inyectores y extractores se consideró cada 6 meses según recomendación de los fabricantes.

Lo que nos genera los siguientes costos de mantenimiento.

Tabla 5.6 Costos de mantenimiento anual

EQUIPOS	CANTIDAD	P.U. (S/.)	N° VECES AL AÑO	ENFRIADOR DE AGUA (CHILLER) TIPO TORNILLO (S/.)
Fan coil	12	280.00	2	6,720
UMAS	37	350.2	2	25,914.8
Chiller	2	2,160	1	4,320
Extractores	65	60	4	15,600
TOTAL (NUEVOS SOLES)				52,554.8

5.4 Costo total

El costo total se resume en la siguiente tabla

Tabla 5.7 Resumen de costos

COSTOS	ENFRIADOR DE AGUA (CHILLER)
Costo inicial (N.S.)	1,450,477.6
Costo de instalación (N.S.)	362,619.4
Costo de operación anual (N.S.)	53,828.0
Costo de mantenimiento (N.S.)	52,554.8
Total (N.S.)	1,919,479.8

Al final se agrega los costos administrativos y de ingeniería que de acuerdo a las empresas consultadas Coinrefri Air S.A.C. y CIME Comercial. Para proyectos de esta envergadura se considera el 2% de los costos directos (S/. 38,389.6) por lo que el costo total asciende a S/. 1, 957,869.4.

CONCLUSIONES

1.- Para este proyecto se escogió el Chiller refrigerado por aire por ser el de mayor uso para esta capacidad de 200 Ton.

2.- Se concluye que los costos para este proyecto oscilan por los S/. 7,252 N.S. / TR, del costo directo siendo esto último un valor promedio de proyectos de similar envergadura el valor recomendado era S/. 7,478 TR, según consultas realizadas a algunas proyectistas. Esto significa que estamos en el rango.

3.- El software utilizado ha demostrado ser una herramienta muy útil pues agilizo los cálculos de una manera significativa, pero cabe recalcar que por más bueno que sea un software no se obtienen valores correctos si no se tiene cuidado al ingresar los datos. Siempre deben verificarse los resultados obtenidos para no tener errores en el proyecto.

4.- Un sistema de aire acondicionado central es más eficaz cuando se utiliza un método de enfriamiento indirecto, con agua fría hasta los serpentines de las manejadoras, que utilizar un sistema de enfriamiento directo, con gas refrigerante hasta las manejadoras, ya que cuanto más lejos estén localizadas éstas del *chiller*, los compresores realizarán trabajo extra de bombeo de refrigerante.

5.- Los equipos *chillers* de enfriamiento de agua tienen una capacidad de trabajo máxima, pero pueden variar su carga de entrega en diferentes momentos dependiendo de la potencia que le sea requerida en diferentes momentos del día, por esto la potencia máxima está dividida en varios compresores que pueden trabajar desde solo uno o todos juntos, según la carga de calor que se tenga. Cada compresor también puede variar su capacidad de trabajo usando todos sus cilindros o solo algunos según sea el caso.

6.- Los fabricantes de equipos mecánicos como los *chillers* siempre están modificando sus equipos a manera de hacerlos más eficientes, con los *chillers* son los sistemas de control como el control de capacidad, los dispositivos de medición de temperatura y otros los que han cambiado y apuntan cada vez más al uso de equipo electrónico, por lo que es muy importante mantenerse actualizado en las nuevas tecnologías como los controladores lógicos programables (PLC).

7.- En las instalaciones de aire acondicionado, el aire es conducido por medio de ductos, por lo que es necesario manejar la mecánica para el correcto diseño.

8.- La carga de enfriamiento del proyecto está en el orden de 2, 382,598 BTU/h equivalente a 198.55 toneladas de refrigeración, por lo cual considerando las potencias de los equipos seleccionados (343.52 kW) según la tabla C.1 que se encuentra en el anexo C, se puede encontrar un ratio de 1.73 kW/tonelada de refrigeración, que es un valor dentro del rango usual para sistemas que emplean Chiller tipo tornillo. Cabe mencionar que este ratio varía dependiendo del porcentaje de carga a la cual se encuentre trabajando el

Chiller, se conoce que estos sistemas son más eficientes cuando trabajan a carga parcial.

9.- Se puede verificar el valor de la carga térmica obtenida mediante ratios comerciales, dichos ratios aproximan la carga térmica en función del área y de la actividad que vaya a desarrollarse en el ambiente. Ciertamente estos ratios no son muy precisos pero permite visualizar si los valores obtenidos están dentro de los rangos habituales. Los ratios proporcionado por proyectistas de las empresas GCI S.A.C, CIME Comercial S.A y Coinrefri Air S.A.C se encuentran entre los 650 BTU/h y 700BTU/h por metro cuadrado. Entonces según el anexo A, se conoce que el área total acondicionarse es de 22,954 Sq.ft (2,132.5 m^2) la carga total de enfriamiento está en de 2, 382,598 BTU/h, y tiene un ratio de 1,117 Btu/h por m^2.

Y por lo tanto está muy por encima de los ratios dados por las empresas mencionadas anteriormente.

BIBLIOGRAFÍA

[1] ASHRAE HANDBOOK Fundamentals. Atlanta, GA: ASHRAE Inc., 2005, Cáp. 8, pág. 8.1

[2] Organismo Supervisor de de Inversión en Energía y Mina 2008 "Pliegos Tarifarios del Servicio Público de Electricidad". *Tarifas eléctricas. Portal de OSINERGMIN*. Lima, noviembre. Consultada: 8 de noviembre del 2008. http://www2.osinerg.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifarios,Usuario Final. aspx?Id=150000

[3] Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo - Ventilación general en hospitales, NTP 859, M. Gracia Rosell Farrás Ing. Químico, Adriano Muñoz Martinez Técnico superior de prevención. Hospital Sant Pau. Barcelona-2009

[4] Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales. UNE 100713:2005.

[5] Azahuanche, Manuel: "Diseño de Tuberías de agua helada", Folleto de conferencia Técnica 2005, pag. 38.

[6] Portal de la Refrigeración Aire Acondicionado y Ventilación 2004 "Tipos de equipos de aire acondicionado". *Tipos de equipos de aire acondicionado. Portal de Aire Acondicionado*. México D.F, Abril. Consultada: 20 de Noviembre de 2007. http://www.portalrefrigeracion.com/articulos/tiposequiposaa.htm

[7] Jhonson Controls, 2008 "York Latitude Air-cooled Screw Chiller". *York Chiller products. Integrated HVAC Equipment*. Milwaukee, Noviembre. Consultada: 10 de Noviembre de 2008. http://www .johnsoncontrols. com/publish / us / en / products / building efficiency integrated hvac systems/ Industrial Commercial HVAC Equipment / chiller products/screw air-cooled0.html

[8] Sistemas de Aire Acondicionado. Nestor Quadri, Librería y Editorial Alsina. 1era. Edición. Buenos Aires – Argentina. http://www.lealsina.com.ar

[9] Carrier air condition company, Manual de Aire Acondicionado. Barcelona: Marcombo S.A, 1986, Cáp. 9 pág, 12,13 y14.

[10] Centers for disease control and prevention (CDC). Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). U.S. Department of Health and Human Services Atlanta, GA 30333(2003)

PLANOS

PL-01: Plano de ubicación y localización

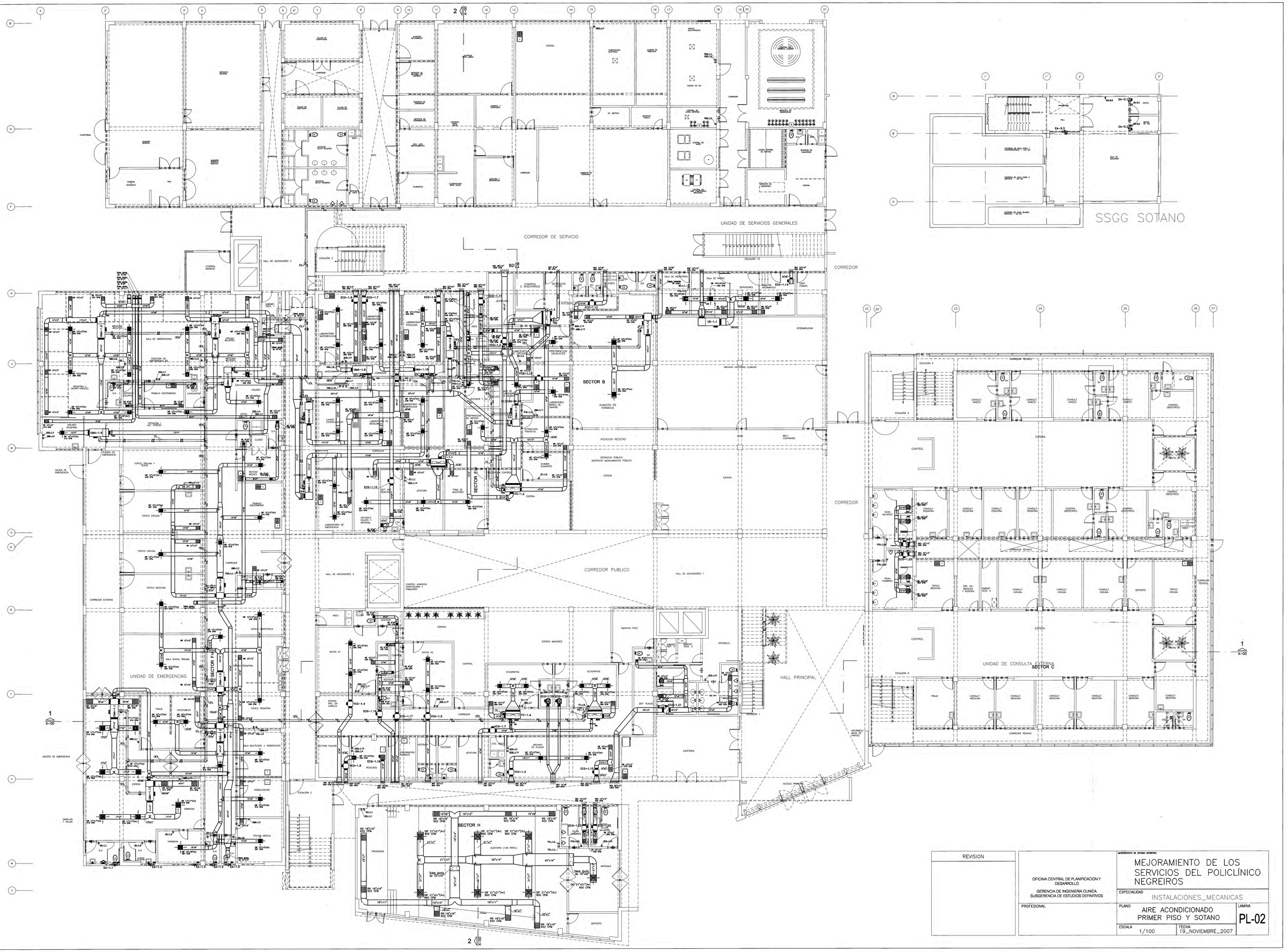
PL-02: Plano de aire acondicionado del primer piso

PL-03: Plano de aire acondicionado del segundo piso

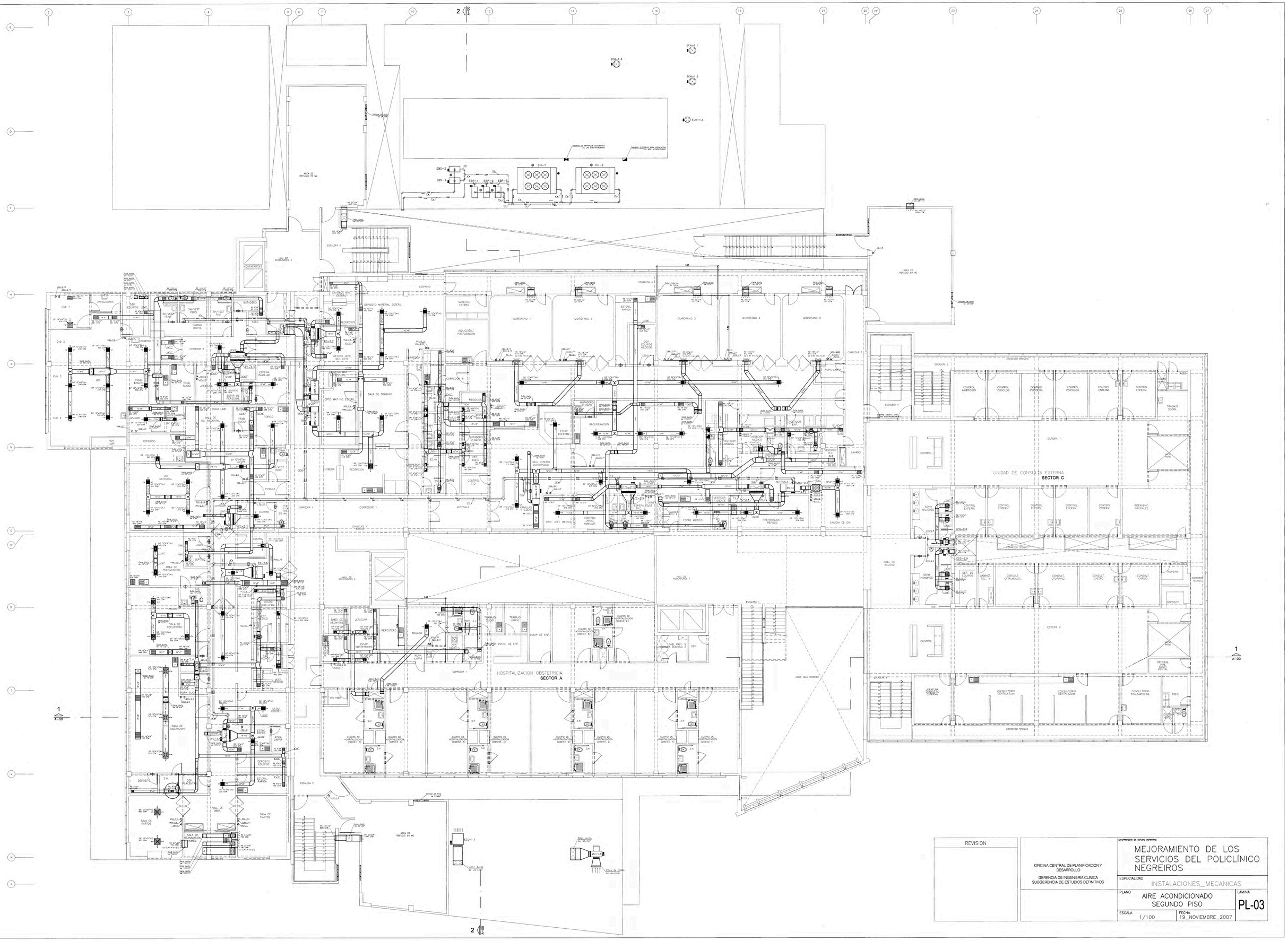
PL-04: Plano de aire acondicionado del tercer piso

