

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN OPERACIONAL DE LOS SISTEMAS
CENTRALIZADOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE DEL
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER**

**HENRY ALEXANDER AGUILERA GIL
JOSÉ FRANCISCO CAICEDO ROMERO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.009

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN OPERACIONAL DE LOS SISTEMAS
CENTRALIZADOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE DEL
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER**

**HENRY ALEXANDER AGUILERA GIL
JOSÉ FRANCISCO CAICEDO ROMERO**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
OMAR ARMANDO GÉLVEZ AROCHA
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.009

DEDICATORIA

A mi mamá Rosaura, que lo entrego todo por la educación de su hijo.

José Francisco

DEDICATORIA

A mi madre, María Angélica por el gran amor, comprensión y sacrificio que dedico para mi educación y crecimiento personal.

A la memoria de mi padre, por las enseñanzas y el sueño de verme profesional.

A mis hermanos José Miguel, Pedro y Nydia por su apoyo y paciencia en todos los obstáculos de mi carrera.

A mi sobrino, Steven por trasmitirme su alegría en los momentos difíciles.

A mi novia, Carolina por su cariño en todo este tiempo.

Henry Alexander

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos la vida y la oportunidad de realizar una carrera universitaria.

Al profesor OMAR ARMANDO GELVEZ AROCHA, por sus conocimientos compartidos y su apoyo incondicional al desarrollo del proyecto.

A la Ingeniera Lyda Paredes, por la oportunidad que nos brindo y la confianza depositada en nuestro proyecto.

Al grupo de técnicos pertenecientes al departamento de mantenimiento del Hospital Universitario de Santander, en especial al señor Fernando Duran (Q.E.P.D) y al señor Jesús Celis, por su ayuda en el desarrollo de la toma de datos en campo.

A nuestro compañero Rosemberth Valdivieso, por su colaboración desinteresada durante los análisis y adquisición de datos por medio de los Fieldpoint.

A los auxiliares del laboratorio de plantas térmicas de la escuela de Ingeniería Mecánica, Liliana y Jean Carlos, por su confianza al dejar los instrumentos a nuestra disposición.

A la comunidad de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER en especial a la escuela de Ing. Mecánica, por compartirnos sus conocimientos y experiencia a lo largo de nuestra carrera.

A nuestras familias por su gran paciencia y comprensión en los momentos difíciles de nuestro paso por la universidad.

Los autores.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1 IDENTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD	3
1.1 PROPÓSITOS	4
1.1.1 Etapa de caracterización	4
1.1.2 Etapa de análisis	4
1.1.3 Elaborar un informe técnico	4
1.2 PRESENTACIÓN Y PLAN ESTRATÉGICO DEL HUS	5
1.2.1 Marco legal del HUS	5
1.2.2 Misión	6
1.2.3 Visión	6
1.2.4 Objetivos Generales.	6
1.2.5 Servicios	7
1.2.6 Organigrama de mantenimiento	8
1.2.7 Organigrama general	8
1.2.8 Ubicación geográfica	8
2 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y SU APLICACIÓN EN INSTITUCIONES HOSPITALARIAS	11
2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE	13
2.2 SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	16
2.2.1 Componentes básicos	20

2.3	SUBSISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AIRE	28
2.4	NORMAS Y CÓDIGOS	30
2.4.1	Nacional	30
2.4.2	Internacionales	31
3	CARACTERIZACIÓN SISTEMAS CENTRALIZADOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE DEL HUS	33
3.1	UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS CENTRALIZADOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.	36
3.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS SISTEMA CENTRALIZADO DE URGENCIAS	37
3.2.1	Compresor	37
3.2.2	Control de presión del compresor	42
3.2.3	Válvula de expansión	45
3.2.5	Unidad Manejadora	47
3.2.6	Bomba centrífuga	48
3.2.7	Extractores	49
3.2.8	Válvula Solenoide	51
3.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS SISTEMA CENTRALIZADO DE MATERNIDAD	52
3.3.1	Compresor	52
3.3.2	Válvula de expansión termostática	54
3.3.3	Condensador	56
3.3.5	Bomba centrífuga	57
3.3.6	Extractores	58
3.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS COMPARTIDOS SISTEMAS CENTRALIZADOS	59
3.4.1	Torre de enfriamiento	59

3.4.2Cuarto de filtros	62
3.5 DATOS DE CAMPO	63
3.6 DOCUMENTOS MANTENIMIENTO HUS	68
4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA	70
4.1 ESTUDIO TÉRMICO	70
4.1.1Cálculo de la demanda de enfriamiento	71
4.1.2Análisis psicrométrico del aire impulsado	77
4.1.3Cálculo de la capacidad de refrigeración del sistema	83
4.1.4Inferencias del estudio térmico	86
4.2 ESTUDIO ELÉCTRICO	90
4.2.1Capacidad de las instalaciones, y demanda de energía eléctrica del HUS	91
4.2.2Demanda de energía eléctrica de los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire	96
4.2.3Análisis de la información de la energía eléctrica	98
4.3 METODOLOGÍA RCFA	101
4.3.1Generalidades de la ingeniería de mantenimiento	101
4.3.2RCFA como herramienta de la ingeniería de mantenimiento a nivel instrumental	105
4.3.3Fundamentos de la aplicación de la herramienta RCFA	106
5 INFORME TÉCNICO DEL TRABAJO REALIZADO	128
6 CONCLUSIONES	132
BIBLIOGRAFIA	134
ANEXOS	135

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama de mantenimiento HUS	9
Figura 2. Organigrama general del HUS	10
Figura 3. Esquema básico de un sistema de acondicionamiento de aire	12
Figura 4. Esquema de funcionamiento de un refrigerador	16
Figura 5. Mecanismos de refrigeración	17
Figura 6. Ciclo básico de refrigeración por compresión de vapor	18
Figura 7. Diagrama P-h de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor	19
Figura 8. Evaporador de serpentín de expansión seca	23
Figura 9. Elementos básicos compresor recíprocante	24
Figura 10. Vista en corte intercambiador de casco y tubos	25
Figura 11. Ubicación de la VET	26
Figura 12. Modo de operación de la VET	27
Figura 13. Unidad de tratamiento de aire (AHU)	28
Figura 14. Configuración de dispositivos dentro de una AHU convencional	29
Figura 15. Sistema centralizado de acondicionamiento de aire HUS	34
Figura 16. Subsistemas del acondicionamiento centralizado de aire del HUS	35
Figura 17. Fotografías del cuarto de máquinas	36
Figura 18. Vistas en corte del compresor Copeland DISCUS	38
Figura 19. Diagrama típico de conexiones para compresores COPELAND DISCUS 4D/6D	41
Figura 20. Compresor urgencias	42
Figura 21. Controlador de presión ALCO CONTROLS serie FF215	43
Figura 22. Opciones de conexión del controlador de presiones	43
Figura 23. Fotografía válvula de expansión urgencias	46

Figura 24. Fotografía condensador urgencias	46
Figura 25. Distribución de los tubos en el condensador	47
Figura 26. AHU sistema centralizado de urgencias	48
Figura 27. Bomba centrífuga urgencias	49
Figura 28. Extractores urgencias	50
Figura 29. Válvula solenoide urgencias	51
Figura 30. Compresor maternidad	52
Figura 31. VET maternidad	54
Figura 32 Condensador Maternidad	55
Figura 33. Disposición tubos condensador maternidad	55
Figura 34. AHU Maternidad	56
Figura 35. Evaporador maternidad	57
Figura 36. Bomba centrífuga Maternidad	58
Figura 37. Extractores maternidad	58
Figura 38. Torres de enfriamiento sistemas centralizados de acondicionamiento de aire HUS	60
Figura 39. Elementos de la torre de enfriamiento	61
Figura 40. Cuarto de filtros HUS	62
Figura 41. Adquisición de datos en campo utilizando el Fieldpoint	65
Figura 42. Disposición de los equipos para la toma de datos	65
Figura 43. Datos propiedades del aire exterior	68
Figura 44. Recopilación información reportes inspección diaria	69
Figura 45. Flujo de calor en el sistema de acondicionamiento de aire	71
Figura 46. Efecto del almacenamiento y retraso de calor	73
Figura 47. Cálculo de cargas térmicas con hoja de cálculo	76
Figura 48. Resumen de cargas térmicas para sala de maternidad	77
Figura 49. Comportamiento térmico del aire en la AHU	79
Figura 50. Detalle del proceso del aire en la AHU	80
Figura 51. Hoja de cálculo para el análisis del calor extraído del aire a impulsar	82

Figura 52. Calor extraído del aire en el evaporador	83
Figura 53. Enfriamiento producido en el evaporador	86
Figura 54. Escala de eficiencia según Norma NTC 4366	89
Figura 55. Circuito eléctrico unifilar sistema centralizado de maternidad	92
Figura 56. Transformador 1250KVA propiedad del HUS	93
Figura 57. Barrajes subestación	94
Figura 58. Tablero de control subestación	94
Figura 59. Perfil de consumo de energía eléctrica HUS	96
Figura 60. Medida de potencias con el analizador trifásico	97
Figura 61. Elementos del sistema de Mantenimiento	102
Figura 62. Árbol Lógico de Fallas	107
Figura 62. Intercambiador de calor sucio	110
Figura 63. Estado del aislamiento en la tubería de succión	110
Figura 64. Aceite quemado en los cilindros del compresor	111
Figura 65. Plato de válvulas recalentado	111
Figura 66. Partículas del aceite contaminado en la tapa del carter	112
Figura 67. Estator con quema localizada	112
Figura 68. Compresor con falta de manómetro y termómetros	113
Figura 69. Cigüeñal con marcas de fricción	113
Figura 70. Rotor con marcas de fricción	114
Figura 71. Compresor en estado de congelamiento	114
Figura 72. Árbol lógico de fallas	117

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Servicios del HUS	8
Tabla 2. Clasificación de los sistemas de acondicionamiento de aire	14
Tabla 3. Propiedades de saturación del refrigerante R-22	22
Tabla 4. Desempeño del compresor	39
Tabla 5. Datos eléctricos del compresor	40
Tabla 6. Especificaciones técnicas del controlador de presión	44
Tabla 7. Datos Técnicos Válvula de Expansión Termostática	45
Tabla 8. Especificaciones motor AHU urgencias	48
Tabla 9. Especificaciones motor de la bomba NOWA 5013	49
Tabla 10. Especificaciones técnicas extractores urgencias	50
Tabla 11. Especificaciones técnicas válvula solenoide urgencias	51
Tabla 12. Capacidades del compresor de Maternidad con R-22	53
Tabla 13. Datos eléctricos compresor maternidad	53
Tabla 14. Características del arranque del motor con devanado partido	54
Tabla 15. Especificaciones extractores maternidad	59
Tabla 16. Especificaciones técnicas torres de enfriamiento	62
Tabla 17. Instrumentación utilizada para toma de datos de campo	64
Tabla 18. Datos sistema centralizado de maternidad	66
Tabla 19. Potencias consumidas por los equipos	67
Tabla 20. Capacidad de refrigeración	85
Tabla 21. Rangos de eficiencia según Norma NTC 4366	88
Tabla 22. Valores promedio de la demanda eléctrica de los equipos	98
Tabla 23. Balance de fases	99
Tabla 24. Niveles del Mantenimiento	103
Tabla 25. Informe técnico	128

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. TABLA DE GASES REFRIGERANTES ALTERNOS	136
Anexo B. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL REFRIGERANTE R22	139
Anexo C. PLANOS	158
Anexo D. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AHU YORK CSIC270SHFCCE	163
Anexo E. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VET ALCO CONTROLS SERIE TRAE PARA REFRIGERANTE R22	172
Anexo F. FORMATO PARA TOMA DE DATOS EN LOS EQUIPOS	176
Anexo G. FORMATOS MANTENIMIENTO HUS	178
Anexo H. RESUMEN DE REPORTES TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO	182
Anexo I. FORMATO INVENTARIO DE FUENTES DE CALOR	194
Anexo J. DATOS PARA CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA EN LA SALA DE URGENCIAS	196
Anexo K. DATOS PARA CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA EN LA SALA DE MATERNIDAD	201
Anexo L. CARTA PSICROMÉTRICA (90 Kpa)	208
Anexo M. PERFIL DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL HUS	210

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN OPERACIONAL DE LOS SISTEMAS CENTRALIZADOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER*

AUTORES: HENRY ALEXANDER AGUILERA GIL, JOSÉ FRANCISCO CAICEDO ROMERO**

PALABRAS CLAVES: aire acondicionado, análisis de fallas, caracterización, análisis y evaluación operacional

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: Observar y valorar el estado de funcionamiento de un sistema, permite compararlo con su estado ideal, y apreciar en que medida se ha desviado el sistema de dichas condiciones ideales, este fue precisamente el trabajo realizado con los sistemas de acondicionamiento de aire centralizados del hospital.

El trabajo realizado en esta entidad pública, de gran importancia social para la región, incluye la caracterización de los equipos e instalaciones de aire acondicionado mediante una labor investigativa que comprende búsqueda, organización e interpretación de información, igualmente se evaluó la operación de los sistemas con actividades de campo, mediante el uso de la instrumentación adecuada para conocer el comportamiento de los sistemas a través del tiempo, arrojando la información necesaria, para aplicar las metodologías de análisis térmico, eléctrico y análisis de falla, utilizadas para encontrar las causas de los problemas y soportar las recomendaciones pertinentes.

Con el informe presentado, las directivas de la entidad, cuentan con una herramienta útil para la toma de decisiones sobre el acondicionamiento del aire de la institución, que esperamos redunde en beneficios para el hospital, mejoras en la prestación de sus servicios, el confort de sus empleados, ahorros energéticos y ligado a ello, ahorros económicos y menor impacto ambiental.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería mecánica, Director: Omar Armando Gélvez Arocha, Ingeniero Mecánico

SUMMARY

TITLE: ANALYSIS AND OPERATIONAL EVALUATION OF THE CENTRALIZED SYSTEMS OF AIR CONDITIONING IN THE UNIVERSITARIO DE SANTANDER HOSPITAL*

AUTHORS: HENRY ALEXANDER AGUILERA GIL, JOSÉ FRANCISCO CAICEDO ROMERO**

KEYWORDS: air conditioning, failure analysis, characterization, analysis and operational evaluation

DESCRIPTION: When a system's state of operation is observed and rated, it is possible to compare it with its ideal state, and to appreciate the measure in which the system has diverted from its ideal conditions. This was exactly the work done with the centralized systems of air conditioning of the hospital.

The work done in this public company, of great social importance for the region, includes the characterization of the equipments and installations of air conditioning by means of an investigative labour that includes research, organization and interpretation of information, as well as the evaluation of the systems' operation with field activities, by using adequate instrumentation to know the behavior of the systems through time. Later on, getting the necessary information, to apply the methodologies of electric, thermal and failure analyses, used to find the root cause of the problems and to support the pertinent recommendations.