PL-05: Plano de cortes

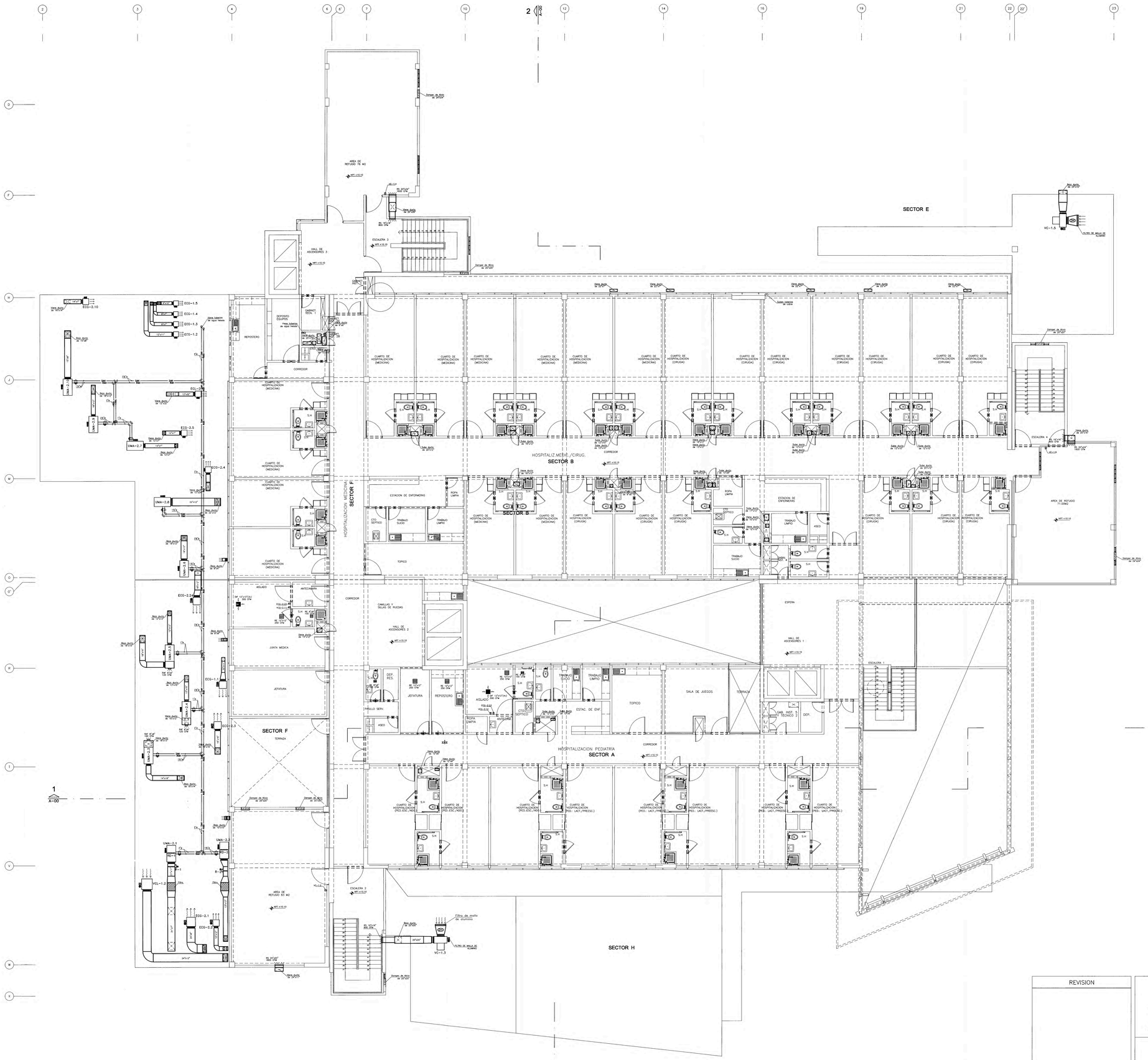
PL-06: Leyenda

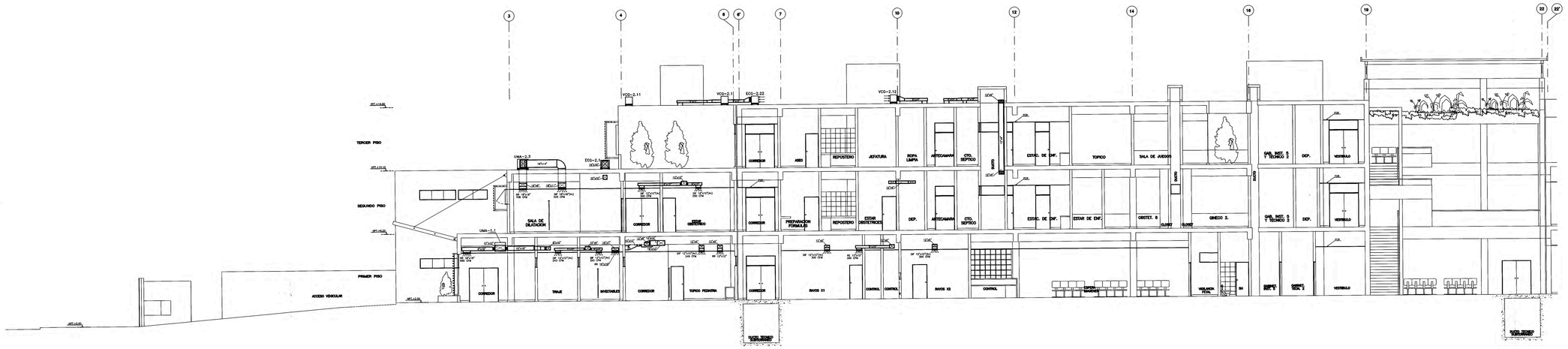


REVISION		
	OFICINA CENTRAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO GERENCIA DE INGENIERIA CLINICA SUBGERENCIA DE ESTUDIOS DEFINITIVOS	ANTEPROYECTO DE ESTUDIO DEFINITIVO MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DEL POLICLÍNICO NEGREIROS
		ESPECIALIDAD: INSTALACIONES_MECANICAS
	PROFESIONAL	PLANO: AIRE ACONDICIONADO PRIMER PISO Y SOTANO
		ESCALA: 1/100 — FECHA: 19_NOVIEMBRE_2007 — LAMINA: PL-02

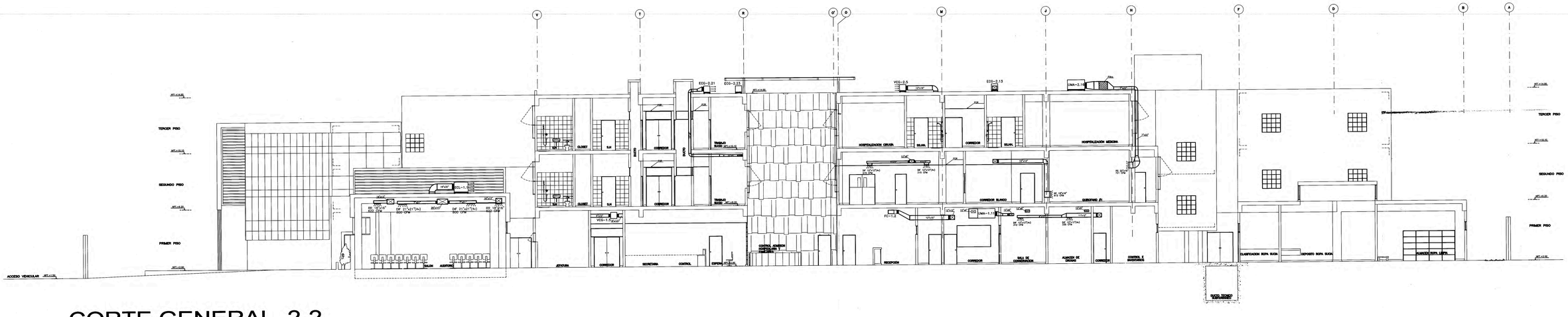


REVISION		
	OFICINA CENTRAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO GERENCIA DE INGENIERIA CLINICA SUBGERENCIA DE ESTUDIOS DEFINITIVOS	ANTEPROYECTO DE ESTUDIO DEFINITIVO MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DEL POLICLÍNICO NEGREIROS
		ESPECIALIDAD: INSTALACIONES_MECANICAS
		PLANO: AIRE ACONDICIONADO SEGUNDO PISO — LAMINA: PL-03
		ESCALA: 1/100 — FECHA: 19_NOVIEMBRE_2007


SECTOR E
SECTOR F
SECTOR H
SECTOR B
SECTOR A
HOSPITALIZ.MEDIC./CIRUG.
HOSPITALIZACION MEDICINA
HOSPITALIZACION PEDIATRIA
CUARTO DE HOSPITALIZACION (MEDICINA)
CUARTO DE HOSPITALIZACION (CIRUGA)
CUARTO DE HOSPITALIZACION (PED.ESC./MED.)
CUARTO DE HOSPITALIZACION (PED.ESC./PREESC.)
ESTACION DE ENFERMERAS
TOPICO
CORREDOR
HALL DE ASCENSORES 1
HALL DE ASCENSORES 2
HALL DE ASCENSORES 3
ESCALERA 1
ESCALERA 2
ESCALERA 3
ESCALERA 4
AREA DE REFUGIO 75 M2
AREA DE REFUGIO 83 M2
AREA DE REFUGIO 71.00M2
REPOSTERO
DEPOSITO EQUIPOS
JUNTA MEDICA
JEFATURA
TERRAZA
SALA DE JUEGOS
ESPERA
ASEO
ANTECAMARA
AISLADO
TRABAJO SUCIO
TRABAJO LIMPIO
ROPA LIMPIA
ESTAC. DE ENF.
VC-1.3
VCL-1.1
VCL-1.2
UMA-1.1
UMA-2.1
UMA-2.2
UMA-2.3
UMA-2.4
UMA-2.5
UMA-2.6
ECG-1.1
ECG-1.2
ECG-1.3
ECG-1.4
ECG-1.5
ECG-2.1
ECG-2.2
ECG-2.3
ECG-2.4
ECG-2.5
ECG-2.6
ECG-2.7
ECG-2.10
Filtro de malla de aluminio
Tomar de Aire de 24"x24"
Tiro Aire de 12"x12"
Tiro Aire de 10"x10"
Tiro Aire de 8"x8"
Tiro Aire de 6"x6"
Tiro Aire de 14"x14"
Tiro Aire de 16"x16"
Tiro Aire de 18"x18"
Tiro Aire de 20"x20"
Tiro



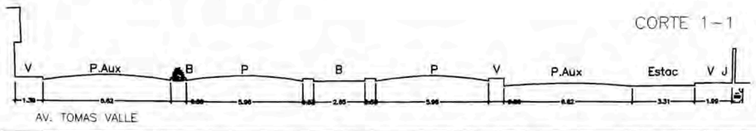
CORTE GENERAL 1-1

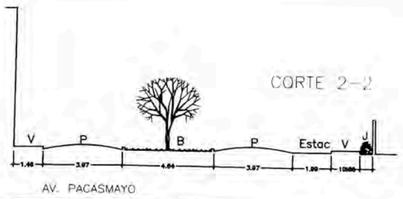


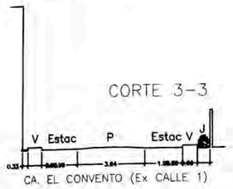
CORTE GENERAL 2-2

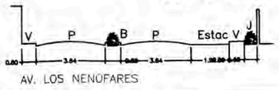
REVISION		
	OFICINA CENTRAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO GERENCIA DE INGENIERIA CLINICA SUBGERENCIA DE ESTUDIOS DEFINITIVOS	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DEL POLICLÍNICO NEGREIROS
		ESPECIALIDAD: INSTALACIONES_MECANICAS
		PLANO: AIRE ACONDICIONADO CORTES Y ELEVACIONES
		ESCALA: 1/100 — FECHA: 19_NOVIEMBRE_2007 — LAMINA: PL-05