With the report presented, the management of the company has a useful tool for taking decisions on the setting of the air conditioning in the medical institution, that we expect to benefit the hospital, in several ways such as improvements in the services offering, increased comfort of its employees, energy savings and diminished environmental impact.

* Project of degree

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of mechanical Engineering, Director: Omar Armando Gélvez Arocha, Mechanical engineer

INTRODUCCIÓN

En una sociedad en desarrollo como la nuestra, son muchas las necesidades que se presentan, e igual son numerosas las oportunidades que tienen sus integrantes para aportar al crecimiento de la misma desde cualquiera de sus dimensiones ya sea industrial, comercial, social o de servicios.

En el campo social, los hospitales son fundamentales debido a que enfocan sus servicios a la comunidad con menores recursos económicos, ejemplo de ello es el HUS¹ una empresa social del estado, caracterizada por prestar servicios hospitalarios de alta calidad. Esta entidad además de contar con personal altamente calificado en el campo de la salud, debe disponer también de una infraestructura adecuada que permita al personal desarrollar sus actividades (equipos biomédicos, sistemas de acondicionamiento de aire, sistemas de seguridad, entre otros).

El acondicionamiento de aire garantiza condiciones ambientales favorables en cada zona del HUS, de acuerdo a las actividades que en ella se realicen, en razón a lo anterior es importante mantener en buen estado de funcionamiento las instalaciones y equipos que suministran el aire.

El presente trabajo busca ser una herramienta útil para mejorar las condiciones de funcionamiento de los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire del HUS y continuar de esta manera la estrecha relación que ha tenido la Universidad de Santander y el hospital a través de la historia.

¹ HUS Sigla de Hospital Universitario de Santander

El trabajo inicia con el estudio de las instalaciones y equipos, con el fin de comprender la idea del diseñador del sistema y conocer el estado de funcionamiento actual; Teniendo en cuenta que los sistemas en estudio deben permanecer siempre en servicio, situación que en ocasiones se interrumpía, dificultando el desarrollo normal de las actividades se utilizaron herramientas de análisis térmico y eléctrico con objeto de comparar las demandas con las capacidades de los equipos instalados, sumado ha esto se utilizó la metodología RCFA², permitiendo detectar las causas de las fallas.

El estudio realizado, el análisis del mismo, así como las recomendaciones que se exponen al final del trabajo, se espera sean de mucha utilidad para el hospital, además que han sido de mucha importancia para los autores, pues la experiencia fue enriquecedora tanto en el área técnica, debido al excelente laboratorio que fue la institución, donde se han reforzado los conceptos teóricos de las cátedras universitarias e igualmente en la parte humana fue la oportunidad de servir a la comunidad y de aprender de todas las personas que por una u otra razón se tuvo la ocasión de tratar allí.

² RCFA, Sigla de Root Cause Failure Analysis

1 IDENTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD

En la vida universitaria las oportunidades de adquirir conocimiento y formarse profesionalmente se presentan no solo en las cátedras presenciales, sino también en los laboratorios, las investigaciones, conferencias, foros, los deportes, las actividades culturales, el compartir con personas de diversas tendencias ideológicas con conocimientos en diferentes áreas; Pero se ha evidenciado en el proyecto de grado un gran potencial para aplicar y perfeccionar lo aprendido, así como para seguir aprendiendo; Para los autores el desarrollo de este proyecto de grado también ha sido una medio de conocer la variedad de aplicaciones que tiene la ingeniería Mecánica, ya que generalmente se relaciona esta profesión con el sector de producción, como el automotriz, el petrolero, pero pocas veces con el sector de servicios y quizás aplicar en una institución hospitalaria no es una idea común en el estudiante de esta profesión.

Casualmente el presente trabajo nace de una conversación con un médico en donde en algún momento se llega al punto en el cual se manifiesta por parte del estudiante el agrado por los análisis térmicos y más exactamente por el estudio del acondicionamiento de aire, el médico manifiesta un interés por saber el porqué en ocasiones no hay aire acondicionado en algunas zonas del hospital; De esta manera nace el deseo por conocer más sobre el acondicionamiento de aire en instituciones hospitalarias, ante lo interesante que resulta el tema y la posibilidad de aportar desde la Ingeniería al fortalecimiento de un bien apreciado de tanta utilidad para los Santandereanos como es el Hospital Universitario, se formaliza el análisis y evaluación operacional de los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire del Hospital Universitario de Santander como proyecto de grado, consiguiendo con ello un requisito para obtener el título de Ingeniero Mecánico, pero al mismo tiempo aportar al hospital de forma organizada y estructurada.

1.1 PROPÓSITOS

Tomada la decisión de realizar este proyecto de grado, se planeó su desarrollo en una serie de etapas, que se describen en el cuerpo del presente documento, dichas etapas contenidas en los objetivos específicos que se propusieron al inicio del trabajo son:

1.1.1 Etapa de caracterización. Recopilación de información documental (catálogos, esquemas, hojas de vida de equipos, listas de chequeo, entre otros) e información de campo (levantamiento de planos y/o esquemas, toma de variables relevantes como presión, temperatura, caudal, consumo de potencia, etc.).

1.1.2 Etapa de análisis. Calculo de cargas térmicas y disponibilidad de energía eléctrica de las salas en estudio, estableciendo los requerimientos de cada una y comparando los resultados con la capacidad instalada actualmente; Uso de la herramienta de mantenimiento RCFA (Análisis de la Causa Raíz de las fallas) para llegar a determinar la solución de problemas en los equipos y mejorar la operación de los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire.

1.1.3 Elaborar un informe técnico. Que deberá contener: Los resultados obtenidos en las etapas anteriores, el cual comprende la fase documental y de campo con su respectivo análisis para llegar a la solución más viable; Recomendaciones sobre la operación, mantenimiento ó repotenciación concernientes a equipos e instalaciones del sistema.

1.2 PRESENTACIÓN Y PLAN ESTRATÉGICO DEL HUS³

La Empresa Social del Estado Hospital Universitario de Santander, es una Institución pública de orden departamental, prestadora de servicios de salud de mediana y alta complejidad con estándares de calidad; centro de referencia de la red de servicios, de investigación científica y formación de talento humano en salud. Sus propósitos están orientados a contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad del Nororiente Colombiano, mediante el trabajo de un equipo humano calificado, con apoyo tecnológico, a través de un proceso administrativo transparente y el compromiso con la academia, apoyado en la investigación y generación de conocimiento.

1.2.1 Marco legal del HUS. La Empresa Social del Estado Hospital Universitario de Santander fue creada mediante el Decreto 0025 de Febrero 4 de 2005, como una entidad descentralizada del orden Departamental con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa, adscrita a la Secretaria de Salud de Santander.

Objeto: Prestación de servicios de salud, entendidos como un servicio público a cargo del Departamento y como parte integrante del sistema de seguridad social en salud.

Campo de práctica docente asistencial de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander y cuando fuere insuficiente la cobertura ofrecida por ésta, de otras instituciones de educación superior.

³ Tomado del portafolio de servicios del HUS

1.2.2 Misión. La empresa social del estado Hospital Universitario de Santander, es una institución pública de orden departamental, prestadora de servicios de salud de mediana y alta complejidad con estándares de calidad; centro de referencia de la red de servicios, de investigación científica y formación de talento humano en salud.

1.2.3 Visión. La empresa social del estado Hospital Universitario de Santander, será una organización consolidada y líder del sector salud en el Nororiente Colombiano y el modelo de Hospital Público Universitario para el país, mediante la integración de procesos asistenciales y académicos, la administración eficiente con rentabilidad social y viabilidad financiera.

1.2.4 Objetivos Generales.

***Responsabilidad Social** Ofrecer servicios de salud y educación de alto nivel científico con calidad humana, tecnológica y compromiso social, para el área del Nororiente Colombiano.

***Calidad Del Servicio** Garantizar servicios de salud competitivos y apoyo a la formación académica, que lleven al crecimiento continuo de la empresa y generen confianza en los usuarios, con base en eficiencia, efectividad, eficacia y oportunidad.

***Competitividad** Disponer de Recurso Humano idóneo y de alto perfil científico que, apoyado con equipo tecnológico moderno, permita a la institución liderar el sector.

***Transparencia** La labor de las personas de la empresa se caracterizará por la congruencia en el pensar, actuar, y decir, en el ejercicio y desarrollo de su profesión.

***Financiero** Consolidar una empresa de crecimiento continuo, económicamente sólida, que garantice la satisfacción de sus clientes internos y externos.

1.2.5 Servicios. En la tabla 1 se observan los servicios que presta el HUS a sus usuarios.

Tabla 1. Servicios del HUS

Subgerencia servicios de alto costo	Subgerencia servicios mujer y la infancia
Cirugía plástica	Ginecobstetricia
Oncología	Pediatría
Unidad renal	Urgencias pediátricas
Unidad de cuidados intensivos adultos	
Unidad de cuidados intensivos pediátrica	
Subgerencia servicios ambulatorios y apoyo	Subgerencia servicios de apoyo y diagnóstico
Terapéutico	Imágenes diagnósticas
Consulta externa	Laboratorio clínico
Rehabilitación	Banco de sangre
Nutrición clínica	Patología
Lactario	Medicina nuclear
Subgerencias médicas	
Medicina interna	
Urgencias adultos	

1.2.6 Organigrama de mantenimiento. (Ver figura 1)

1.2.7 Organigrama general. (Ver figura 2)

1.2.8 Ubicación geográfica. El Hospital Universitario se encuentra situado en la carrera 33 No. 28-126 en Bucaramanga, el hospital está rodeado por una avenida muy importante (Av. Quebrada Seca), una calle principal (carrera 33) y dos calles

secundarias (carrera 32 y calle 32) que son amplias y permiten un cómodo acceso, tanto peatonal como vehicular, desde los sectores del área que a este hospital le corresponde servir. Está muy cerca de una zona militar (Batallón Caldas), lo cual permitiría, en caso de una gran emergencia, utilizar el helipuerto allí ubicado.

Figura 1. Organigrama de mantenimiento HUS

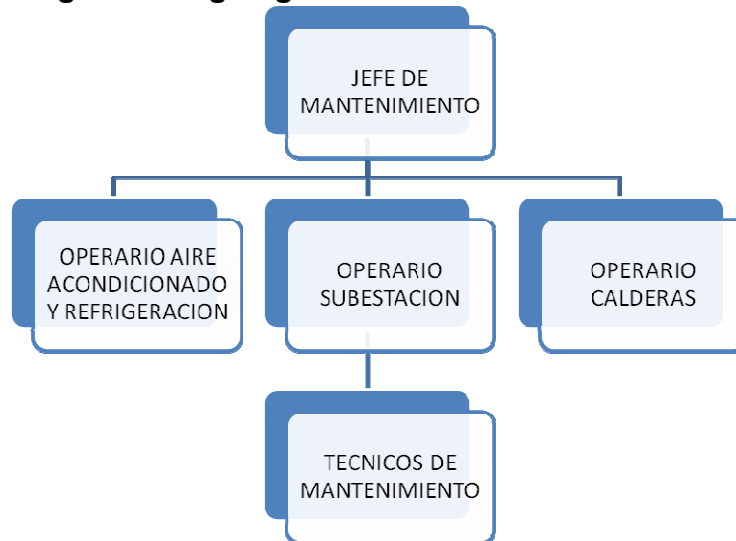
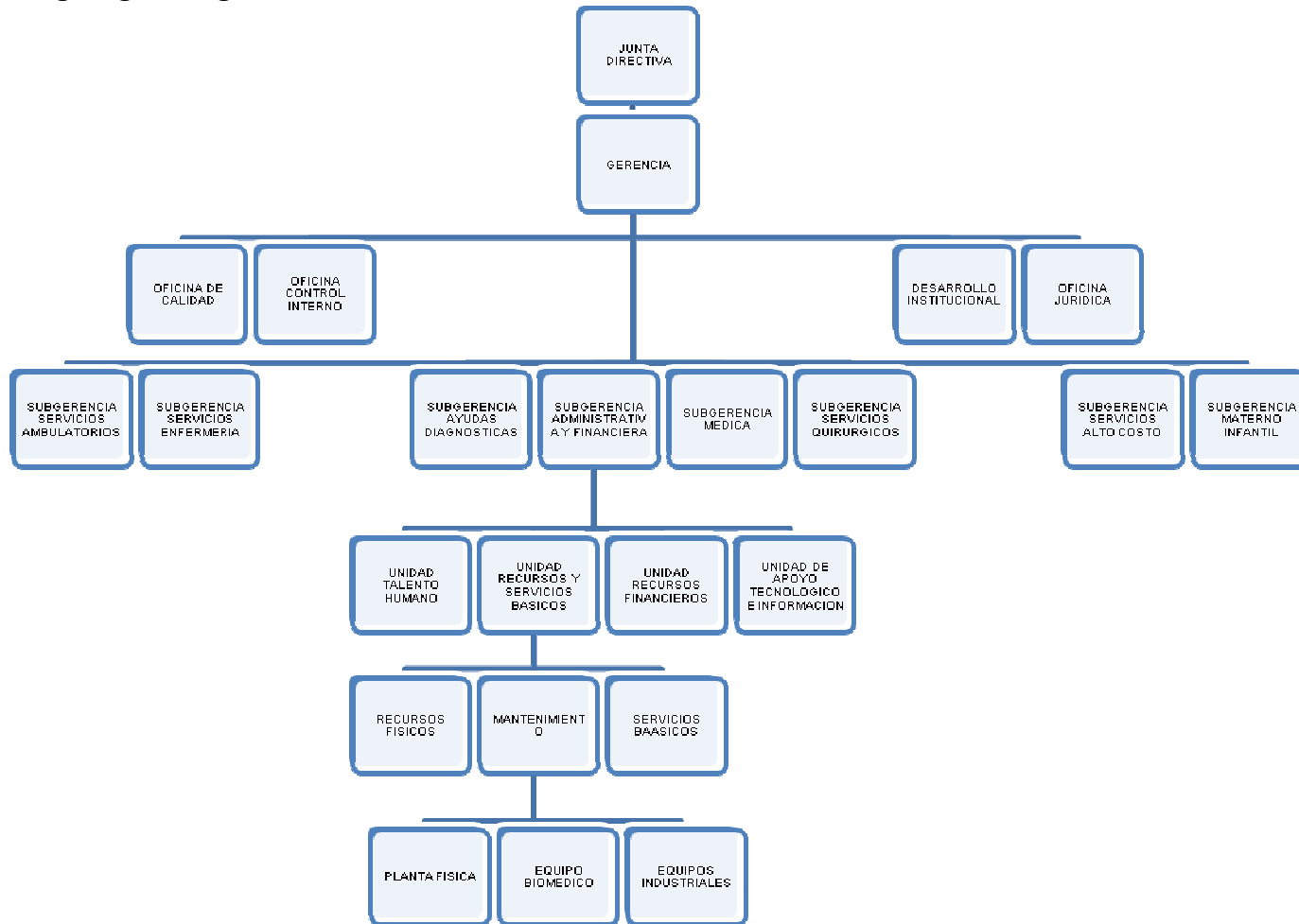


Figura 2. Organigrama general del HUS



2 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y SU APLICACIÓN EN INSTITUCIONES HOSPITALARIAS

Es naturaleza del ser humano, buscar y ubicarse en un ambiente en el cuál se sienta cómodo, esta comodidad se conoce como confort, y para alcanzar u obtener dicho estado es necesario reunir condiciones específicas en aspectos del entorno que pueden ser:

- ✓ Térmicos
- ✓ Acústicos
- ✓ Visuales

El acondicionamiento de aire hace parte de las estrategias que se utilizan para lograr el confort térmico, y su metodología consiste en el manejo de las siguientes variables:

- ✓ Temperatura del aire
- ✓ Humedad
- ✓ Movimiento del aire
- ✓ Calidad del aire

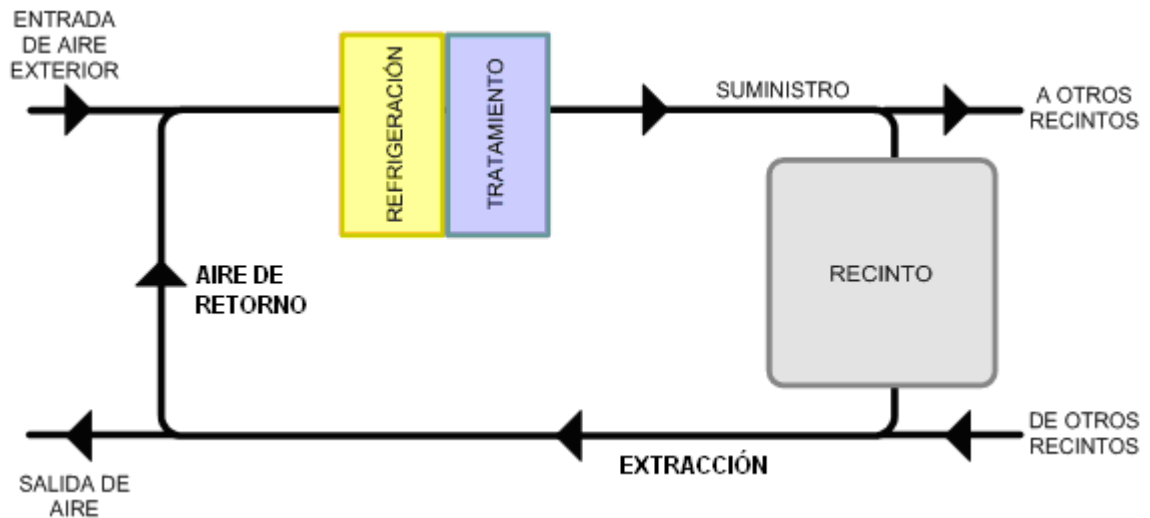
La alteración de las variables mencionadas anteriormente produce cambios en los estados termodinámicos del aire, el estudio de estos cambios así como de la tecnología involucrada para llevarlos a cabo y de evolucionar el estado del arte relacionado, hacen parte del campo de aplicación de la Ingeniería Mecánica.

Cuando hablamos de sistema de acondicionamiento de aire, hablamos de una serie de componentes que actuando de manera organizada, nos van a permitir alcanzar ese confort térmico deseado en un recinto determinado; dos componentes básicos de todo sistema de acondicionamiento de aire son:

- ✓ El subsistema de refrigeración
- ✓ El subsistema de tratamiento del aire

Estos subsistemas se describen más adelante, En la figura 3 se presenta un esquema básico de un sistema de acondicionamiento de aire.

Figura 3. Esquema básico de un sistema de acondicionamiento de aire



En el caso de una institución hospitalaria, son los empleados y las personas que reciben los servicios de la institución, quienes van a interactuar en el espacio a acondicionar, y es en el bienestar de ellos que debe pensar el proyectista o el coordinador de mantenimiento del sistema de acondicionamiento de aire, cabe anotar que dentro de un hospital existen diversas zonas que necesitan tratamiento diferente, por ejemplo puede suceder que en la administración del hospital sólo se quiera bajar unos cuantos grados la temperatura, sin embargo la sala de cirugía tendrá que mantener no solo una temperatura adecuada, sino una humedad, presión y calidad del aire de acuerdo a los procedimientos quirúrgicos que allí se

realicen, entre otras cosas para prevenir contagios e infecciones; siendo así muy interesante el estudio del acondicionamiento de aire en este tipo de instituciones, lo que ha llevado a que hoy se tengan un conjunto de códigos, normas, y recomendaciones, emanados principalmente por la ASHRAE⁴ a nivel internacional, y a nivel nacional por el ministerio de salud, que guían el diseño y operación de los sistemas de acondicionamiento de aire para instituciones hospitalarias.

2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Hoy en día el desarrollo de la tecnología alrededor del campo del acondicionamiento de aire es muy amplio, y encontramos diversidad de equipos e instalaciones; Esto ha permitido desarrollar clasificaciones para la variedad de configuraciones de sistemas, de acuerdo a parámetros como los siguientes:

- ✓ Objetivo de la aplicación
- ✓ Tipo de instalación
- ✓ Estación del año
- ✓ Medio de enfriamiento del aire
- ✓ Renovación de aire
- ✓ Control de flujo de aire
- ✓ Por el fluido de distribución del enfriamiento

En la tabla 2, se presenta la clasificación de manera mas detallada;

⁴ ASHRAE Sigla de American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers

Tabla 2. Clasificación de los sistemas de acondicionamiento de aire

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE			
OBJETIVO		INSTALACIÓN	
Confort	Procesos industriales	Central	Unitaria
ESTACIÓN		MEDIO DE ENFRIAMIENTO	
Invierno	Verano	Expansión directa	
		Compacto	Separado
		Expansión indirecta (chiller)	
RENOVACIÓN DE AIRE		CONTROL DE FLUJO DE AIRE	
Sin renovación	Con renovación total	Volumen constante	
		Multi zona	Simple zona
		Volumen variable	
FLUIDO DE DISTRIBUCIÓN DEL ENFRIAMIENTO			
Solo agua		Solo aire	Combinados

Cada sistema tiene sus ventajas y la aplicación de alguno de ellos depende de factores como espacio, costos, mantenimiento, en fin, es tarea del diseñador elegir un tipo de sistema que satisfaga de mejor manera los requerimientos del cliente.

Hablando del tipo de instalación es común en recintos de tamaño considerable, instalar sistemas centralizados, que permiten ubicar la maquinaria robusta lejos del recinto, además estos sistemas permiten al diseñador HVAC/R⁵ elegir los

⁵ Sigla de Heating, Ventilating ,Air Conditioning and Refrigeration

componentes del sistema de manera independiente de acuerdo a sus necesidades; Por otro lado están los sistemas unitarios en los cuales los componentes vienen seleccionados y configurados desde la fábrica por lo cuál son denominados paquetes, que se instalan generalmente cerca del recinto.

El medio de enfriamiento permite conocer si el aire realiza la transferencia de calor directamente al refrigerante, lo que se conoce como expansión directa, o si lo hace a un fluido intermedio es decir de manera indirecta. Lo anterior conduce a la clasificación de los sistemas en razón al medio de distribución del enfriamiento, que puede ser solo aire, solo agua o combinados como es el caso de muchos edificios donde se lleva agua fría desde el equipo de refrigeración a cada piso y luego mediante un equipo de intercambio de calor se enfría el aire y este se distribuye por ductos a todo el piso.

El retorno del aire que se extrae del recinto al sistema permite ahorro energético pues disminuye la cantidad de aire exterior que se debe adecuar a las condiciones del recinto, sin embargo por razones de calidad del aire es necesario mantener ciertos niveles de ingreso de aire exterior, incluso en instalaciones hospitalarias la renovación del aire es total. Este es entonces otro aspecto que debe tener en cuenta el profesional de este campo.

Respecto al flujo de aire se habla de volumen constante cuando siempre se lleva la misma cantidad de aire, un caso más elaborado se presenta en el caso de los sistemas de volumen variable donde dependiendo de la carga en el recinto se regula la cantidad de aire que ingresa al mismo.

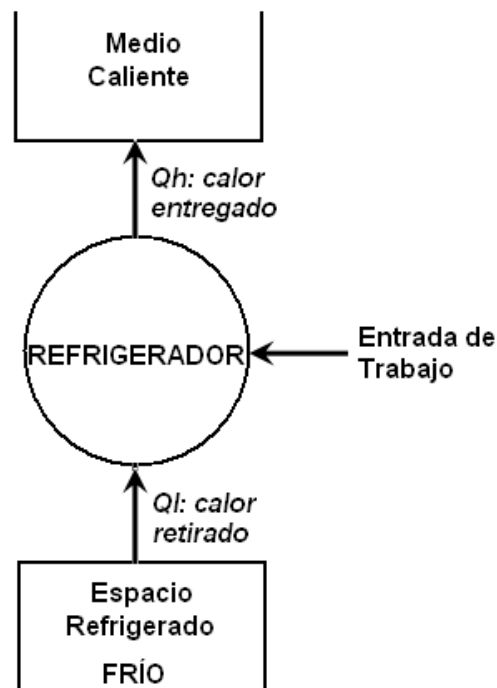
Como se dijo inicialmente son muchas las posibilidades con las que cuentan los diseñadores de sistemas HVAC y la experiencia de varios años en esta actividad, le dará la repuesta ante cualquier necesidad, otra herramienta importante son las empresas productoras de equipos, que siempre tienen personal capacitado para

brindar información técnica sobre sus equipos y pueden resolver inquietudes o dar su opinión acerca de un proyecto.

2.2 SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN

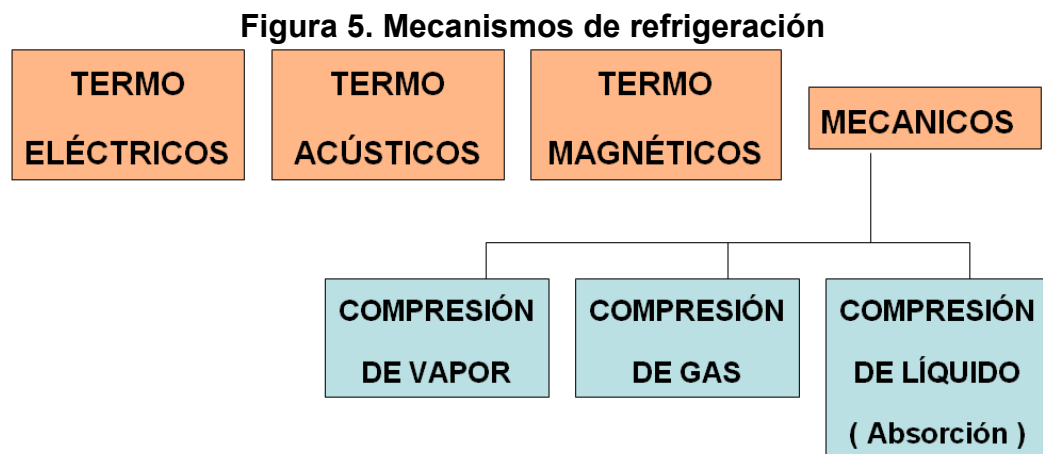
Se conoce como refrigeración al descenso de la temperatura de manera artificial; Esto es necesario cuando se desea retirar calor de una zona de baja temperatura y entregarlo a una zona de alta temperatura, En la figura 4. Se ilustra este proceso.

Figura 4. Esquema de funcionamiento de un refrigerador



Dentro del acondicionamiento de aire una de las variables que se pueden modificar en la búsqueda de la comodidad térmica es la temperatura, y en regiones tropicales como en la que se encuentra ubicada Colombia, generalmente se requiere disminuirla y es ahí donde interviene la refrigeración que ha sido

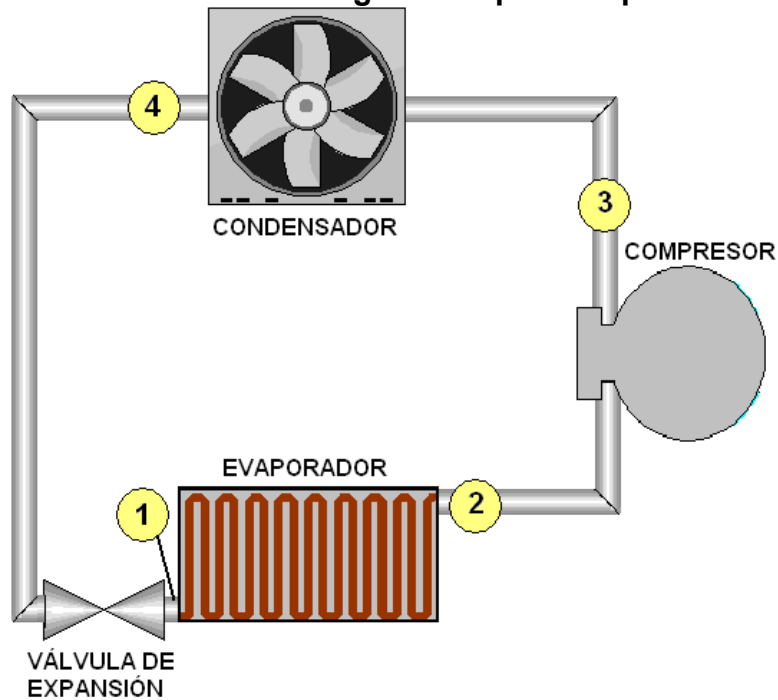
estudiada ampliamente y hoy existen diversos métodos para llevarla a cabo, en la figura 5 se puede observar una clasificación de los mecanismos utilizados para producir frío.



Como podemos observar en la figura anterior existen varios mecanismos de refrigeración, los termoeléctricos, termomagnéticos, termoacústicos, son sistemas que se encuentran en desarrollo y se utilizan por ahora en aplicaciones muy particulares, por otro lado encontramos los sistemas termomecánicos de amplia difusión, dentro de los más conocidos tenemos los de compresión de vapor, los de compresión de líquido también llamados por absorción, la principal característica de estos sistemas termomecánicos es que requieren de entrada de trabajo al sistema, generalmente suministrada por una bomba hidráulica o un compresor de vapor; En nuestro medio el sistema de enfriamiento más utilizado es el método de compresión de vapor, ya que su tecnología está ampliamente apropiada, y el mercado entorno a ella es muy amplio, haciendo más económica su instalación y mantenimiento.