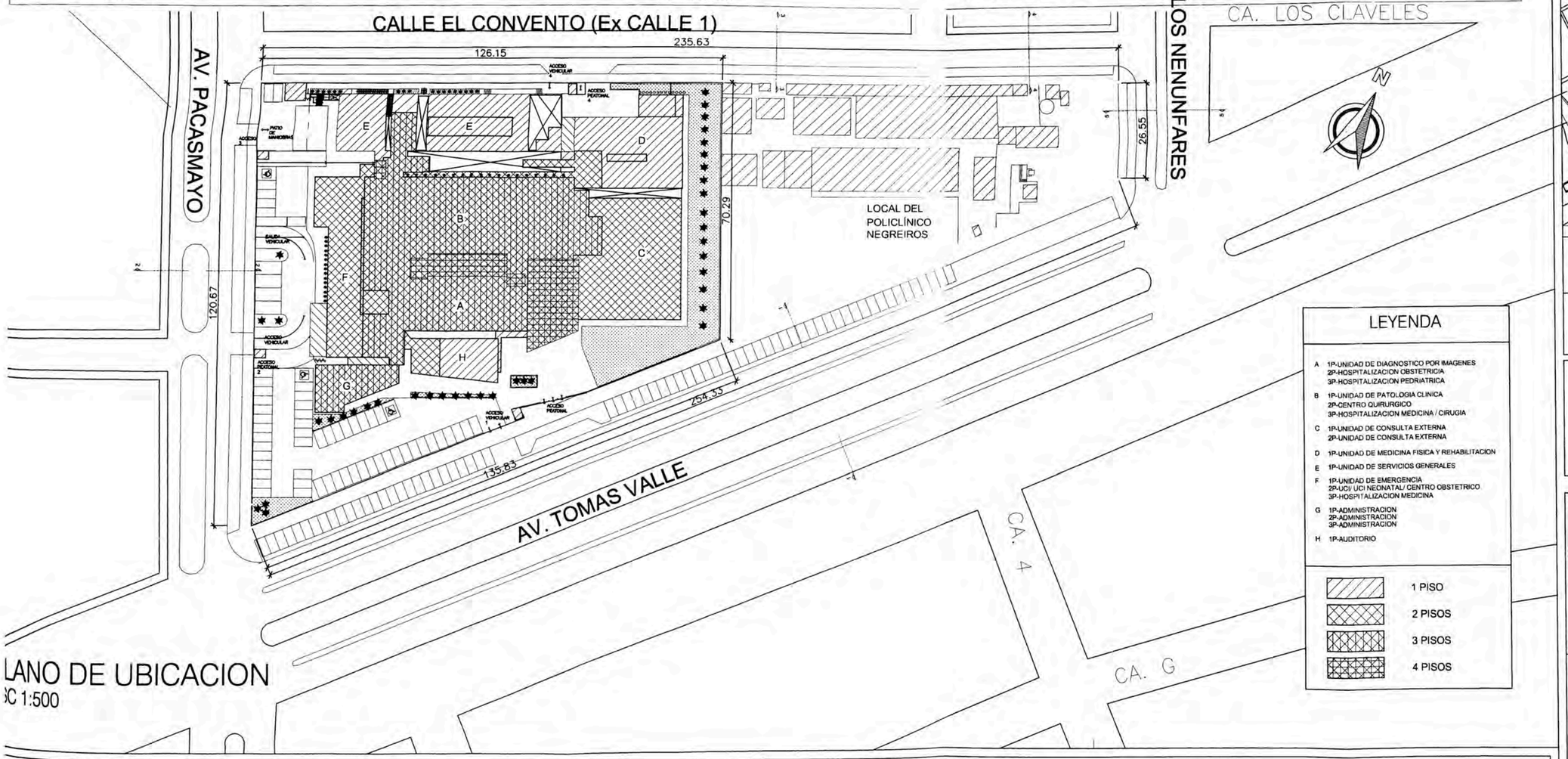
CORTES DE VÍAS









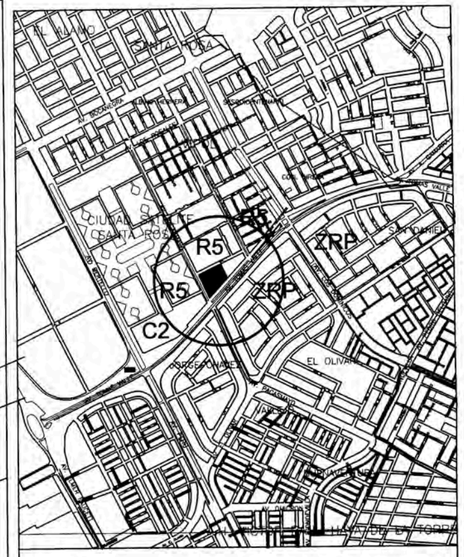


LANO DE UBICACION
SC 1:500

LEYENDA

- A 1P-UNIDAD DE DIAGNOSTICO POR IMAGENES
  2P-HOSPITALIZACION OBSTETRICIA
  3P-HOSPITALIZACION PEDIATRICA
- B 1P-UNIDAD DE PATOLOGIA CLINICA
  2P-CENTRO QUIRURGICO
  3P-HOSPITALIZACION MEDICINA / CIRUGIA
- C 1P-UNIDAD DE CONSULTA EXTERNA
  2P-UNIDAD DE CONSULTA EXTERNA
- D 1P-UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION
- E 1P-UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
- F 1P-UNIDAD DE EMERGENCIA
  2P-UCI/ UCI NEONATAL/ CENTRO OBSTETRICO
  3P-HOSPITALIZACION MEDICINA
- G 1P-ADMINISTRACION
  2P-ADMINISTRACION
  3P-ADMINISTRACION
- H 1P-AUDITORIO

1 PISO
2 PISOS
3 PISOS
4 PISOS



ESQUEMA DE LOCALIZACION

ZONIFICACION: I-1 / OU

AREA DE ESTRUCTURACION: III

PROVINCIA: CALLAO
DISTRITO: CALLAO
URBANIZACION: C.H. CIUDAD SATELITE SANTA ROSA
CALLE: AV. TOMÁS VALLE CRDA. 34 S/N CRUCE CON AV. PACASMAYO
NUMERO:

PROPIETARIO: EsSalud
MAS SALUD PARA MAS PERUANOS
OFICINA CENTRAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO
GERENCIA DE INGENIERIA CLINICA
SUBGERENCIA DE ESTUDIOS DEFINITIVOS

COORDINADOR DE OBRA:
ING. HERNAN CEVASCO AGUIRRE
CIP Nº48709

CONTRATISTA:

SUPERVISION:

CONSULTOR:

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DEL POLICLÍNICO NEGREIROS

PLANO: LOCALIZACION Y UBICACION

LAMINA: PL-01

ESCALA: 1/1000

FECHA: NOVIEMBRE 2009

CUADRO NORMATIVO

PARAMETROS	R.N.E.	PROYECTO
SOS	INDUSTRIA BÁSICA, COMERCIO, OTROS, SERVICIOS PUBLICOS COMPLEMENTARIOS Y SERV. DE SANIDAD	H-3
COEFICIENTE DE EDIFICACION	S/REF	0.74
AREA LIBRE	10,377.18 M2 (60%)	11,283.13 M2 (65.23%)
ALTURA MAXIMA	S/REF	14.50 MTS
RETIRO FRONTAL	6.00 MTS	8.75-24.25 MTS
RETIRO LATERAL	5.00 MTS	15.80 MTS
RETIRO POSTERIOR	3.00 MTS	3.05 MTS
ESTACIONAMIENTO INTERNO	1/cama = 120 plazas	64 plazas al interior del lote
ESTACIONAMIENTO EXTERNO		41 al exterior. total 105 plazas

CUADRO DE AREAS (m2)

AREAS	A. EXISTENTE	A. DEMOLIDA	A. AMPLIACIÓN	CIRCUL.GRLS.	A. TOTALES	A. PROYECTO
SOTANO			82.52 M2	231.00 M2	313.52 M2	313.52 M2
PRIMER PISO	2,144.19 M2	126.97 M2	4,987.16M2	1,025.01 M2	8,013.37 M2	6,012.17 M2
SEGUNDO PISO			3,464.41 M2	500.21 M2	3,964.62 M2	3,964.62 M2
TERCER PISO			2,160.60 M2	236.96 M2	2,397.56 M2	2,397.56 M2
SUBTOTALES:	2,144.19 M2	126.97 M2	10,694.69 M2	1,993.18 M2	14,705.09 M2	12,687.87 M2
				AREA CONSTRUIDA		12,687.87 M2
				AREA DEL TERRENO		17,295.30 M2
				AREA LIBRE		11,283.13 M2
				AREA OCUPADA (proyecto)		6,012.17 M2

TABLA DE CAPACIDADES DE LAS UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE

UNIDAD	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO		VENTILADOR			SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO-AGUA HELADA									CARACTERISTICAS ELECTRICAS	FILTRO
						CONDICIONES DEL AIRE				CONDICIONES DEL AGUA						
						ENTRADA		SALIDA		CAUDAL	PPM	TEMP.(F)				
	SENSIBLE BTU/H	TOTAL BTU/H	CAUDAL CFM	T.A.E. CFM	PPA Pulg.C.A.	°FBS	°FBH	°FBS	°FBH	GPM	PIES	ENTR.	SAL.			
UMA-1.1	49,291	64,201	2,064	340		76.70	64.93	55.00	54.56	13.0		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.2	46,082	63,890	1,865	420		77.45	65.73	55.00	54.38	12.7		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.3	33,556	49,219	1,349	360		77.59	66.28	55.00	54.25	9.8		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.4	38,916	59,800	1,537	480		77.98	66.87	55.00	54.11	12.0		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.5	38,602	52,836	1,590	330		77.05	65.47	55.00	54.44	10.6		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.6	10,057	21,520	316	316		84.00	75.00	55.00	54.66	4.3		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.7	6,783	14,822	213	213		84.00	75.00	55.00	54.50	2.9		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.8	22,180	45,825	673	673		85.00	75.00	55.00	54.68	9.1		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.9	21,082	43,575	640	640		85.00	75.00	55.00	54.67	9.1		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.10	29,421	63,310	924	924		84.00	75.00	55.00	54.54	12.5		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.11	11,647	24,870	336	336		81.13	71.31	55.00	54.49	5.0		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.12	17,469	27,553	859	200		76.99	65.38	55.00	54.46	6.0		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.13	37,016	48,213	1,549	260		76.70	64.93	55.00	54.56	9.6		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.14	32,193	44,064	1,326	270		77.05	65.47	55.00	54.44	8.9		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.15	22,202	45,889	673	673		85.00	75.00	55.00	54.67	9.1		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-1.16	29,421	63,310	922	922		84.00	75.00	55.00	54.54	12.5		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-2.1	42,914	97,051	1,320	1,320		85.00	75.00	55.00	52.24	19.8		52.0	42.0	2HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%+99.97%	
UMA-2.2	30,545	69,267	927	927		85.00	75.00	55.00	52.14	14.1		52.0	42.0	2HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%+99.97%	
UMA-2.3	36,651	43,613	1,577	160		76.14	64.03	55.00	54.74	8.8		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.4	25,771	30,859	1,099	120		76.31	64.14	55.00	54.71	6.2		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.5	16,810	21,567	696	120		76.93	65.00	55.00	54.70	4.3		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.6	40,095	87,838	1,217	1,217		85.00	75.00	55.00	53.13	17.9		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.7	10,524	23,124	319	319		85.00	75.00	55.00	53.07	4.7		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.8	48,740	103,864	1,531	1,531		84.00	75.00	55.00	54.79	21.2		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-2.9	87,109	189,508	2,644	2,644		85.00	75.00	55.00	53.34	38.7		52.0	42.0	2HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.10	17,019	37,193	516	516		85.00	75.00	55.00	53.20	7.6		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.11	18,411	43,612	578	578		84.00	75.00	55.00	51.90	8.9		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%+99.97%	
UMA-2.12	24,637	53,890	774	774		84.00	75.00	55.00	54.12	11.0		52.0	42.0	1HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-2.13	33,800	73,691	1,062	1,062		84.00	75.00	55.00	54.20	15.0		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+80%	
UMA-2.14	32,431	69,981	1,018	1,018		84.00	75.00	55.00	54.47	14.3		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.15	27,520	56,866	835	835		85.00	75.00	55.00	54.68	11.6		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	
UMA-2.16	22,953	54,332	721	721		84.00	75.00	55.00	51.92	11.1		52.0	42.0	2HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%+99.97%	
UMA-2.17	22,953	54,332	721	721		84.00	75.00	55.00	51.92	11.1		52.0	42.0	2HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%+99.97%	
UMA-2.18	22,953	54,332	721	721		84.00	75.00	55.00	51.92	11.1		52.0	42.0	2HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%+99.97%	
UMA-2.19	22,953	54,332	721	721		84.00	75.00	55.00	51.92	11.1		52.0	42.0	2HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%+99.97%	
UMA-2.20	22,953	54,332	721	721		84.00	75.00	55.00	51.92	11.1		52.0	42.0	2HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%+99.97%	
UMA-2.21	26,485	38,008	1,066	280		77.55	66.22	55.00	54.50	7.7		52.0	42.0	1.5HP-380v-3F-60HZ	AL+30%+90%	

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS FANCOIL DE AGUA HELADA

UNIDAD	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO		VENTILADOR			SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO-AGUA HELADA									CARACTERISTICAS ELECTRICAS	FILTRO
						CONDICIONES DEL AIRE				CONDICIONES DEL AGUA						
						ENTRADA		SALIDA		CAUDAL	PPM	TEMP.(F)				
	SENSIBLE BTU/H	TOTAL BTU/H	CAUDAL CFM	T.A.E. CFM	PPA Pulg.C.A.	°FBS	°FBH	°FBS	°FBH	GPM	PIES	ENTR.	SAL.			
FC-1.1	231,152	35,000	996	300		77.80	66.80	55.00	54.10	6.0		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+30%	
FC-1.2	24,307	33,009	1,005	200		76.99	65.38	55.00	54.46	6.5		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+30%	
FC-1.3	12,071	16,105	647	80		71.95	60.91	55.00	52.05	3.8		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+80%	
FC-1.4	10,007	17,365	506	150		72.91	63.03	55.00	50.96	3.8		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+80%	
FC-1.5	10,007	17,365	506	150		72.91	63.03	55.00	50.96	3.8		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+80%	
FC-2.1	29,240	47,799	1,068	500		79.82	68.85	55.00	54.55	9.6		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+30%	
FC-2.2	6,560	14,152	206	206		84.00	75.00	55.00	54.48	2.9		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+80%	
FC-2.3	29,021	41,246	1,155	300		77.78	66.18	55.00	54.44	8.2		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+30%	
FC-2.4	17,783	23,874	738	140		76.91	65.25	55.00	54.49	4.8		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+30%	
FC-2.5	22,752	34,935	900	280		77.98	66.86	55.00	54.12	7.0		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+30%	
FC-2.6	34,674	42,551	1470	200		76.44	64.51	55.00	54.85	8.6		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+30%	
FC-2.7	16,207	27,035	605	279		79.29	68.77	55.00	54.46	5.5		52.00	42.00	3/4HP-220v-1F-60HZ	AL+30%	

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO SPLIT PARA DUCTO

UNIDAD	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO		VENTILADOR			CONDICIONES DEL AIRE				CAPACIDAD NOMINAL EN TON	CARACTERISTICAS ELECTRICAS	FILTRO
						ENTRADA		SALIDA				
	SENSIBLE BTU/H	TOTAL BTU/H	CAUDAL CFM	T.A.E. CFM	PPA Pulg.C.A.	°FBS	°FBH	°FBS	°FBH			
UE-1.1/UC-1.1	34,681	43,739	1600	200	0.60	74.72	62.97	55.00	53.57	4 TON	UE= 1/2HP-220v-1F-60HZ UC= 5.0Kw-220v-1F-60HZ	AL+30%

TABLA DE CAPACIDADES DE UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA (CHILLER)

UNIDAD	CANT.	CAPACIDAD TON.	CAUDAL GPM	P.P.A** FT H O_2	CONDICIONES DEL AIRE		CARACTERISTICAS ELECTRICAS
					ENTRADA (°F)	SALIDA (°F)	
CH-1	01	100	240	20	52	42	380v-3ø-60Hz-115Kw
CH-2	01	100	240	20	52	42	380v-3ø-60Hz-115Kw

TABLA DE CAPACIDADES DE ELECTROBOMBAS

EQUIPO	CANTIDAD	CAUDAL (GPM)	ALTURA TOTAL* (pies agua)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
EBP-1	01	240	30	5HP-380v-3ø-60Hz
EBP-2	01	240	30	5HP-380v-3ø-60Hz
EBP-3	01	240	30	5HP-380v-3ø-60Hz
EBS-1	01	480	60	15HP-380v-3ø-60Hz
EBS-2	01	480	60	15HP-380v-3ø-60Hz

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS VENTILADORES CENTRIFUGOS EN GABINETE

EQUIPO	CANT.	CAUDAL (CFM)	P.P.A. (pulg. C.A.)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
VCG-1.1	01	1129	0.60	3/4HP-220v-1F-60HZ
VCG-1.2	01	1200	0.30	3/4HP-220v-1F-60HZ
VCG-1.3	01	750	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
VCG-1.4	01	600	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
VCG-1.5	01	600	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
VCG-1.6	01	250	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
VCG-1.7	01	300	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.1	01	880	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.2	01	300	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.3	01	200	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.4	01	1897	0.50	3/4HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.5	01	1060	0.50	1/2HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.6	01	280	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.7	01	1590	0.50	3/4HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.8	01	420	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.9	01	578	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.10	01	300	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.11	01	300	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.12	01	300	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
VCG-2.13	01	600	0.60	1/3HP-220v-1F-60HZ

NOTAS:

1.- EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO SE COORDINARA CON LOS OTROS SISTEMAS EN TODO EL RECORRIDO DE SU INSTALACION.

2.- LA UBICACION DE LOS TERMOSTATOS, HUMIDISTATOS Y BOTONERAS SE COORDINARA CON EL PROPIETARIO Y EL EQUIPADOR.

3.- EL NIVEL DE RUIDO DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y EXTRACTORES NO DEBERA EXCEDER DE – 55 DECIBELES (DB). EN LOS AMBIENTES ACONDICIONADOS.

4.- LOS DUCTOS LLEVARAN INTERIORMENTE DAMPER'S PARA BALANCEAR EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

5.- CORRERA POR CUENTA DE LA OBRA CIVIL LO SIGUIENTE:
- PUNTO DE ALIMENTACION ELECTRICA CERCANO A CADA EQUIPO INDICADO (Máx. a 1m. DE DISTANCIA)
- PUNTO DE DRENAJE CERCANO A CADA EQUIPO INDICADO (Máx. a 1m. DE DISTANCIA)
- EJECUCIÓN DE PASES Y RESANES DONDE SEA NECESARIO PARA LA CORRECTA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.
- REJILLAS EN PUERTA.

6.- EL ESPESOR DEL AISLAMIENTO DE LA TUBERIA DE AGUA HELADA HASTA 3"ø SERA DE 3/4" DE ESPESOR – PARA MAYORES DIAMETROS SERA DE 1" DE ESPESOR.

7.- LAS VALVULAS DE DOS VIAS SERAN SELECCIONADAS DE ACUERDO A LA CAIDA DE PRESION AL FLUJO DE – AGUA EN EL SERPENTIN.

8.- EN LA UNION DE LAS TUBERIAS DE FIERRO GALVANIZADO CON LAS TUBERIAS DE COBRE DE LOS FAN COIL Y MANEJADORAS DE AIRE SE DEBERA UTILIZAR UNA UNION DIELECTRICA.

9.- LA TUBERIA DE AGUA HELADA DEL TIPO SCH-40 (FIERRO NEGRO) SE PINTARA CON DOS CAPAS DE PIN– TURA DEL TIPO ZINCROMATO O WASH PRIMER, ANTES DE SER AISLADA.

10.- TODOS LOS SOPORTES QUE ESTEN DENTRO DEL EDIFICIO O A LA INTEMPERIE SERAN ZINCADOS.

11.- EN LA TUBERIA DE AGUA HELADA SE COLOCARA UNA CAMISETA DE PLANCHA DE 1/27" (de espesor) POR 30cm. (de largo) ENTRE EL AISLAMIENTO Y SOPORTE.

12.- LAS REJILLAS PARA TOMA DE AIRE FRESCO LLEVARAN DAMPER'S DEL TIPO HOJAS OPUESTAS CON ELEMENTO DE FIJACION.

13.- TODOS LOS FILTROS QUE CONTEMPLAN ESTE PROYECTO SERAN SELECCIONADOS PARA UNA VELOCIDAD MAXIMA DE 500 FPM (PIES POR MINUTO) EL PASO DEL AIRE.

14.- LOS VENTILADORES Y EXTRACTORES SE OPERARAN DESDE LOS LUGARES INDICADOS EN LOS PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

15.- LOS VENTILADORES QUE PRESURIZAN LAS ESCALERAS Y LOS REFUGIOS TRABAJARAN EN CASO DE EMERGENCIA.

16.- LOS DAMPERS DE ALIVIO APLICADOS A LAS ESCALERAS Y LOS REFUGIOS SERAN SELECCIONADOS PARA ABRIR A UNA DIFERENCIA DE PRESION DE 1/8" C.A. SIMILAR A LOS FABRICADOS POR RUSKIN.

17.- LOS VENTILADORES PARA LA PRESURIZACION DE ESCALERAS Y REFUGIOS TENDRAN EN LA SUCCION UN DETECTOR DE HUMOS, EL CUAL APAGARA EL EQUIPO EN CASO QUE DETECTE HUMO.

18.- TODOS LOS DUCTOS A LA INTERPERIE, ADEMAS DEL AISLAMIENTO CON LANA DE VIDRIO Y FOIL DE ALUMINIO SE LE FORRARA CON TOCUYO Y LUEGO SE LE APLICARA DOS MANOS DE PINTURA LATEX.

19.- TODOS LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO IRAN MONTADAS SOBRE BASES ANTIVIBRATORIAS.

20.- SE UBICARAN PURGADORES DE AIRE EN LOS PUNTOS MAS ELEVADOS DE LAS TUBERIAS DE AGUA HELADA.

21.- SE CONSIDERARA UN PUNTO DE SUMIDERO CERCA AL NIVEL MAS BAJO DE LA TUBERIA DE AGUA HELADA.

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS VENTILADORES CENTRIFUGOS EN LINEA

EQUIPO	CANT.	CAUDAL (CFM)	P.P.A. (pulg. C.A.)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
VCL-1.1	01	4166	0.70	2HP-380v-3F-60HZ
VCL-1.2	01	1860	0.50	3/4HP-220v-1F-60HZ

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS EXTRACTORES CENTRIFUGOS TIPO HONGO

EQUIPO	CANT.	CAUDAL (CFM)	P.P.A. (pulg. C.A.)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
ECH-1.1	01	4250	0.30	1HP-380v-3F-60HZ
ECH-1.2	01	4250	0.30	1HP-380v-3F-60HZ
ECH-1.3	01	1200	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECH-1.4	01	400	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS EXTRACTORES CENTRIFUGO EN LINEA

EQUIPO	CANT.	CAUDAL (CFM)	P.P.A. (pulg. C.A.)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
ECL-1.1	01	5000	0.80	2HP-380v-3F-60HZ
ECL-2.1	01	2644	0.80	1HP-380v-3F-60HZ

TABLA DE CAPACIDADES DE LAS RESISTENCIAS ELECTRICAS

UNIDAD	CALEFACCION	DESHUMIDIFICACION
UMA-2.1	R1: 12KW-380v-3F-60HZ	RD1: 15KW-380v-3F-60HZ
UMA-2.2	R2: 10KW-380v-3F-60HZ	RD2: 15KW-380v-3F-60HZ
UMA-2.11	R3: 6KW-380v-3F-60HZ	RD3: 8KW-380v-3F-60HZ
UMA-2.16	R4: 8KW-380v-3F-60HZ	RD4: 10KW-380v-3F-60HZ
UMA-2.17	R5: 8KW-380v-3F-60HZ	RD5: 10KW-380v-3F-60HZ
UMA-2.18	R6: 8KW-380v-3F-60HZ	RD6: 10KW-380v-3F-60HZ
UMA-2.19	R7: 8KW-380v-3F-60HZ	RD7: 10KW-380v-3F-60HZ
UMA-2.20	R8: 8KW-380v-3F-60HZ	RD8: 10KW-380v-3F-60HZ

TABLA DE CAPACIDAD DE LOS VENTILADORES CENTRIFUGOS

EQUIPO	CANT.	CAUDAL (CFM)	P.P.A. (pulg. C.A.)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
VC-1.1	01	5600	1.0	2HP-380v-3F-60HZ
VC-1.2	01	1800	1.0	1HP-380v-3F-60HZ
VC-1.3	01	3100	1.0	1.5HP-380v-3F-60HZ
VC-1.4	01	4800	1.0	2HP-380v-3F-60HZ
VC-1.5	01	1600	1.0	1HP-380v-3F-60HZ
VC-1.6	01	2400	1.0	1HP-380v-3F-60HZ

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS EXTRACTORES CENTRIFUGOS EN GABINETE

EQUIPO	CANT.	CAUDAL (CFM)	P.P.A. (pulg. C.A.)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
ECG-1.1	01	513	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.2	01	648	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.3	01	316	0.60	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.4	01	213	0.60	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.5	01	500	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.6	01	790	0.40	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.7	01	879	0.40	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.8	01	879	0.40	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.9	01	1400	0.60	1/2HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.10	01	300	0.60	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.11	01	980	0.40	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.12	01	200	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.13	01	336	0.50	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.14	01	200	0.25	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.15	01	750	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.16	01	600	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.17	01	600	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.18	01	250	0.25	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.19	01	150	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.20	01	150	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.21	01	1200	0.50	1/2HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.22	01	300	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.23	01	300	0.30	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.24	01	500	0.35	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-1.25	01	500	0.35	1/5HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.1	01	1100	0.50	1/2HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.2	01	790	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.3	01	1780	0.80	3/4HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.4	01	1829	0.80	3/4HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.5	01	320	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.6	01	612	0.60	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.7	01	612	0.60	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.8	01	600	0.40	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.9	01	600	0.40	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.10	01	440	0.30	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.11	01	1948	0.80	3/4HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.12	01	1060	0.80	1/2HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.13	01	612	0.60	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.14	01	612	0.60	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.15	01	700	0.80	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.16	01	450	0.80	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.17	01	774	0.80	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.18	01	612	0.60	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.19	01	1590	0.80	1/2HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.20	01	500	0.60	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.21	01	350	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.22	01	350	0.50	1/2HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.23	01	350	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.24	01	1250	0.50	1/2HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.25	01	600	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.26	01	1020	0.50	1/2HP-220v-1F-60HZ
ECG-2.27	01	600	0.50	1/3HP-220v-1F-60HZ

TABLA DE CAPACIDADES DE LOS EXTRACTORES AXIALES

EQUIPO	CANT.	CAUDAL (CFM)	P.P.A. (pulg. C.A.)	CARACTERISTICAS ELECTRICAS
EA-1.1	01	300	0.15	1/5HP-220v-1F-60HZ
EA-1.2	01	300	0.15	1/5HP-220v-1F-60HZ
EA-1.3	01	397	0.15	1/5HP-220v-1F-60HZ
EA-1.4	01	100	0.15	1/5HP-220v-1F-60HZ
EA-1.5	01	100	0.15	1/5HP-220v-1F-60HZ
EA-S.1	01	100	0.15	1/5HP-220v-1F-60HZ
EA-S.2	01	100	0.15	1/5HP-220v-1F-60HZ
EA-S.3	01	1500	0.15	3/4HP-220v-1F-60HZ