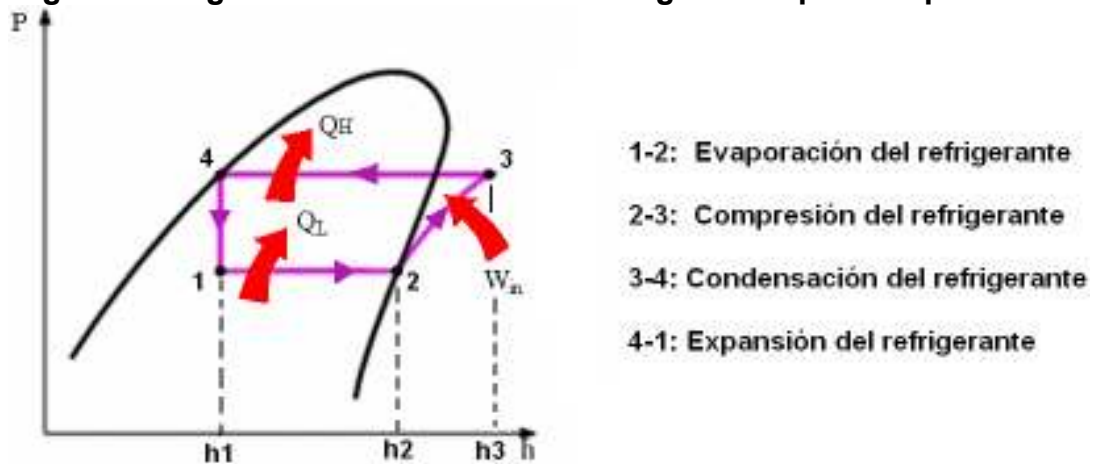
En la figura 6 se puede apreciar el esquema de un ciclo básico de refrigeración por compresión de vapor, el cuál consta de un evaporador, dispositivo intercambiador de calor que facilita la extracción de calor del elemento a enfriar que generalmente es un fluido, habitualmente el evaporador es un serpentín o tubo dispuesto en forma espiral el cuál permite que un fluido refrigerante circule a través de él y se evapore extrayendo de esta manera energía del fluido que queremos enfriar, logrando así el efecto refrigerante; Luego el fluido de trabajo o refrigerante es obligado a salir del evaporador generalmente en estado de vapor sobrecalentado por el compresor que también aumenta su temperatura y presión, permitiendo que este pueda condensarse mas adelante mediante un intercambiador de calor o condensador y para finalizar el refrigerante pasa por una válvula de expansión donde su presión desciende hasta la presión del evaporador y su temperatura también desciende permitiendo iniciar el ciclo nuevamente.

Figura 6. Ciclo básico de refrigeración por compresión de vapor



En la figura 7, se encuentra un diagrama presión-entalpía de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor, que es una herramienta útil para comprender su comportamiento.

Figura 7. Diagrama P-h de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor



El ciclo de refrigeración por compresión de vapor es el más sencillo, y para su funcionamiento dentro de un sistema de acondicionamiento de aire o de climatización necesita de varios accesorios, principalmente para el control del sistema (termostatos, válvulas, filtros, etc.) y de una distribución particular de acuerdo al recinto, para el caso de las instalaciones de asistencia médica, se suele ubicar la maquinaria en un sitio distinto al recinto a acondicionar, como por ejemplo en la terraza del edificio, o en el patio, también es importante saber que se usan varias técnicas para realizar el fenómeno de expansión del refrigerante, entre las mas usadas están:

- El método directo donde el refrigerante se expande, al pasar la masa de aire alrededor del serpentín evaporador, esto se hace generalmente en el cuarto de máquinas, y de allí se lleva el aire refrigerado por medio de ductos y con la ayuda de un ventilador al espacio a acondicionar.

- El Método indirecto que utiliza un fluido intermedio, entre el fluido de trabajo del sistema de refrigeración (refrigerante), y la masa de aire a refrigerar, este fluido intermedio generalmente es agua, y habitualmente lo que se busca con este método es llevar agua fría del cuarto de máquinas por medio de tubería al sitio a refrigerar o cerca de este a una unidad donde hace intercambio de calor con el aire, obsérvese que el agua trabaja en un ciclo y el aire necesita de renovaciones periódicas para mantener la calidad de este en el recinto, este método permite ahorrar espacio ya que en lugar de utilizar ductos para el aire, utilizamos tubería mucho más pequeña gracias a que es mayor la densidad energética en el agua que en el aire.

2.2.1 Componentes básicos. A continuación se describen los componentes básicos del subsistema de refrigeración, utilizando para la descripción el tipo de componentes que posee el HUS.

* **Refrigerante** es el fluido de trabajo del subsistema, por tanto transita por todos los componentes cumpliendo su función que básicamente es recoger calor en el evaporador y entregarlo en el condensador, o dicho de manera técnica extraer calor de un medio a baja temperatura y entregar calor a un medio de alta temperatura, como este proceso no es natural, este refrigerante debe pasar por los demás componentes que alteran sus propiedades haciéndolo cambiar de estados termodinámicos para de esta manera poder cumplir su función.

Teóricamente cualquier fluido que pueda cambiar de estado líquido-vapor-líquido puede ser usado como refrigerante, ya que los cambios de estado necesitan energía y de esta manera logran los flujos de calor, sin embargo en la práctica los refrigerantes deben cumplir con ciertas características tanto físicas como termodinámicas para que su uso dentro del sistema de refrigeración sea eficiente y seguro; Dentro de dichas características es importante que el refrigerante tenga

la temperatura de condensación menor que la temperatura crítica para que el vapor pueda condensarse, la temperatura de congelación debe ser menor que la del evaporador, la temperatura de ebullición debe ser baja, para que pueda cambiar de estado a una temperatura menor que la del evaporador, esta es la razón para que el agua no sea usado como refrigerante, pues a presión atmosférica a nivel del mar tiene una temperatura de ebullición de 100°C, temperatura que no es usual para un evaporador, es importante que el refrigerante tenga un valor alto de calor latente de vaporización para que logre retirar una cantidad mayor de calor por masa de refrigerante, igualmente es importante que no sea tóxico, ni venenoso, ni inflamable, debe ser un compuesto estable, que no reaccione con otros materiales.

Para el caso del hospital, se considera el tipo de sistema de refrigeración para aplicaciones de alta, es decir temperatura del refrigerante en el evaporador alrededor de 7°C, el refrigerante que utilizan estos sistemas es R-22 el cuál tiene por nombre químico clorodifluorometano, y su fórmula química es CHClF_2 , hace parte de los compuestos refrigerantes HCFC, es decir está compuesto por hidrógeno, cloro, flúor y carbono; Aunque su efecto sobre la capa de ozono no es tan destructivo como el provocado por los compuestos refrigerantes CFC (Cloro-flúor-Carbono), si la afecta negativamente y por esto está en proceso de cambio por refrigerantes más amigables con la capa de ozono, en el anexo A se presenta una tabla de refrigerantes que son alternativa para realizar este cambio.

Es importante conocer las propiedades termodinámicas del refrigerante, para saber que comportamiento toma el sistema si se altera alguna propiedad, o para entender la información que arroja la instrumentación, las propiedades termodinámicas habitualmente se presentan tabuladas, en la tabla 3 se observan las propiedades de saturación del R22, esta tabla esta reducida, ya que su fin es ilustrativo de la forma como se suelen presentar las propiedades, en el anexo B se

muestran tablas más completas, y son las suministradas por un fabricante de refrigerantes.

Tabla 3. Propiedades de saturación del refrigerante R-22

t [°C]	p' [bar]	h' [kJ/kg]	h" [kJ/kg]	h"-h' [kJ/kg]	v' [dm³/kg]	v" [dm³/kg]	v"-v' [dm³/kg]
8,00	6,41	209,47	407,89	198,41	0,80	36,83	36,04
10,00	6,81	211,87	408,56	196,69	0,80	34,70	33,90
12,00	7,23	214,28	409,21	194,93	0,81	32,71	31,90
14,00	7,67	216,70	409,85	193,15	0,81	30,86	30,04
16,00	8,12	219,14	410,47	191,33	0,82	29,12	28,31
18,00	8,60	221,59	411,07	189,48	0,82	27,50	26,68
20,00	9,10	224,06	411,66	187,60	0,83	25,99	25,16
22,00	9,62	226,54	412,22	185,68	0,83	24,57	23,74
24,00	10,16	229,04	412,77	183,73	0,84	23,24	22,40
26,00	10,72	231,55	413,29	181,74	0,84	21,99	21,15
28,00	11,31	234,08	413,79	179,71	0,85	20,82	19,97
30,00	11,92	236,62	414,26	177,64	0,85	19,72	18,87
32,00	12,55	239,19	414,71	175,52	0,86	18,69	17,83
34,00	13,21	241,77	415,14	173,37	0,87	17,71	16,84

Fuente: DuPont Refrigerant Expert 3.0

***Evaporador** es el elemento que permite el enfriamiento del aire, esto lo logra cuando el refrigerante que va pasando por su interior se evapora, utilizando para este cambio de fase la energía retirada del aire en forma de calor.

En la figura 8 se presenta una imagen de un evaporador de serpentín de expansión seca, llamado así porque el aire se enfría de manera directa al pasar por el evaporador, sin intervención de agua, u otra solución líquida para producir el enfriamiento; Este es el tipo de serpentín utilizado en el HUS, aunque los serpentines del HUS poseen aletas de aluminio para aumentar el área de transferencia de calor.

Figura 8. Evaporador de serpentín de expansión seca



Fuente: www.aerofin.com

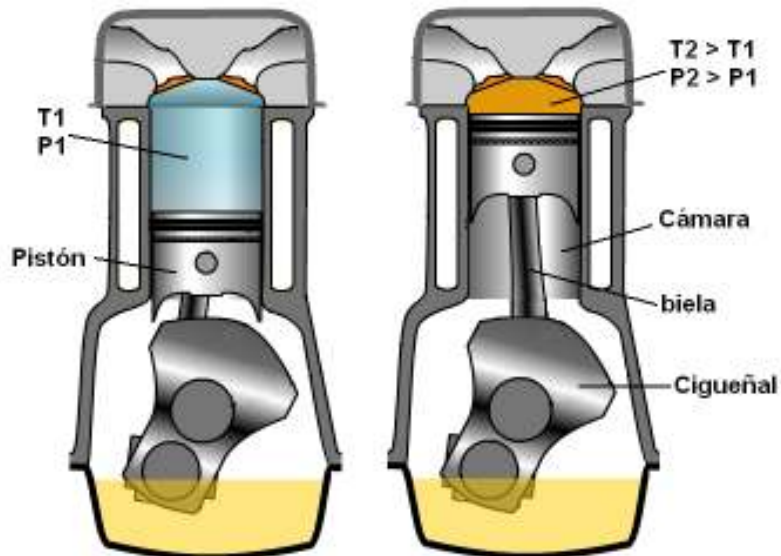
Es importante recordar que aunque el evaporador es parte importante del subsistema de refrigeración, su ubicación es dentro de la AHU⁶ que pertenece al subsistema de tratamiento de aire, esto demuestra que dentro del sistema de acondicionamiento de aire, es muy importante el correcto enlace de sus componentes.

⁶ Sigla de Air Handling Unit

***Compresor** Es el encargado de suministrar la energía al sistema en forma de trabajo mecánico, el HUS posee un compresor de desplazamiento positivo de tipo recíprocante, su funcionamiento es sencillo y consiste en disminuir el volumen de un refrigerante que se encuentra en estado de vapor sobrecalentado dentro de una cámara por medio de un pistón que se desplaza en el interior de ella, logrando con ello aumento en la presión y temperatura del refrigerante.

El funcionamiento de estos compresores es similar al del motor de un automóvil, que es muy conocido para la mayoría de las personas, sin embargo el compresor no posee un depósito cercano de gasolina, diesel o GNV⁷, que le provee energía para realizar su trabajo, por el contrario, posee internamente un motor eléctrico que se conecta a la red y convierte energía eléctrica en energía mecánica de rotación, luego un mecanismo también interno del compresor, manivela, biela corredera (cigüeñal, biela, pistón) permite convertir el movimiento de rotación en un desplazamiento lineal del pistón.

Figura 9. Elementos básicos compresor recíprocante



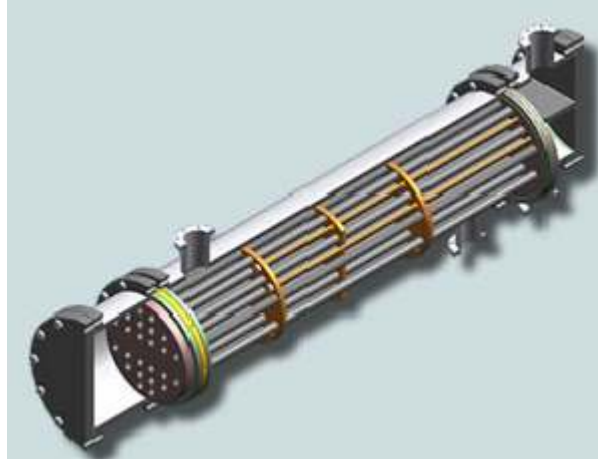
⁷ Sigla de Gas Natural Vehicular

En la figura 9 se puede observar la configuración básica del mecanismo de compresión de un compresor recíprocante, también se puede observar la manera como el mecanismo logra disminuir el volumen del refrigerante a medida que el pistón avanza por la cámara.

***Condensador** permite eliminar la energía ganada por el refrigerante en los procesos de evaporación y compresión, para el caso del HUS se cuenta con intercambiadores de calor de casco y tubos, estos equipos permiten evacuar calor del refrigerante con un mínimo cambio en la presión del mismo; Para lograr el objetivo por el intercambiador pasa agua al mismo tiempo que el refrigerante, disminuyendo a su paso la temperatura de este.

En la figura 10 se muestra una vista en corte de un intercambiador de casco y tubos, el proceso que sufre el agua se trata mas adelante en la sección relacionada con el subsistema de enfriamiento.

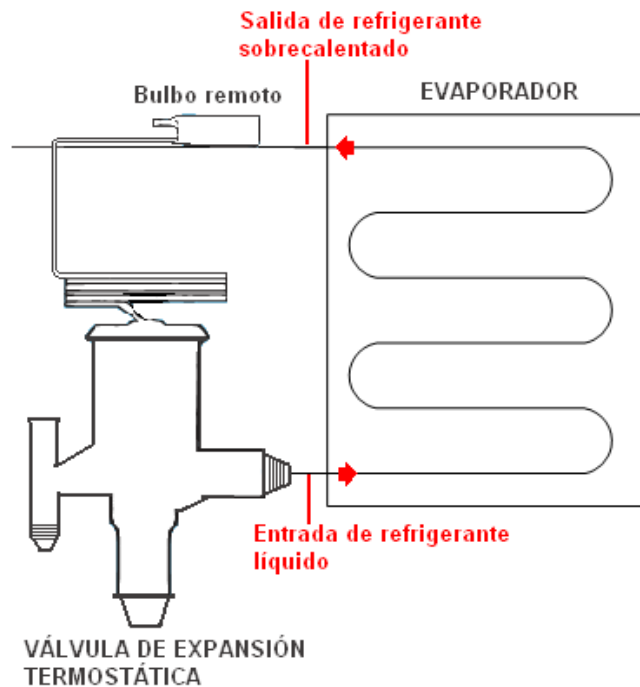
Figura 10. Vista en corte intercambiador de casco y tubos



Fuente: Multimedia educativo - diseño y fabricación de intercambiadores de casco y tubos

***Válvula de expansión termostática** su función es disminuir la temperatura del refrigerante hasta la temperatura deseada en el evaporador mediante una expansión isoentálpica que se produce al ingreso del refrigerante en la cámara ubicada en el interior de la válvula, otra función importante de la VET⁸ es regular la inyección de refrigerante líquido al evaporador con el fin de mantener un nivel de sobrecalentamiento de acuerdo a la carga que impone el sistema; Dicha función la realiza sensando la temperatura de salida del evaporador, que generalmente es la temperatura de vapor sobrecalentado del refrigerante, como se puede observar en la figura 11 un bulbo remoto colocado en la salida del evaporador adquiere la temperatura de la salida del evaporador, permitiendo que el fluido que alberga se evapore y ejerza presión sobre un diafragma ubicado en el interior de la válvula.