LEYENDA

	DUCTO DE PLANCHA GALVANIZADA (Dimensiones en pulgadas)
	UNION FLEXIBLE PARA DUCTO
	REJILLA DE RETORNO (RR) O EXTRACCION (RE)
	REJILLA EN PUERTA DE MADERA (RP)
	DIFUSOR DE CUATRO VIAS (4v)
	DIFUSOR DE TRES VIAS (3v)
	DIFUSOR DE DOS VIAS (2v)
	PUNTO DE ALIMENTACION ELECTRICA
	PUNTO DE DRENAJE
	CAJA DE CONTROL
	BOTONERA DE ARRANQUE Y PARADA
H	HUMIDISTATO
T	TERMOSTATO DE AMBIENTE
DH	DETECTOR DE HUMO PARA PARADA AUTOMATICA
EA	EXTRACTOR AXIAL
FC	FAN COIL
CH	ENFRIADOR DE AGUA (CHILLER)
UMA	UNIDAD MANEJADORA DE ARE
ECG	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN GABINETE
VCG	VENTILADOR CENTRIFUGO EN GABINETE
ECH	EXTRACTOR CENTRIFUGO TIPO HONGO
BP	BOMBA PRIMARIA
BS	BOMBA SECUNDARIA
VC	VENTILADOR CENTRIFUGO
ECL	EXTRACTOR CENTRIFUGO EN LINEA
VCL	VENTILADOR CENTRIFUGO EN LINEA
UE	UNIDAD EVAPORADORA
UC	UNIDAD CONDENSADORA
RD	RESISTENCIA ELECTRICA DE DESHUMIFICACION
R	RESISTENCIA ELECTRICA DE CALEFACCION
	CODO DE 90°
—VS—	TUBERIAS DE COBRE (Liquido y Gas Refrigerante)
—VS—	CODO QUE SUBE
—VS—	CODO QUE BAJA
	TUBERIA DE SUMINISTRO DE AGUA HELADA
	TUBERIA DE RETORNO DE AGUA HELADA
	DAMPER DE REGULACION MANUAL EN DUCTO
	REJILLA DE EXPULSION (REX)
	REJILLA DE SUMINISTRO (RS)
	REJILLA DE EXTRACCION (RE)
	REJILLA DE AIRE FRESCO (RAF)
	DAMPER DE REGULACION MANUAL EN DUCTO
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE GLOBO
	PUNTO DE AGUA

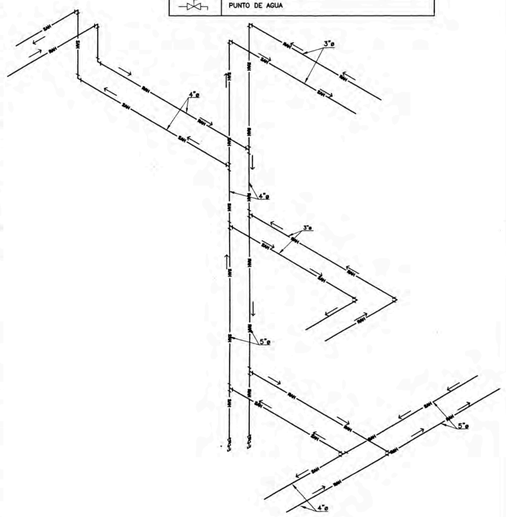


DIAGRAMA DE MONTANTE DE AGUA HELADA

SIN ESCALA

REVISION		
	OFICINA CENTRAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO GERENCIA DE INGENIERIA CLINICA SUBGERENCIA DE ESTUDIOS DEFINITIVOS	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DEL POLICLÍNICO NEGREIROS
		ESPECIALIDAD: INSTALACIONES_MECANICAS
		PLANO: AIRE ACONDICIONADO LEYENDA, TABLAS Y NOTAS
		ESCALA: S/E — FECHA: 19_NOVIEMBRE_2007 — LAMINA: PL-06

ANEXOS

ANEXO A

POLICLINICO NEGREIROS
HVAC Load Analysis

for

Elite Software

CHVAC COMMERCIAL HVAC LOADS

Prepared By

Lima, Peru

Domingo, 28 de Octubre de 2007

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program
Elite Software Development
College Station, TX 77845

Elite Software Development, Inc.
POLICLINICO NEGREIROS

Building Summary Loads

Building peaks in March at 5pm.

Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	4,521	0	0.00	0	49,348	49,348	2.07
Wall	3,110	0	0.00	0	13,079	13,079	0.55
Glass	1,413	0	0.00	0	157,805	157,805	6.62
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	220,232	220,232	9.24
Lighting	52,795	0	0.00	0	198,157	198,157	8.32
Equipment	57,800	0	0.00	0	216,944	216,944	9.11
People	391	0	0.00	64,515	107,525	172,040	7.22
Partition	36,258	0	0.00	0	139,594	139,594	5.86
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	27,179	0	0.00	1,027,443	323,185	1,350,628	56.69
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	18,911	18,911	0.79
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	6,809	6,809	0.29
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	52,095	52,095	2.19
Return Duct	0	0	0.00	0	7,187	7,187	0.30
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	1,091,958	1,290,640	2,382,598	100.00

Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Ventilation	0	0.00	1,027,443	323,185	1,350,628	56.69
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00
Zone Loads	0	0.00	64,515	889,261	953,776	40.03
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00
Fan & Duct Loads	0	0.00	0	78,193	78,193	3.28
Building Totals	0	0.00	1,091,958	1,290,640	2,382,598	100.00

Check Figures

Total Building Supply Air (based on a 19° TD):	47,433	CFM
Total Building Vent. Air (57.30% of Supply):	27,179	CFM
Total Conditioned Air Space:	22,954	Sq.ft
Supply Air Per Unit Area:	2.0664	CFM/Sq.ft
Area Per Cooling Capacity:	115.6092	Sq.ft/Ton
Cooling Capacity Per Area:	0.0086	Tons/Sq.ft
Total Heating Required With Outside Air:	0	Btuh
Total Cooling Required With Outside Air:	198.55	Tons

ANEXO B

Clivac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program
Elite Software Development
College Station, TX 77845

Elite Software Development, Inc.
POLICLINICO NEGREIROS

Air Handler #43 - UMA-2.16 - Summary Loads (G)

Zn No	Description Peak Time	Area People Volume	Htg.Loss Htg.CFM CFM/Sqft	Sen.Gain Clg.CFM CFM/Sqft	Lat.Gain S.Exh W.Exh	Htg.O.A. Req.CFM Act.CFM	Clg.O.A. Req.CFM Act.CFM
0	Group 0	323	0	10,794	990	n/a	n/a
	6pm March	6	0	721	0	0	0
		3,165	0.00	2.23	0	0	721
	Group Peak Totals	323	0	10,794	990		
	Total Groups 1	6	0	721	0	0	0
		3,165	0.00	2.23	0	0	721

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program
Elite Software Development
College Station, TX 77845

Elite Software Development, Inc.
POLICLINICO NEGREIROS

Air Handler #43 - UMA-2.16 - Total Load Summary (G)

Air Handler Description	UMA-2.16 Constant Volume - Proportion
Supply Air Fan	Draw-Thru with program estimated horsepower of 0.11 HP
Fan Input	80% motor and fan efficiency with 0.8 in. water across the fan
Sensible Heat Ratio	0.92

--- This system occurs 1 time(s) in the building ---

Air System Peak Time	5pm in March
Outdoor Conditions	84° DB, 75° WB, 116.92 grains

Because of the diversity in zone, plenum and ventilation loads, the zone sensible peak time in March at 6pm is different from the total system peak time, hence the air system CFM was computed using a zone sensible load of 10,794.

Summer: Ventilation controls outside air ---- Winter: Exhaust controls outside air

Zone Space sensible loss:	0 Btuh		
Infiltration sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Outside Air sensible loss:	0 Btuh	0 CFM	
Supply Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Duct sensible loss:	0 Btuh		
Return Plenum sensible loss:	0 Btuh		
Total System sensible loss:			0 Btuh
Heating Supply Air: 0 / (998 X 1.08 X 0) =		0 CFM	
Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) =		0 CFM	
Zone space sensible gain:	10,794 Btuh		
Infiltration sensible gain:	0 Btuh		
Draw-thru fan sensible gain:	287 Btuh		
Supply duct sensible gain:	791 Btuh		
Reserve sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on supply side of coil:			11,872 Btuh
Cooling Supply Air: 11,872 / (998 X 1.1 X 15) =		721 CFM	
Summer Vent Outside Air (100.0% of supply) =		721 CFM	
Return duct sensible gain:	0 Btuh		
Return plenum sensible gain:	0 Btuh		
Outside air sensible gain:	11,080 Btuh	721 CFM	
Blow-thru fan sensible gain:	0 Btuh		
Total sensible gain on return side of coil:			11,080 Btuh
Total sensible gain on air handling system:			22,953 Btuh
Zone space latent gain:	990 Btuh		
Infiltration latent gain:	0 Btuh		
Outside air latent gain:	30,389 Btuh		
Total latent gain on air handling system:			31,379 Btuh
Total system sensible and latent gain:			54,332 Btuh

Check Figures

Total Air Handler Supply Air (based on a 15° TD):	721	CFM
Total Air Handler Vent Air (100.00% of Supply)	721	CFM
Total Conditioned Air Space	323	Sq ft
Supply Air Per Unit Area:	2.2310	CFM/Sq ft
Area Per Cooling Capacity	71.3395	Sq ft/Ton
Cooling Capacity Per Area	0.0140	Tons/Sq ft
Total Heating Required With Outside Air	0	Btuh
Total Cooling Required With Outside Air	4.53	Tons

ANEXO C

Tabla C.1 – Potencia Eléctrica de los equipos de Climatización

ITEM	UNID	POTENCIA	
		HP	KW
1	UMA-1.1	1.50	1.1190
2	UMA-1.2	1.50	1.1190
3	UMA-1.3	1.50	1.1190
4	UMA-1.4	1.50	1.1190
5	UMA-1.5	1.50	1.1190
6	UMA-1.6	1.00	0.7460
7	UMA-1.7	1.00	0.7460
8	UMA-1.8	1.00	0.7460
9	UMA-1.9	1.00	0.7460
10	UMA-1.10	1.00	0.7460
11	UMA-1.11	1.00	0.7460
12	UMA-1.12	1.00	0.7460
13	UMA-1.13	1.50	1.1190
14	UMA-1.14	1.50	1.1190
15	UMA-1.15	1.00	0.7460
16	UMA-1.16	1.00	0.7460
17	UMA-2.1	2.00	1.4920
18	UMA-2.2	2.00	1.4920
19	UMA-2.3	1.50	1.1190
20	UMA-2.4	1.50	1.1190
21	UMA-2.5	1.50	1.1190
22	UMA-2.6	1.50	1.1190
23	UMA-2.7	1.00	0.7460
24	UMA-2.8	1.50	1.1190
25	UMA-2.9	2.00	1.4920
26	UMA-2.10	1.00	0.7460
27	UMA-2.11	1.50	1.1190
28	UMA-2.12	1.00	0.7460
29	UMA-2.13	1.50	1.1190
30	UMA-2.14	1.50	1.1190
31	UMA-2.15	1.50	1.1190
32	UMA-2.16	2.00	1.4920
33	UMA-2.17	2.00	1.4920
34	UMA-2.18	2.00	1.4920

Tabla C.1 – Potencia Eléctrica de los equipos de Climatización (Continuación)

35	UMA-2.19	2.00	1.4920
36	UMA-2.20	2.00	1.4920
37	UMA-2.21	1.50	1.1190
38	FC-1.1	0.75	0.5595
39	FC-1.2	0.75	0.5595
40	FC-1.3	0.75	0.5595
41	FC-1.4	0.75	0.5595
42	FC-1.5	0.75	0.5595
43	FC-2.1	0.75	0.5595
44	FC-2.2	0.75	0.5595
45	FC-2.3	0.75	0.5595
46	FC-2.4	0.75	0.5595
47	FC-2.5	0.75	0.5595
48	FC-2.6	0.75	0.5595
49	FC-2.7	0.75	0.5595
50	CH-1.1		115.0000
51	CH-1.2		115.0000
52	EBP-1	5.00	3.7300
53	EBP-2	5.00	3.7300
54	EBP-3	5.00	3.7300
55	EBS-1	15.00	11.1900
56	EBS-2	15.00	11.1900
57	ECL-1.1	2.00	1.4920
58	ECL-1.2	1.00	0.7460
59	VCG-1.1	0.75	0.5595
60	VCG-1.2	0.75	0.5595
61	VCG-1.3	0.33	0.2484
62	VCG-1.4	0.33	0.2484
63	VCG-1.5	0.33	0.2484
64	VCG-1.6	0.33	0.2484
65	VCG-1.7	0.33	0.2484
66	VCG-2.1	0.33	0.2484
67	VCG-2.2	0.20	0.1492
68	VCG-2.3	0.20	0.1492
69	VCG-2.4	0.75	0.5595
70	VCG-2.5	0.50	0.3730
71	VCG-2.6	0.20	0.1492
72	VCG-2.7	0.75	0.5595
73	VCG-2.8	0.20	0.1492
74	VCG-2.9	0.20	0.1492

Tabla C.1 – Potencia Eléctrica de los equipos de Climatización (Continuación)

75	VCG-2.10	0.20	0.1492
76	VCG-2.11	0.20	0.1492
77	VCG-2.12	0.20	0.1492
78	VCG-2.13	0.33	0.2484
79	VCL-1.1	2.00	1.4920
80	VCL-1.2	0.75	0.5595
81	ECH-1.1	1.00	0.7460
82	ECH-1.2	1.00	0.7460
83	ECH-1.3	0.33	0.2484
84	ECH-1.4	0.33	0.2484
85	VC-1.1	2.00	1.4920
86	VC-1.2	1.00	0.7460
87	VC-1.3	1.50	1.1190
88	VC-1.4	2.00	1.4920
89	VC-1.5	1.00	0.7460
90	VC-1.6	1.00	0.7460
91	ECG-1.1	0.33	0.2484
92	ECG-1.2	0.33	0.2484
93	ECG-1.3	0.20	0.1492
94	ECG-1.4	0.20	0.1492
95	ECG-1.5	0.33	0.2484
96	ECG-1.6	0.33	0.2484
97	ECG-1.7	0.33	0.2484
98	ECG-1.8	0.33	0.2484
99	ECG-1.9	0.50	0.3730
100	ECG-1.10	0.20	0.1492
101	ECG-1.11	0.33	0.2484
102	ECG-1.12	0.20	0.1492
103	ECG-1.13	0.20	0.1492
104	ECG-1.14	0.20	0.1492
105	ECG-1.15	0.33	0.2484
106	ECG-1.16	0.33	0.2484
107	ECG-1.17	0.33	0.2484
108	ECG-1.18	0.20	0.1492
109	ECG-1.19	0.20	0.1492
110	ECG-1.20	0.20	0.1492
111	ECG-1.21	0.50	0.3730
112	ECG-1.22	0.20	0.1492
113	ECG-1.23	0.20	0.1492
114	ECG-1.24	0.20	0.1492

Tabla C.1 – Potencia Eléctrica de los equipos de Climatización (Continuación)

115	ECG-1.25	0.20	0.1492
116	ECG-2.1	0.50	0.3730
117	ECG-2.2	0.33	0.2484
118	ECG-2.3	0.75	0.5595
119	ECG-2.4	0.75	0.5595
120	ECG-2.5	0.33	0.2484
121	ECG-2.6	0.33	0.2484
122	ECG-2.7	0.33	0.2484
123	ECG-2.8	0.33	0.2484
124	ECG-2.9	0.33	0.2484
125	ECG-2.10	0.33	0.2484
126	ECG-2.11	0.75	0.5595
127	ECG-2.12	0.50	0.3730
128	ECG-2.13	0.33	0.2484
129	ECG-2.14	0.33	0.2484
130	ECG-2.15	0.33	0.2484
131	ECG-2.16	0.33	0.2484
132	ECG-2.17	0.33	0.2484
133	ECG-2.18	0.33	0.2484
134	ECG-2.19	0.50	0.3730
135	ECG-2.20	0.33	0.2484
136	ECG-2.21	0.33	0.2484
137	ECG-2.22	0.50	0.3730
138	ECG-2.23	0.33	0.2484
139	ECG-2.24	0.50	0.3730
140	ECG-2.25	0.33	0.2484
141	ECG-2.26	0.50	0.3730
142	ECG-2.27	0.33	0.2484
143	EA-1.1	0.20	0.1492
144	EA-1.2	0.20	0.1492
145	EA-1.3	0.20	0.1492
146	EA-1.4	0.20	0.1492
147	EA-1.5	0.20	0.1492
148	EA-S.1	0.20	0.1492
149	EA-S.2	0.20	0.1492
150	EA-S.3	0.75	0.5595
POTENCIA TOTAL			**343.520 kW**

ANEXO D

Tabla D.1 Resumen de cargas Térmicas por ambiente

AMBIENTE	EQUIPOS	CALOR SENSIBLE (Btu/h)	CALOR TOTAL (Btu/h)	ÁREA (pie^2)	ÁREA (m^2)	CAUDAL (CFM)	CAUDAL (GPM)
Emergencia	UMA-1.1	49 291	64 201	773	71.81	2064	13.0
Emergencia	UMA-1.2	46 082	63 890	1,113	103.51	1 865	12.7
emergencia	UMA-1.3	33 556	49 219	1,205	112.1	1 349	9.8
Emergencia	UMA-1.4	38 916	59 800	1,171	108.9	1 537	12.0
Emergencia	UMA-1.5	38 602	52 836	1,830	170.2	1 590	10.6
Emergencia	UMA-1.6	10 057	21 520	86	7.99	316	4.3
	UMA-1.7	6 783	14 622	94	8.74	213	2.9
Laboratorio	UMA-1.8	22 180	45 825	186	17.3	673	9.1
Laboratorio	UMA-1.9	21 082	43 575	372	34.6	640	9.1
Laboratorio	UMA-1.10	29 421	63 310	690	64.17	924	12.5
Laboratorio	UMA-1.11	11 647	24 870	76	7.1	336	5.0
Farmacia	UMA-1.12	17 469	27 553	639	59.43	859	6.0
Emergencia	UMA-1.13	37 016	48 213	773	71.81	1549	9.6
Emergencia	UMA-1.14	32 193	44 064	1,830	170.2	1 326	8.9
Laboratorio	UMA-1.15	22 202	45 889	372	127.6	673	9.1
Laboratorio	UMA-1.16	29 421	63 310	690	64.17	922	12.5
Centro Obstétrico	UMA-2.1	42 914	97 051	303	28.18	1 320	19.8
Centro Obstétrico	UMA-2.2	30 545	69 267	303	28.18	927	14.1
Centro Obstétrico	UMA-2.3	36 651	43 613	626	58.22	1 577	8.8
Centro Obstétrico	UMA-2.4	25 771	30 859	390	36.27	1 099	6.2
Centro Obstétrico	UMA-2.5	16 810	21 567	260	24.18	696	4.3
Neonatología	UMA-2.6	40 095	87 838	425	39.53	1 217	17.9
Neonatología	UMA-2.7	10 524	23 124	134	12.46	319	4.7
Neonatología	UMA-2.8	48 740	103 864	629	58.5	1 531	21.1
UCI	UMA-2.9	87 109	189 508	1,090	101.37	2 644	38.7
UCI	UMA-2.10	17 019	37 193	130	12.09	516	7.6
Centro quirúrgico	UMA-2.11	18 411	43 612	288	26.78	578	8.9

Tabla D.1 Resumen de cargas Térmicas por ambiente (Continuación)

Centro quirúrgico	UMA-2.12	24 637	53 890	778	72.35	774	11.0
Central de esterilización	UMA-2.13	33 800	73 691	687	63.89	1 062	15.0
Centro quirúrgico	UMA-2.14	32 431	69 981	1,200	111.6	1 018	14.3
Central de esterilización	UMA-2.15	27 520	56 866	840	78.12	835	11.6
Centro quirúrgico	UMA-2.16	22 953	54 332	323	30.04	721	11.1
Centro quirúrgico	UMA-2.17	22 953	54 332	323	30.04	721	11.1
Centro quirúrgico	UMA-2.18	22 953	54 332	323	30.04	721	11.1
Centro quirúrgico	UMA-2.19	22 953	54 332	323	30.04	721	11.1
Centro quirúrgico	UMA-2.20	22 953	54 332	323	30.04	721	11.1
Centro quirúrgico	UMA-2.21	26 485	38 008	1,242	115.51	1 066	7.7
Laboratorio	FC-1.1	25 110	35 000	996	405	37.67	6.0
Laboratorio	FC-1.2	24 307	33 009	1 004	388	36.08	6.5
Farmacia	FC-1.3	12 071	16 105	647	150	13.95	3.8
Rayos X	FC-1.4	10 007	17 365	506	169	15.72	3.8
Rayos X	FC-1.5	10 007	17 365	506	169	15.72	3.8
Centro obstétrico	FC-2.1	29 240	47 799	1 068	675	62.78	9.6
Neonatologia	FC-2.2	6 560	14 152	206	95	8.84	2.9
UCI	FC-2.3	29 021	41 246	1 155	480	44.64	8.2
Centro quirúrgico	FC-2.4	17 783	23 874	738	295	27.44	4.8
Centro quirúrgico	FC-2.5	22 752	34 935	900	200	18.6	7.0
Centro Obstétrico	FC-2.6	34 674	42 551	1 470	560	52.08	8.6
Central de esterilización	FC-2.7	16 207	27 035	605	194	18.04	5.5

ANEXO E

Tabla E.1 Capacidad de extractores centrífugos en Gabinete

UNIDAD	AMBIENTE	CAUDAL (CFM)	CAUDAL (L/S)	CAÍDA DE PRESIÓN (in H2O)	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
ECG-1.1	Emergencia	513	242	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.2	Emergencia	648	306	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.3	Emergencia	316	149	0.60	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.4	Emergencia	213	101	0.60	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.5	Emergencia	500	236	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.6	Laboratorio Microbiología	790	373	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.7	Laboratorio	879	415	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.8	Laboratorio	879	415	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.9	Laboratorio	1 400	661	0.60	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.10	Laboratorio	300	142	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.11	Residuos	980	463	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.12	Farmacia	200	94	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.13	Laboratorio	336	159	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.14	Sala Informática	200	94	0.25	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.15	Archivo placas	750	354	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.16	Corredor	600	283	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.17	corredor	600	283	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.18	Sala de Revelado	250	118	0.25	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.19	SS.HH.	150	71	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.20	SS.HH.	150	71	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.21	SS.HH. Mujeres	1200	566	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.22	SS.HH. Mujeres	300	142	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.23	SS.HH. Hombres	300	142	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.24	SS.HH. Mujeres	500	236	0.35	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-1.25	SS.HH. Hombres	500	236	0.35	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.1	Sala de partos	1100	519	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.2	Sala de partos	790	373	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.3		1780	840	0.80	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.4	Neonatología	1829	863	0.80	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.5	Neonatología	320	151	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.6	Centro Quirúrgico 4	612	289	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.7	Centro Quirúrgico 5	612	289	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.8		600	283	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.9		600	283	0.40	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz

Tabla E.1 Capacidad de extractores centrífugos en Gabinete (Continuación)

ECG-2.10	UCI	440	208	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.11	Central de esterilización	1948	919	0.80	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.12	Centro quirúrgico	1060	500	0.80	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.13	Centro quirúrgico 1	612	289	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.14	Centro quirúrgico 2	612	289	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.15	Centro quirúrgico	700	330	0.80	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.16	Centro quirúrgico	450	212	0.80	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.17	Centro quirúrgico	774	365	0.80	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.18		612	288	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.19	Vestidor médico	1590	750	0.80	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.20	Cirugía del día	500	236	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.21		350	165	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.22		350	165	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.23	Hosp. Pediatría	350	165	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.24	Neonatología	1250	590	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.25		600	283	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.26	Centro quirúrgico	1020	481	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
ECG-2.27	Hosp. pediatría	600	283	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz

Tabla E.2 Capacidad de los ventiladores centrífugos en gabinete

EQUIPO	RECINTO	CAUDAL (CFM)	P:P:A: (pulg. C.A.)	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
VCG-1.1	Emergencia	1 129	0.60	¾ HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.2	Farmacia	1 200	0.30	¾ HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.3	Archivo placas	750	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.4	Sala de espera	600	0.50	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.5		600	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.6	Sala de Revelado	250	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-1.7	corredor	300	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.1	Centro Obstretico	880	0.30	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.2	UCI	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.3	Central de esterilización	200	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.4	Central de esterilización	1897	0.50	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.5	Centro Quirúrgico	1060	0.50	1/2 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.6	Centro Quirúrgico	280	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.7	Vestidor Médico	1590	0.50	3/4 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.8	Espera paciente	420	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.9	Centro Quirúrgico	578	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.10	Hospit Obstetricia	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.11	Hospit. Medicina	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.12	Hospit. Pediatría	300	0.30	1/5 HP-220V-1Ø-60Hz
VCG-2.13	Hospit. Neonatología	600	0.60	1/3 HP-220V-1Ø-60Hz

ANEXO F

CODO RADIO UNIFORME

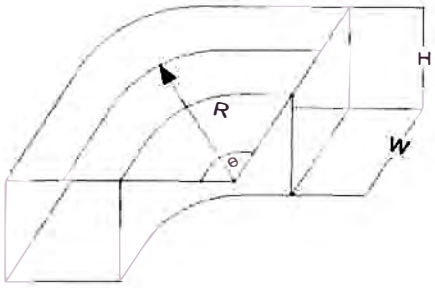


Tabla 1 Valor de C_o

R/W	H/W										
	0.25	**0.5**	**0.75**	**1.00**	**1.50**	**2.00**	**3.00**	**4.00**	**5.00**	**6.00**	**8.00**
0.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	0.98	0.92	0.89	0.85	0.83
0.75	5.7	0.52	0.48	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.42	0.43	0.44
1.00	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.20	0.27	0.27
1.50	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17
2.00	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15

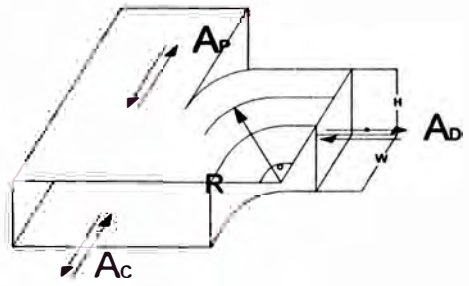
Tabla 2 Valor de K_θ

θ	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
K_θ	0.31	0.45	0.6	0.78	0.9	1.0	1.13	1.2	1.28	1.4