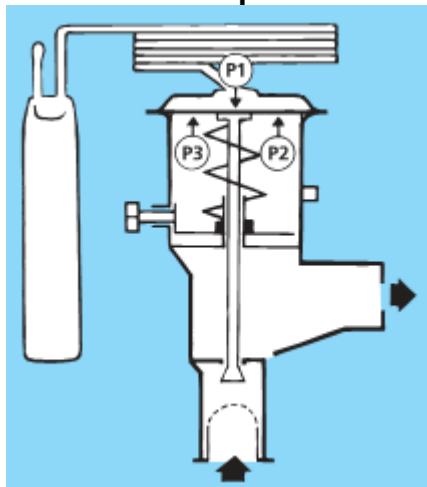
Figura 11. Ubicación de la VET



⁸ Sigla de Válvula de Expansión Termostática

En la figura 12 se puede observar con más detalle el funcionamiento de la válvula, la presión del fluido alojado en el bulbo remoto P1 actúa sobre la parte superior del diafragma, mientras que en la parte inferior actúa la fuerza del resorte que genera P3 y la presión a la entrada del evaporador P2, como se puede observar existe una varilla solidaria al diafragma que en un momento dado puede cerrar o permitir el paso de refrigerante; Entonces podemos observar que si P1 es mayor que la suma de P2 y P3 la varilla descende y permite mayor entrada de refrigerante al evaporador, de tal modo que al aumentar la cantidad de refrigerante dentro del evaporador, será menor el sobrecalentamiento de dicho refrigerante a la salida del evaporador, por tanto la temperatura del bulbo caerá, esto hasta que la suma P2 y P3 sea mayor que P1, caso en el cuál se cerrará el paso de refrigerante, ocasionando disminución del mismo dentro del evaporador y haciendo que esta masa menor se sobrecaliente más que en el caso en el que el paso de refrigerante esté totalmente abierto.

Figura 12. Modo de operación de la VET



Fuente: Danfoss

2.3 SUBSISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AIRE

Este subsistema es el encargado de enviar el aire en las condiciones necesarias en el recinto para lograr las condiciones de confort, teniendo en cuenta que aparte de la refrigeración, en el recinto se hace necesario una humedad relativa confortable (50% recomendada), y una buena calidad del aire, es decir, un ambiente libre de polvo, olores ó microorganismos patógenos que afecten el bienestar de quienes habiten el recinto a acondicionar; Para lograrlo este subsistema puede contar con elementos humidificadores y filtros principalmente con los cuales el diseñador del sistema puede alcanzar los requerimientos mínimos de calidad del aire, también es posible instalar lámparas de luz ultravioleta que impiden la reproducción de microorganismos.

En la figura 13, se observa la imagen de una AHU y en la figura 14 la posición de los elementos dentro de una AHU convencional.

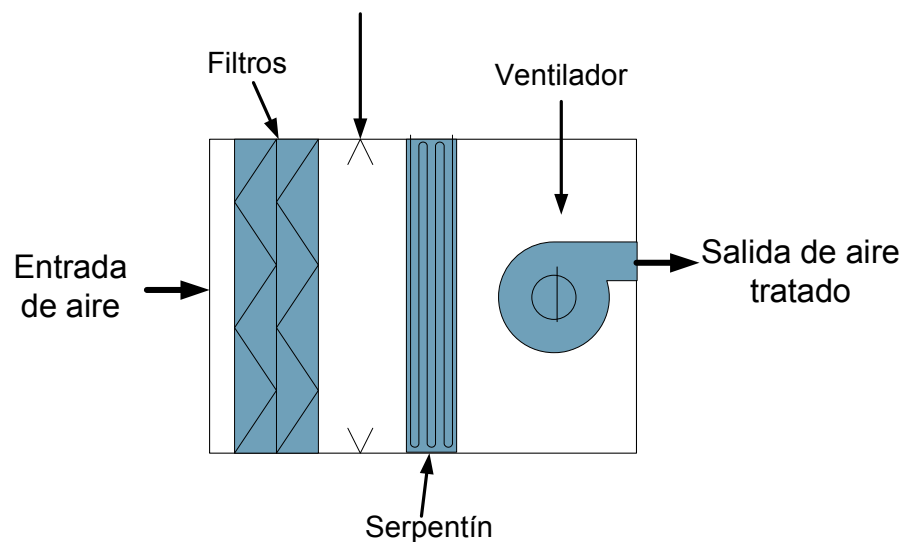
Figura 13. Unidad de tratamiento de aire (AHU)



Fuente: Catálogo YORK central station air handling units

Aunque el diseñador HVAC⁹ puede disponer de los dispositivos para el tratamiento de aire de varias maneras, es muy generalizado el uso de unidades de tratamiento de aire AHU, que son unidades compactas que alojan en su interior los dispositivos antes mencionados, y otros, de acuerdo a la aplicación que se vaya a dar al sistema de acondicionamiento de aire, esta unidad también aloja en su interior el evaporador del sistema de refrigeración y uno o más ventiladores para impulsar hacia el recinto el aire que ha sido enfriado y tratado.

Figura 14. Configuración de dispositivos dentro de una AHU convencional



Es importante tener en cuenta que en la figura anterior se muestran los elementos básicos de una AHU, sin embargo existen otros elementos que se pueden integrar a la AHU, en el mercado es usual encontrar módulos, dependiendo de la necesidad se adquieren algunos de ellos y se juntan para formar la AHU que mejor responde a la necesidad.

⁹ Sigla de Heating, Ventilating and Air Conditioning

2.4 NORMAS Y CÓDIGOS

La actividad del acondicionamiento de aire posee diversas directrices que orientan su aplicación, en el caso del acondicionamiento del aire en instituciones hospitalarias y similares existen normas y códigos nacionales e internacionales, cabe tener en cuenta que prevalecen las normas y códigos del país.

2.4.1 Nacional

- **Resolución 4445 de 1996:** Normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares.

Hace referencia a las condiciones de acondicionamiento de aire; Para áreas de quirófanos, la temperatura debe ser de 21°C, la humedad relativa del 50%, la velocidad del viento de 60 cm/seg y la renovación de aire de 25 a 30 veces por hora y para los cuartos de aislamiento estos deberán tener ventilación artificial que permita 10 renovaciones de aire por hora y la presión del aire de la antecámara con relación al pasillo deberá ser levemente negativa.

La norma colombiana se basa fundamentalmente en condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares en cuanto a la parte de ubicación, construcción, funcionamiento entre otras, básicamente en lo referente a paredes, pisos, techos, manejo de residuos y emisiones, suministro de agua potable, etc. y no tiene en cuenta las condiciones de seguridad en lo referente al tratamiento del aire que se deben manejar en zonas hospitalarias; no hace referencia al tipo de filtración que se debe usar de acuerdo a cada zona, las concentraciones de partículas en el aire, el tipo de presiones de una sala respecto de la otra, el tipo de tratamiento que debe recibir el aire en la manejadora entre otras recomendaciones que se utilizan a nivel internacional.

Esta norma esta divida por capítulos de la siguiente forma:

- ✓ Capitulo I: Definición y campo de aplicación.
- ✓ Capitulo II: Requisitos para la construcción y ubicación de instituciones prestadoras del servicio de salud.
- ✓ Capitulo III: Diseño y construcción de instalaciones interiores para suministro de agua y evacuación de residuos líquidos.
- ✓ Capitulo IV: Suministro de agua potable.
- ✓ Capitulo V: Disposición sanitaria de residuos líquidos.
- ✓ Capitulo VI: Disposición sanitaria de residuos sólidos.
- ✓ Capitulo VII: Control de emisiones atmosféricas.
- ✓ Capitulo VIII: Condiciones generales de pisos, cielos rasos, techos y paredes o muros.
- ✓ Capitulo IX: Accesos, áreas de circulación, salidas y señalización.
- ✓ Capitulo X: Características de las áreas.
- ✓ Capitulo XI: Medidas de prevención de accidentes.
- ✓ Capitulo XII: Vigilancia y control disposiciones generales.

2.4.2 Internacionales

- **1999 ASHRAE HANDBOOK, Applications, Chapter 7, Health Care Facilities**

La norma internacional se fundamenta en las recomendaciones para regular las fuentes de infección y las medidas de control para dichas infecciones, la ventilación exterior, la temperatura y humedad, la toma de aire exterior, las conexiones y el uso de filtros según la situación.

Las relaciones de presión y la ventilación entre salas es algo muy importante que resalta la norma internacional, y que ayudan a prevenir las infecciones, como el uso de antecámaras.

Esta norma divide las zonas de un hospital o entidades relacionadas con la salud, para las cuales tiene una serie de recomendaciones que se deben cumplir de acuerdo a cada aplicación, por ejemplo:

- ✓ Zona de cirugía y cuidado crítico: La temperatura deberá ser de 68°F, humedad relativa de 45 a 55%, debe contar con manómetros y termómetros para las respectivas lecturas en las salas, indicadores de humedad, filtros de alta eficiencia HEPA, entre otras recomendaciones.
- ✓ Zona de Partos: Las condiciones deben ser similares a las de cirugía, solo que en las salas de recuperación la temperatura debe ser 75°F y humedad entre 50 y 60%.

Existen otras normas y códigos que se recomienda tener en cuenta en instalaciones de aire acondicionado para instituciones de salud, como pueden ser:

- ✓ ANSI¹⁰/ASHRAE 15-1994, Código de seguridad para la refrigeración mecánica.
- ✓ NFPA¹¹ 99, Standard for Health Care Facilities.

¹⁰ ANSI Sigla de American National Standards Institute

¹¹ NFPA Sigla de National Fire Protection Association

3 CARACTERIZACIÓN SISTEMAS CENTRALIZADOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE DEL HUS

La caracterización del sistema es un paso previo al análisis y evaluación de los sistemas de acondicionamiento de aire, este paso permite conocer las instalaciones, componentes y accesorios del sistema, entendiendo el tipo de sistema que conforman, la función de los componentes y accesorios dentro del mismo; Igualmente se indagó sobre la historia de los equipos y como ha sido su desempeño a través del tiempo; La caracterización incluye:

- ✓ Ubicación de los sistemas centralizados mediante planos
- ✓ Recolección de especificaciones técnicas de los equipos
- ✓ Toma de datos de campo
- ✓ Recolección de documentos de mantenimiento

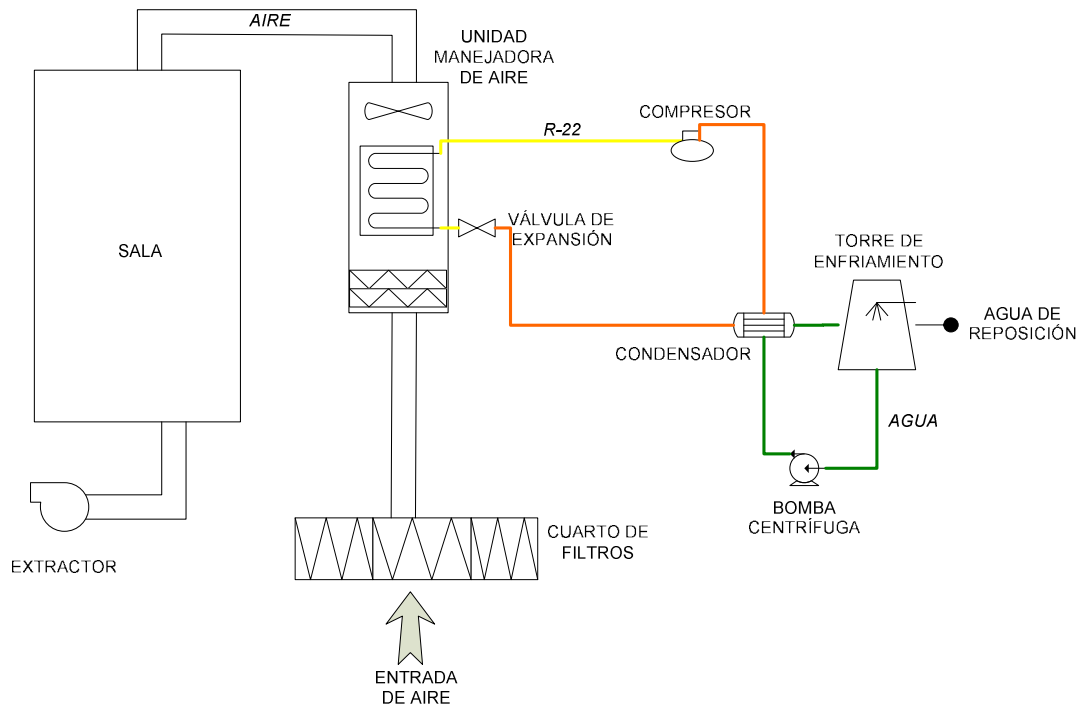
Este proceso dio como resultado una cantidad de información que se presenta a continuación; Esta información es de tipo documental e información de campo.

La información documental está conformada por el conocimiento e investigación de los autores en la bibliografía del presente documento, también por el material escrito y digital que facilitó el personal del hospital, y el que fue suministrado por fabricantes a quienes se les consultó acerca de los equipos.

Como resultado se puede decir que el hospital cuenta con diversos equipos e instalaciones, para acondicionar el aire en las distintas áreas o dependencias de la institución, desde aires de ventana para consultorios, hasta sistemas centralizados que permiten acondicionar salas especializadas de gran tamaño (Cirugía, Urgencias, Maternidad, Cirugía ambulatoria y Recuperación); Son precisamente

estos sistemas centralizados el objeto del estudio que se presenta en este documento.

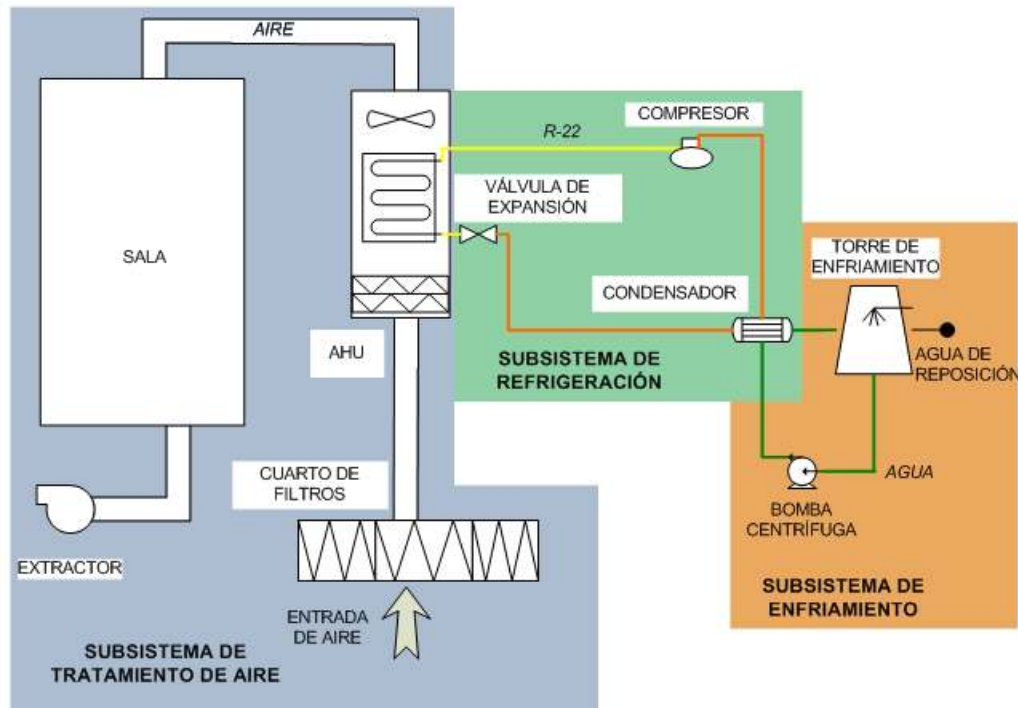
Figura 15. Sistema centralizado de acondicionamiento de aire HUS



En las mencionadas salas especializadas se deben cumplir unas condiciones ambientales controladas principalmente en relación con su temperatura, humedad y calidad del aire para que se puedan desarrollar diferentes procedimientos y de esta forma dar un servicio de alta de calidad; Para mantener dichas condiciones ambientales cada sala anteriormente mencionada tiene un sistema centralizado de acondicionamiento de aire, estos sistemas tienen una configuración como la mostrada en la figura 15, De este sistema se puede decir que es del tipo solo aire de volumen constante, ya que se enfría directamente el aire que va para la sala y se envía siempre la misma cantidad de aire, en este sistema encontramos los subsistemas básicos de todo sistema de acondicionamiento de aire (refrigeración

y tratamiento del aire), pero además podemos observar un subsistema de enfriamiento que permite llevar a cabo la condensación del refrigerante, por medio de agua, mas adelante se explicará en detalle el funcionamiento de estos subsistemas y en la figura 16 se indica como estos se ubican dentro del sistema general.

Figura 16. Subsistemas del acondicionamiento centralizado de aire del HUS



Los equipos están ubicados en el primer piso de la institución en lo que se denomina cuarto máquinas, el cuál se encuentra retirado de las salas acondicionadas, por lo que se utilizan ductos para llevar el aire desde el cuarto de máquinas hasta la respectiva sala, con la figura 17 se puede tener una idea del cuarto de máquinas, allí también podemos encontrar el tablero de control que sirve a cada sistema centralizado; Fuera de este cuarto encontramos las torres de

enfriamiento, que se encuentran en espacio abierto lejos del edificio, y también fuera del cuarto encontramos los extractores de aire que se ubican en una terraza del edificio.

Figura 17. Fotografías del cuarto de máquinas



3.1 UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS CENTRALIZADOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

Parte vital del trabajo fue documentar la disposición de los sistemas de acondicionamiento de aire dentro del edificio del hospital, es importante mencionar que cada sala (Cirugía, Urgencias, Maternidad, Cirugía ambulatoria y Recuperación) posee un sistema centralizado de acondicionamiento de aire independiente como el mostrado en la figura 15, Teniendo en cuenta que todos ellos comparten las dos torres de enfriamiento y el cuarto de filtros, que es por

donde ingresa al sistema el aire que va a ser acondicionado; Aunque el sistema que sirve a una sala, es independiente al de otra sala, la filosofía del diseño es igual, tan solo varía el tamaño y/o capacidad de algunos equipos y/o componentes, por esta razón se decidió desde el comienzo del proyecto estudiar a fondo dos sistemas, de tal manera que en algún momento dado, se pueda extrapolar la información para entender un sistema de las demás salas.

Los sistemas que fueron seleccionados para el estudio son urgencias y maternidad, por esta razón la información de ubicación se refiere a los sistemas que sirven a estas dos salas, dicha información se basa en planos tanto físicos como digitales que fueron actualizados de acuerdo a la situación actual, así como modificados buscando que fueran útiles en los propósitos del proyecto; También se levantaron algunos planos de información que no se disponía,

En el anexo C se pueden observar los siguientes planos:

- ✓ Planos de suministro y retorno de aire del sistema de maternidad.
- ✓ Planos de suministro y retorno de aire del sistema de urgencias.
- ✓ Planos del sistema de refrigeración de los sistemas de maternidad y urgencias.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS SISTEMA CENTRALIZADO DE URGENCIAS

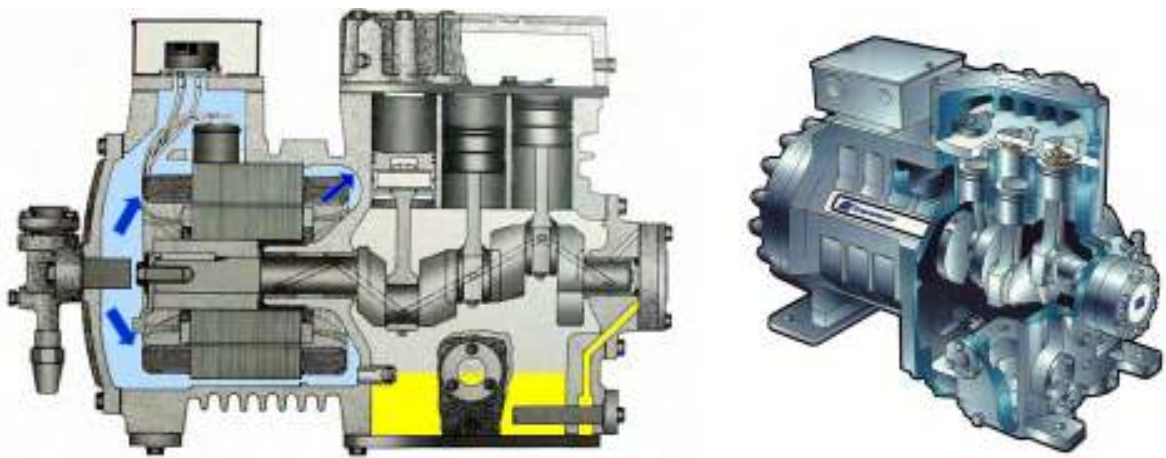
Luego de identificar las instalaciones y equipos se indagó acerca de ellos y se encontró la información que se presenta a continuación.

3.2.1 Compresor. Este equipo marca Copeland, Modelo 4DR3A3000-TSK-200 es de tipo semi-hermético enfriado por refrigerante en este caso R-22, tiene protección térmica interna con sensores electrónicos y un controlador modular

externo, cuenta con cuatro cilindros y como característica especial usa válvulas de discos y no las tradicionales lengüetas, diseño desarrollado por Copeland que mejora la eficiencia respecto a sus antecesores; Posee un motor Trifásico de 30 HP, y está diseñado para trabajar a 60 Hz y 208/230/460 voltios.

En la figura 18, se tiene una vista en corte del compresor con lo que se puede tener una idea más clara de cómo es el equipo realmente; Se observa en las tablas 4 y 5, y en la figura 19 especificaciones técnicas del equipo y más adelante en la figura 20 una fotografía tomada al compresor.

Figura 18. Vistas en corte del compresor Copeland DISCUS



Fuente: www.emersonclimatecustomer.com

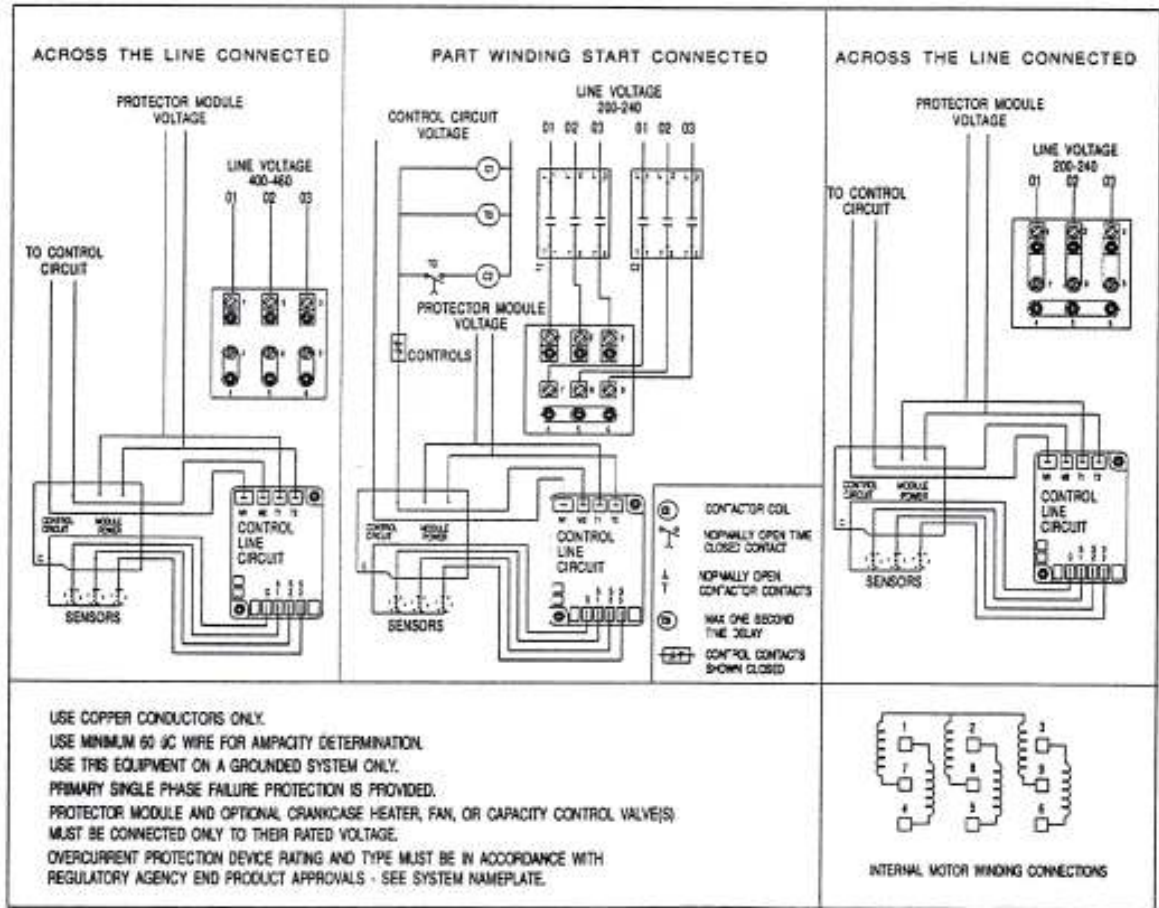
Tabla 4. Desempeño del compresor

TEMPERATURA MEDIA								
CFH	Desempeño nominal $\pm 5\%$ después de 72 horas en marcha							
	Condiciones(°C): Evap/Cond/gas retorno/Liquido/Ambiente							
	BTUH	Watts	Amps	EER	BTUH	Watts	Amps	EER
	-6.67/48.89/18.33/48.89/35 °C				-17.78/43.33/18.33/43.33/35 °C			
3603	187000	22500	73.0	8.3	122000	17300	61.1	7.1
3603	187000	22500	36.3	8.3	122000	17300	30.6	7.1
AIRE ACONDICIONADO								
CFH	Desempeño nominal $\pm 5\%$ después de 72 horas en marcha							
	Condiciones(°C): Evap/Cond/gas retorno/Liquido/Ambiente							
	BTUH	Watts	Amps	EER	BTUH	Watts	Amps	EER
	7.22/54.44/18.33/46.11/35 °C				1.67/40.56/12.78/32.22/35 °C			
3603	187000	22500	73.0	8.3	122000	17300	61.1	7.1
3603	187000	22500	36.3	8.3	122000	17300	30.6	7.1

Tabla 5. Datos eléctricos del compresor

TEMPERATURA MEDIA			
Voltaje /Fases	Valores de Corriente [Amps]		
	RLA	LRA	MCC
208/230-3	94	470	131.6
460-3	47	235	65.8
AIRE ACONDICIONADO			
Voltaje /Fases	Valores de Corriente [Amps]		
	RLA	LRA	MCC
208/230-3	94	470	131.6
460-3	47	235	65.8
<p>RLA: Corriente nominal, se determina de manera práctica para cada aplicación.</p> <p>LRA: Indica el valor máximo de corriente al arrancar el compresor.</p> <p>MCC: Corriente máxima continua</p>			

Figura 19. Diagrama típico de conexiones para compresores COPELAND DISCUS 4D/6D



Fuente: Catálogo UNITED REFRIGERATION 94

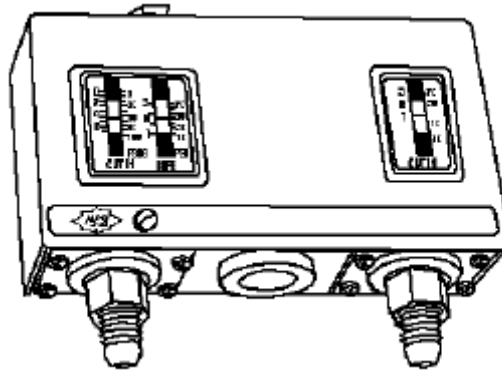
Figura 20. Compresor urgencias



3.2.2 Control de presión del compresor. El compresor del sistema cuenta con un controlador de presiones doble, ALCO CONTROLS modelo FF215-S7 BAUK, su aspecto es como el mostrado en la figura 21, este dispositivo cuenta dos sistemas de mando o conmutadores (uno para alta, y otro para baja presión), de tipo SPDT¹², dentro de las ventajas con las que cuenta este dispositivo se destaca el hecho que pueda trabajar en conjunto o por separado los conmutadores, esta elección se realiza gracias a puente removible, también es importante el hecho de contar con alarmas tanto de baja como de alta presión en el caso de alcanzar los valores extremos, en la figura 22, se pueden observar las posibles configuraciones de conexiones que tiene el controlador y en la tabla 6 están las especificaciones técnicas del dispositivo.