Tabla 3 Valor de $K_{\Re e}$

$\Re e$	$1x10^4$	$2x10^4$	$3x10^4$	$4x10^4$	$6x10^4$	$8x10^4$	$10x10^4$	$14x10^4$
$K_{\Re e}$	1.4	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.04	1.00

$$C = C_o \times K_\theta \times K_{\Re e}$$



DERIVACION CONDUCIDA CON CODO - DIVERGENTE

Tabla 4 Valor de C_D con $\theta=90^0$ y R/W=1

A_D/A_C	A_D/A_P	Q_D/Q_C								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.25	0.25	0.55	0.5	0.60	0.85	1.2	1.8	3.1	4.4	6.0
	0.33	0.35	0.35	0.50	0.80	1.3	2.0	2.8	3.8	5.0
0.5	0.5	0.62	0.48	0.40	0.40	0.48	0.60	0.78	1.1	1.5
	0.67	0.52	0.40	0.32	0.30	0.34	0.44	0.62	0.92	1.4
	1.0	0.44	0.38	0.38	0.41	0.52	0.68	0.92	1.2	1.6
1.0	1.0	0.67	0.55	0.46	0.37	0.32	0.29	0.29	0.30	0.37
	1.33	0.70	0.60	0.51	0.42	0.34	0.28	0.26	0.26	0.29
	2.0	0.60	0.52	0.43	0.33	0.24	0.17	0.15	0.17	0.21

Tabla 5 Valor de C_P con $\theta=90^0$ y R/W=1

A_D/A_C	A_D/A_P	Q_D/Q_C								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.25	0.25	-0.01	-0.03	-0.01	0.05	0.13	0.21	0.29	0.38	0.46
	0.33	0.08	0	-0.02	-0.01	0.02	0.08	0.16	0.24	0.34
0.5	0.5	-0.03	-0.06	-0.05	0	0.06	0.12	0.19	0.27	0.35
	0.67	0.04	-0.02	-0.04	-0.03	-0.01	0.04	0.12	0.23	0.37
	1.0	0.72	0.48	0.28	0.13	0.05	0.04	0.09	0.18	0.30
1.0	1.0	-0.02	-0.04	-0.04	-0.01	0.06	0.13	0.22	0.30	0.38
	1.33	0.10	0	0.01	-0.03	-0.01	0.03	0.10	0.20	0.30
	2.0	0.62	0.38	0.23	0.13	0.08	0.05	0.06	0.10	0.20

DERIVACION CONDUCIDA CON CODO - CONVERGENTE

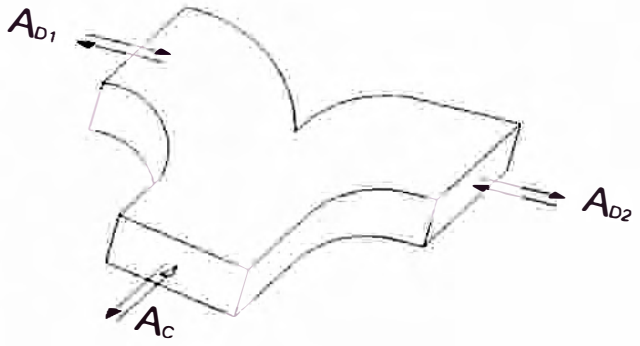
Tabla 6 Valor de C_D con $\theta=90^0$ y R/W=1

A_D/A_C	A_D/A_P	Q_D/Q_C								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.25	0.25	-0.50	0.00	0.50	1.20	2.20	3.70	5.80	8.4	11.0
	0.33	-1.20	-0.40	0.40	1.60	3.00	4.80	6.80	8.90	11.0
0.5	0.5	-0.50	-0.20	0.00	0.25	0.45	0.70	1.00	1.50	2.00
	0.67	-1.00	-0.60	-0.20	0.10	0.30	0.60	1.00	1.50	2.00
	1.0	-2.20	-1.50	-0.95	-0.50	0.00	0.40	0.80	1.30	1.90
1.0	1.0	-0.60	-0.30	-0.10	-0.04	0.13	0.21	0.29	0.36	0.42
	1.33	-1.20	-0.80	-0.40	-0.20	0.00	0.16	0.24	0.32	0.38
	2.0	-2.10	-1.40	-0.90	-0.50	-0.20	0.00	0.20	0.25	0.30

Tabla 7 Valor de C_P con $\theta=90^0$ y R/W=1

A_D/A_C	A_D/A_P	Q_D/Q_C								
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.25	0.75	0.30	0.30	0.20	-0.10	-0.45	-0.92	-1.50	-2.00	-2.46
0.5	1.0	0.17	0.16	0.102	0.001	-0.08	-0.18	-0.27	-0.37	-0.46
	0.75	0.27	0.35	0.32	0.25	0.12	-0.03	-0.23	-0.42	-0.58
	0.5	1.20	1.10	0.90	0.65	0.35	0.00	-0.40	-0.80	-1.30
1.0	1.0	0.18	0.24	0.27	0.26	0.23	0.18	0.10	0.00	-0.12
	0.75	0.75	0.36	0.38	0.35	0.27	0.18	0.05	-0.08	-0.22
	0.5	0.80	0.87	0.80	0.68	0.55	0.40	0.25	0.08	-0.10

COLA DE MILANO



DIVERGENTE

Tabla 8 Valor de C (Se debe contabilizar un valor de C para cada rama)

A_{D1}/AC ó A_{D2}/A_C	0.5	1.0
C	0.30	0.25

CONVERGENTE

Tabla 9 Valor de C (Se debe contabilizar un valor de C para cada rama)

A_{D1}/AC ó A_{D2}/A_C	0.5	1.0
C	0.23	0.07

ENSANCHAMIENTO Y ESTRECHAMIENTO

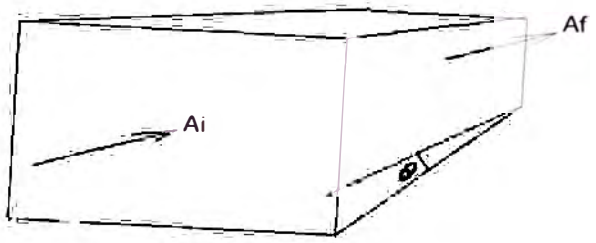


Tabla 10 Valor de C (Referido a la velocidad de entrada a la transición)

A_i/A_f	θ									
	10	**15**	**20**	**30**	**45**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**
0.17	0.21	0.21	0.3	0.48	0.65	0.76	0.83	0.83	0.82	0.8
0.25	0.17	0.18	0.25	0.42	0.60	0.68	0.70	0.69	0.68	0.66
0.5	0.14	0.14	0.15	0.24	0.35	0.37	0.38	0.37	0.36	0.35
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.22	0.24	0.48	0.72	0.96	1.04
4	0.8	0.64	0.64	0.64	0.96	1.12	2.72	4.32	5.6	6.56
6	1.8	1.44	1.44	1.44	2.16	2.52	6.48	10.08	13	15.1
10	5	5	5	5	6.5	8	19	29	37	43

ANEXO G

FLOW OF WATER THROUGH SCHEDULE 40 STEEL PIPE

Discharge		Pressure Drop per 100 feet and Velocity in Schedule 40 Pipe for Water at 60° F															
		Veloc-ity	Press. Drop	Veloc-ity	Press. Drop	Veloc-ity	Press. Drop	Veloc-ity	Press. Drop	Veloc-ity	Press. Drop	Veloc-ity	Press. Drop	Veloc-ity	Press. Drop	Veloc-ity	Press. Drop
Gallons per Minute	Cubic Ft. per Second	feet per Second	Lbs per Sq In	feet per Second	Lbs per Sq In	feet per Second	Lbs per Sq In	feet per Second	Lbs per Sq In	feet per Second	Lbs per Sq In	feet per Second	Lbs per Sq In	feet per Second	Lbs per Sq In	feet per Second	Lbs per Sq In
		1/8"		1/4"		3/8"		1/2"									
0.2	0.000446	1.13	1.86	0.616	0.359												
0.3	0.000668	1.69	4.22	0.924	0.903	0.504	0.159	0.317	0.061	3/4"							
0.4	0.000891	2.26	6.98	1.23	1.61	0.672	0.345	0.422	0.086								
0.5	0.00111	2.82	10.5	1.54	2.39	0.840	0.539	0.528	0.167	0.301	0.033						
0.6	0.00178	3.39	14.7	1.85	3.29	1.01	0.751	0.633	0.240	0.361	0.041						
0.8	0.00178	4.52	25.0	2.46	5.44	1.34	1.25	0.844	0.408	0.481	0.102	1"		1 1/4"			
1	0.00223	5.65	37.2	3.08	8.28	1.68	1.85	1.06	0.600	0.602	0.155	0.371	0.048			1 1/2"	
2	0.00446	11.29	134.4	6.16	30.1	3.36	6.58	2.11	2.10	1.20	0.526	0.743	0.164	0.429	0.044		
3	0.00668			9.25	64.1	5.04	13.9	3.17	4.33	1.81	1.09	1.114	0.336	0.644	0.09	0.473	0.043
4	0.00891			12.33	111.2	6.72	23.9	4.22	7.42	2.41	1.83	1.49	0.565	0.858	0.150	0.630	0.071
5	0.01114	2"				8.40	36.7	5.28	11.2	3.01	2.75	1.86	0.835	1.073	0.223	0.788	0.104
6	0.01337	0.574	0.044	2 1/2"		10.08	51.9	6.33	15.8	3.61	3.84	2.23	1.17	1.29	0.309	0.946	0.145
8	0.01782	0.765	0.073			13.44	91.1	8.45	27.7	4.81	6.60	2.97	1.99	1.72	0.518	1.26	0.241
10	0.02228	0.956	0.108	0.670	0.046			10.56	42.4	6.02	9.99	3.71	2.99	2.15	0.774	1.58	0.361
15	0.03342	1.43	0.224	1.01	0.094	3"				9.03	21.6	5.57	6.36	3.22	1.63	2.37	0.755
20	0.04456	1.91	0.375	1.34	0.158	0.868	0.056	3 1/2"		12.03	37.8	7.43	10.9	4.29	2.78	3.16	1.28
25	0.05570	2.39	0.561	1.68	0.234	0.090	0.083	0.812	0.041			9.28	16.7	5.37	4.22	3.94	1.93
30	0.06684	2.87	0.786	2.01	0.327	1.30	0.114	0.974	0.056	4"		11.14	23.8	6.44	5.92	4.73	2.72
35	0.07798	3.35	1.05	2.35	0.436	1.52	0.151	1.14	0.074	0.882	0.041	12.99	32.2	7.51	7.90	5.52	3.64
40	0.08912	3.83	1.35	2.68	0.556	1.74	0.192	1.30	0.095	1.01	0.052	14.85	41.5	8.59	10.24	6.30	4.65
45	0.1003	4.30	1.67	3.02	0.668	1.95	0.239	1.46	0.117	1.13	0.064			9.67	12.80	7.09	5.85
50	0.1114	4.78	2.03	3.35	0.839	2.17	0.288	1.62	0.142	1.26	0.076			10.74	15.66	7.88	7.15
60	0.1337	5.74	2.87	4.02	1.18	2.60	0.406	1.95	0.204	1.51	0.107	5"		12.89	22.2	9.47	10.21
70	0.1560	6.70	3.84	4.69	1.59	3.04	0.540	2.27	0.261	1.76	0.143	1.12	0.047			11.05	13.71
80	0.1782	7.65	4.97	5.36	2.03	3.47	0.687	2.60	0.334	2.02	0.180	1.28	0.060			12.62	17.59
90	0.2005	8.60	6.20	6.03	2.53	3.91	0.861	2.92	0.416	2.27	0.224	1.44	0.074	6"		14.20	22.0
100	0.2228	9.56	7.59	6.70	3.09	4.34	1.05	3.25	0.509	2.52	0.272	1.60	0.090	1.11	0.036	15.78	26.9
125	0.2785	11.97	11.76	8.38	4.71	5.43	1.61	4.06	0.769	3.15	0.415	2.01	0.135	1.39	0.055	19.72	41.4
150	0.3342	14.36	16.70	10.05	6.69	6.51	2.24	4.87	1.08	3.78	0.580	2.41	0.190	1.67	0.077		
175	0.3899	16.75	22.3	11.73	8.97	7.60	3.00	5.68	1.44	4.41	0.774	2.81	0.253	1.94	0.102	8"	
200	0.4456	19.14	28.8	13.42	11.68	8.68	3.87	6.49	1.85	5.04	0.985	3.21	0.323	2.22	0.130		
225	0.5013	-	-	15.09	14.63	9.77	4.83	7.30	2.32	5.67	1.23	3.61	0.401	2.50	0.162	1.44	0.043
250	0.5570	-	-	-	-	10.85	5.93	8.12	2.84	6.30	1.46	4.01	0.495	2.78	0.195	1.60	0.051
275	0.6127	-	-	-	-	11.94	7.14	8.93	3.40	6.93	1.79	4.41	0.583	3.05	0.234	1.76	0.061
300	0.6684	-	-	-	-	13.00	8.36	9.74	4.02	7.56	2.11	4.81	0.683	3.33	0.275	1.92	0.072
350	0.7798			-	-	-	-	11.36	5.41	8.82	2.84	5.62	0.919	3.89	0.367	2.24	0.095
400	0.8912					-	-	12.98	7.03	10.08	3.68	6.42	1.19	4.44	0.471	2.56	0.121
450	1.0030	10"				-	-	14.61	8.80	11.34	4.60	7.22	1.48	5.00	0.590	2.89	0.151
500	1.114	2.03	0.059	12"		-	-	-	-	12.60	5.65	8.02	1.81	5.55	0.720	3.21	0.182
600	1.337	2.44	0.083			-	-	-	-	15.12	8.04	9.63	2.55	6.66	1.02	3.85	0.258
700	1.560	2.85	0.112	2.01	0.047	14"		-	-	-	-	11.23	3.43	7.78	1.35	4.49	0.343
800	1.782	3.25	0.143	2.29	0.061			-	-	-	-	12.83	4.43	8.88	1.75	5.13	0.443
900	2.005	3.66	0.179	2.58	0.075	2.13	0.047	16"		-	-	14.44	5.58	9.99	2.18	5.77	0.554
1000	2.228	4.07	0.218	2.87	0.091	2.37	0.057					16.04	6.84	11.10	2.68	6.41	0.675
1200	2.674	4.88	0.306	3.44	0.128	2.85	0.080	2.18	0.042			-	-	13.33	3.81	7.70	0.948
1400	3.119	5.70	0.409	4.01	0.171	3.32	0.107	2.54	0.055	18"		-	-	15.55	5.13	8.98	1.24
1600	3.565	6.51	0.527	4.59	0.219	3.79	0.138	2.90	0.071			-	-	17.77	6.61	10.26	1.65
1800	4.010	7.32	0.663	5.16	0.276	4.27	0.172	3.27	0.088	2.58	0.050			19.99	8.37	11.54	2.08
2000	4.456	8.14	0.808	5.73	0.339	4.74	0.209	3.63	0.107	2.87	0.060			22.21	10.3	12.82	2.55