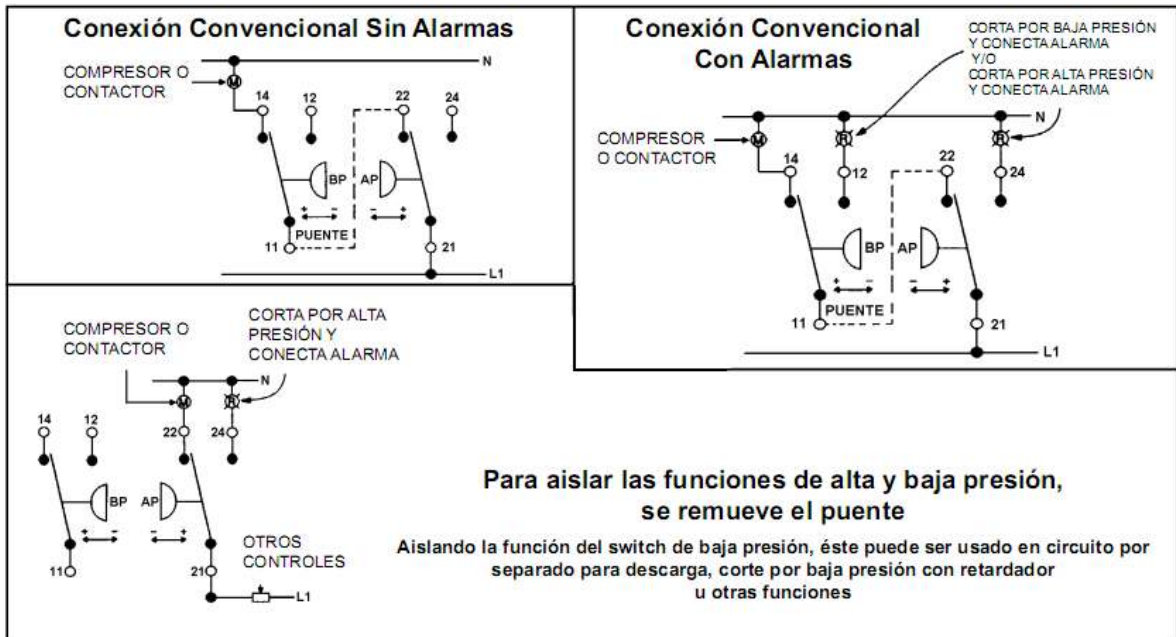
¹² Sigla de Single Pole Double Throw (un polo doble interruptor)

Figura 21. Controlador de presión ALCO CONTROLS serie FF215



Fuente: www.totaline.com.ar

Figura 22. Opciones de conexión del controlador de presiones



Fuente: Emerson Climate Technologies

Tabla 6. Especificaciones técnicas del controlador de presión

Rango baja presión PSIG (KG/CM ²)	Rango baja diferencial PSIG (KG/CM ²)	Rango alta presión PSIG (KG/CM ²)	Rango alta diferencial PSIG (KG/CM ²)	Acción del interruptor
15 a 100 (381mm a 6.80)	7 a 70 (0.49 a 4.9)	90 a 450 (6012 a 30.61)	60 fijo (4.2)	BAJA PRESIÓN Un polo doble tiro. Restablece automático ALTA PRESIÓN Un polo doble tiro. Restablecimiento automático o manual.
DATOS ELECTRICOS				
Carga máxima		120 VAC		240 VAC
A plena carga [Amp]		24 RLA		24 RLA
Eje bloqueado [Amp]		144 LRA		144 LRA
Caballos de Fuerza		2 HP		3 HP
Trabajo piloto		720 VA		720 VA
No inductivas		24 amperios		24 amperios

3.2.3 Válvula de expansión. La válvula que pertenece al sistema de urgencias es marca Danfoss modelo TEX20 número de código 067B3274.

En la figura 23 vemos una fotografía de válvula y en la tabla 7 las especificaciones técnicas.

Tabla 7. Datos Técnicos Válvula de Expansión Termostática

TEMPERATURA MÁXIMA		PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA									
BULBO, estando la válvula montada...100°C Válvula completa montada60°C		28 bar.									
		Rango de temperatura [°C] [-40, 10]									
		No tiene MOP ¹³									
		CAIDA DE PRESIÓN ATRAVÉS DE LA VÁLVULA ΔP bar									
		2	4	6	8	10	12	14	16		
CAPACIDAD EN KW	TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN 10°C										
	72	94,4	108	118	124	129	131	132			
	TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN 0°C										
	66,3	86	98,5	107	113	118	120	121			
	TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN -10°C										
		75,4	85,9	93,6	99,2	103	106	107			
	TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN -20°C										
		63,7	72,4	78,8	83,8	87,4	90	91,4			
Δt subenfriamiento	4K	10K	15K	20K	25K	30K	35K	40K	45K	50K	
factor de corrección	1	1,07	1,13	1,19	1,25	1,32	1,38	1,45	1,53	1,59	

3.2.4 Condensador. Es un intercambiador de casco y tubos, como se muestra en la fotografía de la figura 24; Este intercambiador cuenta con 96 tubos cuyo

¹³ Sigla de Maximum Operating Pressure

espesor de 1/16" y la disposición de dicho tubos dentro del casco se presenta en un esquema en la figura 25.

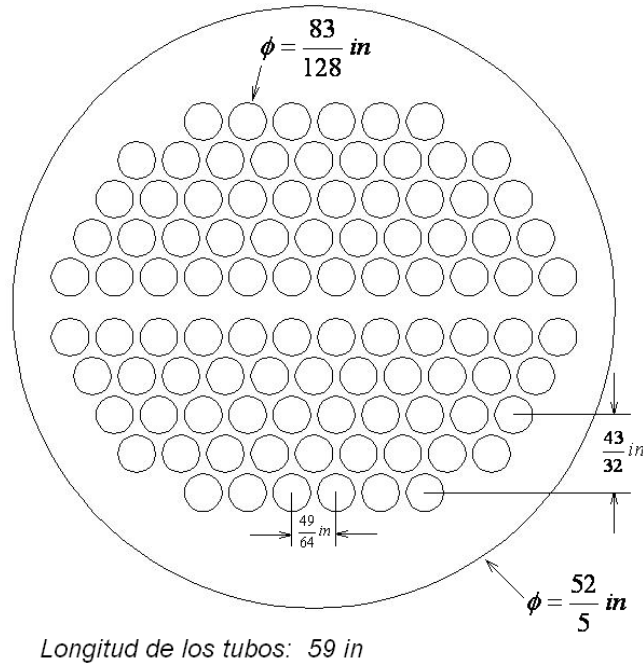
Figura 23. Fotografía válvula de expansión urgencias



Figura 24. Fotografía condensador urgencias



Figura 25. Distribución de los tubos en el condensador



(Área Total de Transferencia)	ATT = 11538,24 in ²
(Numero Total de Tubos)	NTT= 96
(Numero de Pasos por Tubo)	NPT= 2

3.2.5 Unidad Manejadora. En el anexo D, se pueden observar las especificaciones del equipo tomadas del catálogo del fabricante, en la tabla 8 se aprecian las especificaciones técnicas del motor tomadas de su placa y en la figura 26 se observar una fotografía de la AHU perteneciente al sistema centralizado de urgencias, como se ve es marca York, el modelo es CSIC270SHFCCE, este equipo tiene como características principales que su motor está instalado internamente, zona en la cuál también se encuentran el serpentín y el ventilador.

Tabla 8. Especificaciones motor AHU urgencias

MOTOR ELECTRICO: BORG-WARNER	
RPM: 1715	POTENCIA: 7.5 HP
PH: 3	CODE: J
FRAME: 184 T	TYPE: R
19.2 AMPERIOS	200 VOLTIOS
Volt/Φ/Hz: 220/3/60	SF: 1.15

Figura 26. AHU sistema centralizado de urgencias



3.2.6 Bomba centrífuga. Esta bomba centrífuga (figura 27) de marca NOWA de la casa Sterling, provee la energía necesaria, para la circulación del agua que permite enfriar el refrigerante del sistema, proceso que se realiza en el condensador como se explicó anteriormente.

Dentro de las especificaciones técnicas del equipo se tiene un caudal máximo de 1300 m³/h, altura máxima de 140 m, velocidad máxima de 3600 RPM, Temperatura máxima de 160°C, presión de la carcasa máxima 16 bar, el cierre del

eje se puede hacer con empaquetadura o sello mecánico, otras especificaciones se encuentran en la tabla 9.

Figura 27. Bomba centrífuga urgencias



Tabla 9. Especificaciones motor de la bomba NOWA 5013

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE	3-motor
POTENCIA: 1.5/1.1 HP/Kw	RPM: 1650
5-2.5 AMPERIOS	$\cos \phi = 0.89$
220/440 VOLTIOS	9.3 Kg
FS: 1.15	IEC 34
60 Hz	SERVICIO S1
220 yy-440yV	BG 080

3.2.7 Extractores. Estos equipos permiten retirar el aire que ha cumplido su función en la sala, en la tabla 10 están sus especificaciones técnicas y en la figura 28 se puede observar una fotografía de estos equipos.

Tabla 10. Especificaciones técnicas extractores urgencias

VENTILADOR CENTRÍFUGO	
Marca: GAMKO INGENIEROS	
MOD: MGK 33	SERIE No: 92
8000 CFM	16 horas de trabajo
Presión: 1¼ H2O	
MOTOR: SIEMENS 6.6 HP	
1740 RPM	Mod: 1LA2766-4AA
Serie: LCO983	Voltaje: 260 / 440 220 / 380
Conexión: Y	Amperaje: 15,6 / 9
Cos Φ: 0,82	Frecuencia: 60 Hz
Fases: 3	Tmáx: 35 °C
OBSERVACIONES	
Rodamientos: 479209-112	2 correas B112

Figura 28. Extractores urgencias



3.2.8 Válvula Solenoide. Esta válvula como su nombre indica es accionada por un solenoide o electroimán el cuál mueve un vástago que abre o cierra el paso del fluido, es decir es una válvula todo o nada. En el sistema centralizado de urgencias existen dos de estas válvulas, una de ellas se utiliza para reducir la capacidad del compresor en caso de disminución de la carga térmica, la otra mostrada en la figura 29 está montada sobre la línea de líquido antes de la VET y su función es evitar la inundación del evaporador, cuando por algún motivo la VET permite paso de refrigerante, en la tabla 11 se tienen las especificaciones técnicas de esta válvula.

Figura 29. Válvula solenoide urgencias



Tabla 11. Especificaciones técnicas válvula solenoide urgencias

Válvula ALCO CONTROLS 200RB 3 T 3	
Temperatura máxima del fluido	250°F
Presión máxima de trabajo	500 psig
MOPD:	300 psig
Capacidad de liquido - Ton (Kw)	3.1(11.0)

3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS SISTEMA CENTRALIZADO DE MATERNIDAD

3.3.1 Compresor. También de marca Copeland de la serie copelametic modelo 6RK2-3500-TSK-200 con seis cilindros, posee un motor eléctrico de 35 HP diseñado para trabajar a 60 Hz y 208/230/460 voltios, tiene sensores internos para protección del equipo por aumento de la temperatura, gracias a un controlador modular externo, en la figura 30 se observa una fotografía del compresor, en las tablas 12,13 y 14 se encuentran las especificaciones técnicas del equipo.

Figura 30. Compresor maternidad



Tabla 12. Capacidades del compresor de Maternidad con R-22

Descarga del 100%					Descarga del 33%					
Capacidad BTU/(HR * 1000)					Capacidad BTU/(HR * 1000)					
Potencia de entrada Watt * 1000					Potencia de Entrada Watt * 1000					
Temperatura de condensación °F	Temperatura de evaporación °F					Temperatura de evaporación °F				
	55	45	35	25	15	55	45	35	25	
90	588,4	476,9	380,7	299,8	236,3	380,3	310,4	252,2	205,7	
	27,98	27,31	26,29	24,9	23,1	21,02	18,35	17,04	17,08	
130	424,6	353,5	289,6	232,8	184,2	301,9	238,1	191,2	160,9	
	40,06	37,58	34,81	31,73	28,33	27,7	25,58	23,67	21,97	
Datos técnicos										
HP nom	Cil	Diám. [in]	Carrera [in]	CFH 60 hz						
35	6	2-11/16	2-3/16	4530						

Tabla 13. Datos eléctricos compresor maternidad

TSK	
208/230-3-60	
460-3-60	
200/400-3-50	
RLA	LRA
135	565

Tabla 14. Características del arranque del motor con devanado partido

terminales	HZ	Voltaje a través de la línea	Voltaje del devanado partido
9	60	208/230 o 460	208/230
	50	200 or 400	200

3.3.2 Válvula de expansión termostática. El sistema centralizado de maternidad posee una VET marca ALCO CONTROL modelo TRAE 40HW6A, la cual tiene como presión máxima de trabajo 450 psig, por el modelo se sabe que tiene una capacidad nominal de 40 toneladas de refrigeración, y un largo de tubo capilar de 6 pies, en el anexo E se pueden observar el catalogo de la serie de válvulas TRAE para R-22 y en la figura 31 vemos una fotografía de la válvula prestando servicio al sistema de maternidad.

Figura 341. VET maternidad



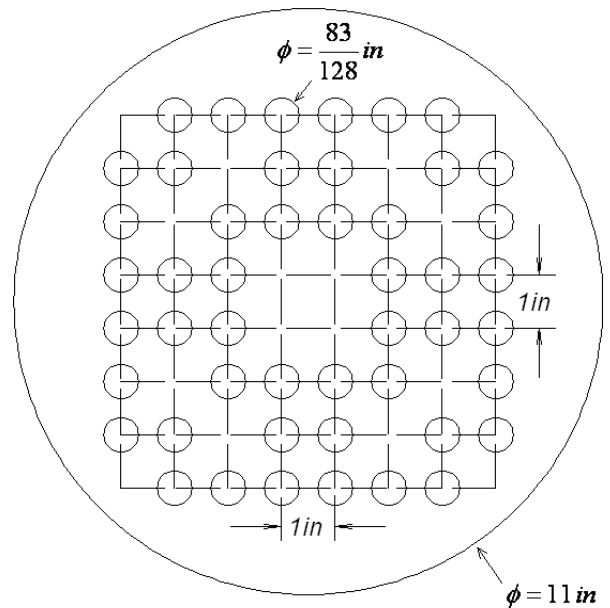
3.3.3 Condensador. En la figura 32 se observa el condensador que sirve al sistema de maternidad y en la figura 33 vemos la disposición de los tubos dentro del casco.

Figura 32 Condensador Maternidad



Figura 33. Disposición tubos condensador maternidad

(Área Total de Transferencia)	ATT= 5866,56 in ²
(Numero Total de Tubos)	NTT= 48
(Numero de Pasos por Tubo)	NPT= 2



Longitud de los tubos: 5 ft

3.3.4 Unidad Manejadora. Para la sala de maternidad, se cuenta con una unidad manejadora marca YORK Modelo AS-10-H, con capacidad declarada de 35 Ton, en la figura 34 se puede ver una fotografía de este equipo.