Valve & Fitting Losses in Expressed in Equivalent Feet of Pipe

	Pipe Fitting or Valve	Nominal Pipe or Tube Size (Inches)													
		3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8
1	90° Standard Elbow	1.4	1.6	2.0	2.6	3.3	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	10	13	16	20
2	45° Standard Elbow	0.7	0.8	0.9	1.3	1.7	2.1	2.6	3.2	4.0	4.7	5.2	6.5	7.9	10
3	Flow-Through Branch Tee	2.7	3.0	4.0	5.0	7.0	8.0	10	12	15	18	21	25	30	40
4	Straight Through Flow Tee - No Reduction	0.9	1.0	1.4	1.7	2.3	2.6	3.3	4.1	5.0	5.9	6.7	8.2	10	13
5	Straight Through Flow Tee- Reduced 1/4	1.2	1.4	1.9	2.3	3.1	3.7	4.7	5.6	7.0	8.0	9.0	12	14	18
6	Straight Through Flow Tee - Reduced 1/8	1.4	1.6	2.0	2.6	3.3	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	10	13	16	20
7	Globe Valve - Fully opened	17	18	22	29	38	43	55	69	84	100	120	140	170	220
8	Gate Valve - Fully opened	0.6	0.7	0.9	1.0	1.5	1.8	2.3	2.8	3.2	4.0	4.5	6.0	7.0	9.0

ANEXO H

Technical Reference – Water Flow Through Schedule 40 Steel Pipe

▪ *Flow of Water Through Schedule 40 Steel Pipe*

Pressure Drop per 100 feet and Velocity in Schedule 40 Pipe for Water at 60 F.

Discharge Gallons per Minute	Cubic Ft per Sec	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In
		1/8"		1/4"		3/8"		1/2"									
2	0 000446	1 13	1 86	0 616	0 359												
3	0 000668	1 69	4 22	0 924	0 903	0 504	0 159	0 317	0 061	3/4'							
4	0 000891	2 26	6 98	1 23	1 61	0 671	0 345	0 422	0 086								
5	0 0011	2 82	10 5	1 54	2 39	0 840	0 539	0 528	0 167	0 301	0 033						
6	0 00134	3 39	14 7	1 85	3 29	1 01	0 751	0 633	0 240	0 361	0 041						
8	0 00178	4 52	25 0	2 46	5 44	1 34	1 25	0 844	0 408	0 481	0 102	1"		1-1/4"			
1	0 00223	5 65	37 2	3 08	8 28	1 68	1 85	1 06	0 600	0 602	0 155	0 371	0 048			1-1/2"	
2	0 00446	11 29	134 4	6 16	30 1	3 36	6 58	2 11	2 10	1 20	0 526	0 743	0 164	0 429	0 044		
3	0 00668			9 25	64 1	5 04	13 9	3 17	4 33	1 81	1 09	1 114	0 336	0 644	0 090	0 473	0 043
4	0 00891			12 33	111 2	6 72	23 9	4 22	7 42	2 41	1 83	1 49	0 565	0 858	0 150	0 630	0 071
5	0 01114	2"				8 40	36 7	5 28	11 2	3 01	2 75	1 86	0 835	1 073	0 223	0 788	0 104
6	0 01337	0 574	0 044	2-1/2"		10 08	51 9	6 33	15 3	3 61	3 84	2 23	1 17	1 29	0 309	0 946	0 145
8	0 01782	0 765	0 073			13 44	91 1	8 45	27 7	4 81	6 60	2 97	1 99	1 72	0 518	1 26	0 241
10	0 02228	0 956	0 108	0 670	0 046			10 56	42 4	6 02	9 99	3 71	2 99	2 15	0 774	1 58	0 361
15	0 03342	1 43	0 224	1 01	0 094	3"				9 03	21 6	5 57	6 36	3 22	1 63	2 37	0 755
20	0 04456	1 91	0 375	1 34	0 158	0 868	0 056	3-1/2"		12 03	37 8	7 43	10 9	4 29	2 78	3 16	1 28
25	0 05570	2 39	0 561	1 68	0 234	1 09	0 083	0 812	0 041	4"		9 28	16 7	5 37	4 22	3 94	1 93
30	0 06684	2 87	0 786	2 01	0 327	1 30	0 114	0 974	0 056			11 14	23 8	6 44	5 92	4 73	2 72
35	0 07798	3 35	1 05	2 35	0 436	1 52	0 151	1 14	0 704	0 882	0 041	12 99	32 2	7 51	7 90	5 52	3 64
40	0 08912	3 83	1 35	2 68	0 556	1 74	0 192	1 30	0 095	1 01	0 052	14 85	41 5	8 59	10 24	6 30	4 65
45	0 1003	4 30	1 67	3 02	0 668	1 95	0 239	1 46	0 117	1 13	0 064			9 67	12 80	7 09	5 35
50	0 1114	4 78	2 03	3 35	0 839	2 17	0 288	1 62	0 142	1 26	0 076	5"		10 74	15 66	7 88	7 15
60	0 1337	5 74	2 87	4 02	1 18	2 60	0 406	1 95	0 204	1 51	0 107			12 89	22 2	9 47	10 21
70	0 1560	6 70	3 84	4 69	1 59	3 04	0 540	2 27	0 261	1 76	0 143	1 12	0 047			11 05	13 71
80	0 1782	7 65	4 97	5 36	2 03	3 47	0 687	2 60	0 334	2 02	0 180	1 28	0 060			12 62	17 59
90	0 2005	8 60	6 20	6 03	2 53	3 91	0 861	2 92	0 416	2 27	0 224	1 44	0 074	6"		14 20	22 0
100	0 2228	9 56	7 59	6 70	3 09	4 34	1 05	3 25	0 509	2 52	0 272	1 60	0 090	1 11	0 036	15 78	26 9
125	0 2785	11 97	11 76	8 38	4 71	5 43	1 61	4 06	0 769	3 15	0 415	2 01	0 135	1 39	0 055	19 72	41 4
150	0 3342	14 36	16 70	10 05	6 69	6 51	2 24	4 87	1 08	3 78	0 580	2 41	0 190	1 67	0 077		
175	0 3899	16 75	22 3	11 73	8 97	7 60	3 00	5 68	1 44	4 41	0 774	2 81	0 253	1 94	0 102		
200	0 4456	19 14	28 8	13 42	11 68	8 68	3 87	6 49	1 85	5 04	0 985	3 21	0 323	2 22	0 130	8"	
225	0 5013			15 09	14 63	9 77	4 83	7 30	2 32	5 67	1 23	3 61	0 401	2 50	0 162	1 44	0 043
250	0 557					10 85	5 93	8 12	2 84	6 30	1 46	4 01	0 495	2 78	0 195	1 60	0 051
275	0 6127					11 94	7 14	8 93	3 40	6 93	1 79	4 41	0 583	3 05	0 234	1 76	0 061
300	0 6684					13 00	8 36	9 74	4 02	7 56	2 11	4 81	0 683	3 33	0 275	1 92	0 072
325	0 7241					14 12	9 89	10 53	4 09	8 19	2 47	5 21	0 797	3 61	0 320	2 08	0 083
350	0 7798							11 36	5 41	8 82	2 84	5 62	0 919	3 89	0 367	2 24	0 095
375	0 8355							12 17	6 18	9 45	3 25	6 02	1 05	4 16	0 416	2 40	0 108
400	0 8912							12 98	7 03	10 08	3 68	6 42	1 19	4 44	0 471	2 56	0 121
425	0 9469							13 80	7 89	10 71	4 12	6 82	1 33	4 72	0 529	2 73	0 136
450	1 003	10"						14 61	8 80	11 34	4 60	7 22	1 48	5 00	0 590	2 89	0 151
475	1 059	1 93	0 054							11 97	5 12	7 62	1 64	5 27	0 653	3 04	0 166
500	1 114	2 03	0 059							12 60	5 65	8 02	1 81	5 55	0 720	3 21	0 182
550	1 225	2 24	0 071							13 85	6 79	8 82	2 17	6 11	0 861	3 53	0 219
600	1 337	2 44	0 083							15 12	8 04	9 63	2 55	6 66	1 02	3 85	0 258
650	1 448	2 64	0 097	12"								10 43	2 98	7 22	1 18	4 17	0 301
700	1 560	0 112	2 01	0 047								11 23	3 43	7 78	1 35	4 49	0 343
750	1 671	3 05	0 127	2 15	0 054	14"						12 03	3 92	8 33	1 55	4 81	0 392
800	1 782	3 25	0 143	2 29	0 061							12 83	4 43	8 88	1 75	5 13	0 443
850	1 894	3 46	0 160	2 44	0 068	2 02	0 042					13 64	5 00	9 44	1 96	5 45	0 497

Technical Reference – Water Flow Through Schedule 40 Steel Pipe

Pressure Drop per 100 feet and Velocity in Schedule 40 Pipe for Water at 60 F.

Discharge Gallons per Minute	Cubic Ft per Sec	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In	Velocity Feet per Sec	Press Drop Lbs per Sq In
900	2.005	3.66	0.179	2.58	0.075	2.13	0.047					14.44	5.58	9.99	2.18	5.77	0.554
950	2.117	3.86	0.196	2.72	0.083	2.25	0.052					15.24	6.21	10.55	2.42	6.09	0.613
1,000	2.228	4.07	0.218	2.87	0.091	2.37	0.057	16"				16.04	6.84	11.10	2.68	6.41	0.675
1,100	2.451	4.48	0.260	3.15	0.110	2.61	0.068					17.65	8.23	12.22	3.22	7.05	0.807
1,200	2.674	4.88	0.306	3.44	0.128	2.85	0.080	2.18	0.042					13.33	3.81	7.70	0.948
1,300	2.896	5.29	0.355	3.73	0.150	3.08	0.093	2.36	0.048					14.43	4.45	8.33	1.11
1,400	3.119	5.70	0.409	4.01	0.170	3.32	0.107	2.54	0.055					15.55	5.13	8.98	1.28
1,500	3.342	6.10	0.466	4.30	0.195	3.56	0.122	2.72	0.063	18"				16.66	5.85	9.62	1.46
1,600	3.565	6.51	0.527	4.59	0.219	3.79	0.138	2.90	0.071					17.77	6.61	10.26	1.66
1,800	4.010	7.32	0.663	5.16	0.276	4.27	0.172	3.27	0.088	2.58	0.050			19.99	8.37	11.54	2.08
2,000	4.456	8.14	0.808	5.73	0.339	4.74	0.209	3.63	0.107	2.87	0.060			22.21	10.3	12.82	2.55
2,500	5.570	10.17	1.24	7.17	0.515	5.93	0.321	4.54	0.163	3.59	0.091	20"				16.03	3.94
3,000	6.684	12.20	1.76	8.60	0.731	7.11	0.451	5.45	0.232	4.30	0.129	3.46	0.075	24"		19.24	5.59
3,500	7.798	14.24	2.38	10.03	0.982	8.30	0.607	6.35	0.312	5.02	0.173	4.04	0.101			22.44	7.56
4,000	8.912	16.27	3.08	11.47	1.27	9.48	0.787	7.26	0.401	5.74	0.222	4.62	0.129	3.19	0.052	25.65	9.80
4,500	10.03	18.31	3.87	12.90	1.60	10.67	0.990	8.17	0.503	6.46	0.280	5.20	0.162	3.59	0.065	28.87	12.2
5,000	11.14	20.35	4.71	14.33	1.95	11.85	1.21	9.08	0.617	7.17	0.340	5.77	0.199	3.99	0.079		
6,000	13.37	24.41	6.74	17.20	2.77	14.23	1.71	10.89	0.877	8.61	0.483	6.93	0.280	4.79	0.111		
7,000	15.60	28.49	9.11	20.07	3.74	16.60	2.31	12.71	1.18	10.04	0.652	8.08	0.376	5.59	0.150		
8,000	17.82			22.93	4.84	18.96	2.99	14.52	1.51	11.47	0.839	9.23	0.488	6.38	0.192		
9,000	20.05			25.79	6.09	21.34	3.76	16.34	1.90	12.91	1.05	10.39	0.608	7.18	0.242		
10,000	22.28			28.66	7.46	23.71	4.61	18.15	2.34	14.34	1.28	11.54	0.739	7.98	0.294		
12,000	26.74			34.40	10.7	28.45	6.59	21.79	3.33	17.21	1.83	13.85	1.06	9.58	0.416		
14,000	31.19					33.19	8.89	25.42	4.49	20.08	2.45	16.16	1.43	11.17	0.562		
16,000	35.65							29.05	5.83	22.95	3.18	18.47	1.85	12.77	0.723		
18,000	40.10							32.68	7.31	25.82	4.03	20.77	2.32	14.36	0.907		
20,000	44.56							36.31	9.03	28.69	4.93	23.08	2.86	15.96	1.12		

For pipe lengths other than 100 feet, the pressure drop is proportional to the length. Thus, for 50 feet of pipe, the pressure drop is approximately one-half the value given in the table; for 300 feet, three times the given value, etc. Velocity is a function of the cross sectional flow area, thus, it is constant for a given flow rate and is independent of pipe length.