Figura 34. AHU Maternidad



Esta unidad posee componentes importantes como son: un intercambiador de calor, conocido como evaporador por su aplicación, ya que al pasar el refrigerante por él se evapora para luego ingresar al compresor, también esta unidad posee dos ventiladores que se encarga de impulsar el aire acondicionado, y filtros que mejoran la calidad del aire que ingresa a la sala. En la figura 35 se muestran fotografías del evaporador que sirve a la sala de maternidad.

Figura 55. Evaporador maternidad



3.3.5 Bomba centrífuga. La bomba centrífuga que pertenece al sistema centralizado de maternidad se puede apreciar en la figura 36, y sus características son similares a la bomba del sistema centralizado de urgencias.

Figura 36. Bomba centrífuga Maternidad



3.3.6 Extractores. En la sala de maternidad se cuenta con dos ductos de extracción, que dirigen el aire que a cumplido su función al exterior gracias a dos ventiladores como el mostrado en la fotografía de la figura 37, las especificaciones técnicas leídas en las placas de los equipos se observan en la tabla 15.

Figura 37. Extractores maternidad



Tabla 15. Especificaciones extractores maternidad

Extractor 1		Extractor 2	
No: 81		No: 86	
Caudal	4900 CFM	Caudal	6500 CFM
Potencia	1¼ HP	Potencia	1½ HP

3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS COMPARTIDOS SISTEMAS CENTRALIZADOS

Dentro de las instalaciones de los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire, existen equipos que son compartidos por todos los sistemas los cuales se presentan a continuación:

3.4.1 Torre de enfriamiento es un intercambiador de calor que permite retirar el calor que ha ganado el agua en su paso por el intercambiador de calor de caso y tubos, y en la bomba centrífuga principalmente, y dejar el agua en condiciones de iniciar un nuevo ciclo y cumplir su función adecuadamente.

Todos los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire, se sirven de las dos torres de enfriamiento con las que cuenta el HUS, estas aparecen en la figura 38, y como se puede observar están fuera del edificio al lado sur de este, aunque se encuentran en un espacio abierto, cuentan con una pared alrededor para minimizar el ruido producido por los equipos y evitar que este afecte a los vecinos; la torre está constituida por una serie de elementos como se puede ver en la figura 39.

Figura 38. Torres de enfriamiento sistemas centralizados de acondicionamiento de aire HUS



El objetivo de la torre es enfriar el agua, para esto obliga la entrada de aire atmosférico mediante el ventilador, razón por la cuál esta torre se clasifica dentro del grupo de tiro forzado, este aire que tiene posibilidad de albergar más humedad, se lleva consigo una porción de agua en forma de vapor, esta evaporación se realiza mediante energía que se retira en forma de calor del agua que queda en la torre, de esta manera se enfría el agua.

La torre cuenta además con un relleno que permite aumentar el tiempo de residencia del agua dentro de la torre y aumentar de esta manera la transferencia de calor al aire atmosférico, también se encuentra dentro de la torre un flotador el cuál abre o cierra una válvula que comunica con la red de abastecimiento de agua con el fin de reponer en un momento dado el agua que se evaporó. En la tabla 16 se observan las especificaciones técnicas de la torre.

Figura 39. Elementos de la torre de enfriamiento



Fuente: LILIANA GÓMEZ SARMIENTO¹⁴

¹⁴ Estudiante UIS pasante mantenimiento primer semestre de 2008

Tabla 16. Especificaciones técnicas torres de enfriamiento

SERIE: 244-2A-138		CANT: 2	
MARCA: TPL		MODELO: DIC 96	
CAPACIDAD: 215 GPM		TIPO: CASCADA	
DIAMETRO IN: 3''		DIAMETRO OUT: 4''	
RESINA: ORTOFTALMICA		VENTILADORES: 2	
T MAX: 60 °C	P MAX: 25 PSI	Rango: 3	Aprox: 6
SERVICIOS REQUERIDOS			
AIRE	PRESIÓN: 14.750 PSI	CAUDAL: 11500 CFM	TEMP: 25 °C
AGUA	PRESIÓN: 25 PSI	CAUDAL: 215 GPM	TEMP: 60 °C
TRATAMIENTO:	PI 8000-PI 2000		
CONTROLES ELECTRICOS	Los controles eléctricos de las torres de enfriamiento manejan básicamente el accionamiento de los motores de los ventiladores y por tanto el funcionamiento de estos.		

3.4.2 Cuarto de filtros. El hospital cuenta con un cuarto de filtros (Ver figura 40) que sirve a todos los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire y busca mejorar la calidad del aire que ingresa al sistema.

Figura 40. Cuarto de filtros HUS



3.5 DATOS DE CAMPO

El siguiente paso después de identificar el sistema fue conocer los valores de sus principales propiedades, para esto se contó con la instrumentación del laboratorio de plantas térmicas de la Universidad, estos equipos se pueden observar en la tabla 17, en donde encontramos la pinza amperimétrica que permitió tomar datos de corriente y voltaje de manera sencilla, el termooanemómetro con el cuál se midió la velocidad y temperatura del aire, el termómetro por infrarrojo de mucha utilidad para medir temperaturas sin contacto en sitios de difícil acceso o donde no se conoce el nivel de temperatura y evitar peligros por altas temperaturas, con el higrómetro/termómetro digital se registraron los valores de humedad relativa y temperatura del aire con la ventaja que este equipo cuenta con un puerto de comunicación RS-232 que permite comunicar los datos al computador y de esta manera programar tomas de datos a determinados intervalos de tiempo y almacenarlos en el computador para su posterior análisis, igualmente el analizador trifásico tiene este puerto RS-232 y con él se registraron los valores de potencia activa, reactiva y aparente a diferentes horas del día.

Para la toma de datos primero de manera manual equipo por equipo y con instrumento en mano se tomaron los valores para tener una idea de los niveles que maneja cada propiedad, estos se consignaron en el formato mostrado en el Anexo F para su posterior análisis; Para finalizar la toma de datos se utilizó el equipo de adquisición de datos Fieldpoint (sistema modular de adquisición de datos basado en pc) el cuál posee un módulo de entradas análogas para termocuplas, cuya referencia es FP-TC-120 al cuál se le conectaron termocuplas tipo J para lectura de temperaturas en diferentes puntos del sistema como se muestra resaltado en la figura 41 , con este equipo propiedad de la universidad el cuál se conectó a un computador portátil y con la instrumentación mostrada en la tabla 17, se tomaron los datos de manera automática, logrando con esto eliminar los errores humanos que se pueden cometer en el momento de tomar datos, y también logrando tomar valores de diversas propiedades al mismo tiempo.

Tabla 17. Instrumentación utilizada para toma de datos de campo

Pinza amperimétrica FLUKE 337	Termoanemómetro ERASMUS EA-200
	
Termómetro por infrarrojo FLUKE IR 66	
	
Higrómetro/termómetro TECPEL 322	Analizador Trifásico ERASMUS EA-330
	

Figura 41. Adquisición de datos en campo utilizando el Fieldpoint



En la figura 42 se observan los equipos de medida registrando datos con el sistema de refrigeración en funcionamiento y en las tablas 18 y 19, se observan los datos tomados en la última sesión de toma de datos que se realizó.

Figura 42. Disposición de los equipos para la toma de datos



Tabla 38. Datos sistema centralizado de maternidad

SISTEMA CENTRALIZADO DE MATERNIDAD (HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER)												
Fecha: Noviembre 14/2008		MANEJADORA					EVAPORADOR			COMPRESOR		
Hora	Temp. OA [°C]	Temp. In [°C]	HR. In Aire [%]	Temp. Out [°C]	HR. Out Aire %	Vel. Aire [m/s]	Temp. In [°C]	Temp. Out [°C]	Temp. In [°C]	Suc [PSI]	Temp.Out [°C]	Des [PSI]
16:15	24,48	25,41	79,20	10,4	82,4	1,5	5,86	16,85	15,54	62	96,38	225
16:20	24,57	25,41	79,51	10,2	82	1,3	6,11	16,54	15,54	62	96,48	225
16:25	25,04	25,28	78,83	10	81,9	1,3	6,14	16,57	14,73	62	95,20	225
16:30	25,32	25,25	79,34	9,8	83,2	1,4	6,14	16,57	15,29	62	96,38	225
16:35	25,53	25,19	78,15	9,9	82,6	1,5	6,17	16,66	15,60	62	96,60	225
16:40	25,47	25,13	79,37	9,8	82,3	1,5	6,55	16,60	15,63	62	95,45	225
16:45	25,63	25,07	79,23	9,7	83	1,4	6,42	16,69	15,26	62	96,72	225
16:50	25,13	25,04	79,16	9,7	82,3	1,2	6,45	16,72	15,82	62	95,76	225
16:55	25,88	24,88	76,05	9,6	81,4	1,2	6,36	16,66	15,60	62	95,60	225
17:00	25,32	24,79	75,89	9,5	82,8	1,3	6,42	16,60	15,63	62	96,23	225
17:05	25,38	24,69	75,63	9,5	82,9	1,3	6,45	16,54	15,48	62	96,51	225
17:10	25,38	24,57	77,57	9,5	81,8	1,4	6,33	16,32	15,42	62	95,57	225
17:15	25,04	24,48	78,19	9,6	82,6	1,4	5,86	16,32	15,45	62	96,10	225
17:20	24,63	24,38	77,83	9,6	82,2	1,4	6,02	16,20	15,07	62	95,51	225
17:25	24,35	24,35	75,63	9,6	82,2	1,3	5,70	16,35	15,45	62	95,76	225
17:30	24,48	24,29	76,12	9,6	82,6	1,3	6,20	16,41	15,54	62	95,85	225
17:35	24,72	24,20	76,52	9,6	82,2	1,4	6,17	16,26	15,32	62	95,63	225
17:40	24,48	24,20	76,76	9,7	82,5	1,4	5,98	16,32	15,14	62	95,48	225
17:45	24,91	24,13	76,35	9,6	82,3	1,4	5,89	16,16	15,11	62	95,67	225
17:50	24,38	24,10	77,14	9,5	83,4	1,5	6,14	16,01	14,76	62	95,79	225
17:55	25,75	24,07	79,02	9,5	82,6	1,5	5,92	16,01	14,89	62	96,04	225
18:00	24,54	24,07	78,73	9,5	82,8	1,3	6,14	16,10	15,26	62	96,35	225
18:05	24,35	24,07	79,12	9,5	82,6	1,4	6,05	16,04	15,26	62	96,13	225
18:10	24,91	23,98	79,02	9,4	82,6	1,4	5,80	16,10	15,42	62	95,57	225
18:15	24,29	23,95	79,32	9,6	82,9	1,4	5,95	16,20	15,14	62	95,11	225

Datos sistema centralizado de maternidad (continuación)

SISTEMA CENTRALIZADO DE MATERNIDAD (HOSPITAL UNIVERSITARIO DE SANTANDER)							
Fecha: Noviembre 14/2008		CONDENSADOR				VET	
Hora	Temp. Ambiente [°C]	Temp. In Agua [°C]	Temp. Out Agua [°C]	Temp. In Refrig. [°C]	Temp. Out Refrig. [°C]	Temp. In [°C]	Temp. Out [°C]
16:15	24,475	28,71	32,23	91,21	32,13	35,74	5,86
16:20	24,568	29,05	32,54	94,11	32,32	35,81	6,11
16:25	25,035	29,08	32,57	88,23	31,88	36,12	6,14
16:30	25,315	28,49	31,98	90,19	32,07	36,43	6,14
16:35	25,533	29,18	32,72	93,86	32,23	36,02	6,17
16:40	25,471	29,36	32,88	91,84	31,07	36,09	6,55
16:45	25,626	28,55	32,10	87,29	31,51	36,65	6,42
16:50	25,128	28,93	32,54	90,56	31,04	36,27	6,45
16:55	25,875	28,80	32,48	88,10	31,14	37,08	6,36
17:00	25,315	28,93	32,44	89,75	30,51	36,21	6,42
17:05	25,377	29,36	33,04	89,47	30,51	36,77	6,45
17:10	25,377	28,65	32,23	88,51	29,98	37,02	6,33
17:15	25,035	28,80	32,44	89,35	30,27	36,30	5,86
17:20	24,63	29,08	32,69	89,22	29,77	36,05	6,02
17:25	24,35	29,05	32,57	89,75	29,95	35,87	5,70
17:30	24,475	29,21	32,72	88,16	29,52	35,90	6,20
17:35	24,724	28,90	32,44	87,32	29,55	36,09	6,17
17:40	24,475	28,77	32,35	86,33	29,52	36,18	5,98
17:45	24,911	28,68	32,29	87,32	30,23	35,90	5,89
17:50	24,381	28,65	32,23	87,11	29,95	35,87	6,14
17:55	25,751	28,43	31,88	85,55	29,95	35,74	5,92
18:00	24,537	29,18	32,69	86,86	29,95	35,65	6,14
18:05	24,35	28,77	32,23	88,63	29,49	35,84	6,05
18:10	24,911	28,77	32,23	88,97	29,46	35,96	5,80

Tabla 19. Potencias consumidas por los equipos

Pot. Consumida Compresor [KW]	Pot. Consumida Ventilador [KW]	Pot. Consumida Bomba [KW]
32,7	2,77	1,75

Los datos anteriores corresponden a los equipos que se encuentran en la sala de máquinas, y en la figura 43 se observan los valores del aire exterior, otros datos que igualmente fueron considerados importantes son los correspondientes a las salas acondicionadas, estos datos se pueden observar en los planos adjuntos.

Figura 43. Datos propiedades del aire exterior

PROPIEDADES AIRE EXTERIOR													
Hora	TBS (°F)	TBH (°F)	TBS (°C)	TBH (°C)	Psat@TBH (Kpa)	W2 (KgH2O/Kg as)	hgTBH (KJ/Kg)	hftTBH (KJ/Kg)	hgTBS (KJ/Kg)	hftTBS (KJ/Kg)	WI (KgH2O/Kgas)	Psat@TBS (Kpa)	HR %
16:40	75,5	70,5	24,2	21,39	2,55	0,018137221	2540,7	89,7	2545,8	101,3	0,016962025	3,01	79,374
16:55	78	72	25,6	22,22	2,68	0,019090243	2542,2	93,1	2548,3	107,1	0,017675633	3,27	76,052
17:10	76	70,5	24,4	21,39	2,55	0,018137221	2540,7	89,7	2546,3	102,4	0,016848115	3,06	77,567
17:25	77	71	25	21,67	2,59	0,018430157	2541,2	90,8	2547,3	104,8	0,017022026	3,17	75,627
17:40	76,5	70,8	24,7	21,56	2,57	0,018283655	2541	90,4	2546,8	103,6	0,016947617	3,11	76,758
17:55	75	70	23,9	21,11	2,5	0,017771429	2540,2	88,5	2545,3	100,1	0,016597326	2,96	79,025
18:10	75	70	23,9	21,11	2,5	0,017771429	2540,2	88,5	2545,3	100,1	0,016597326	2,96	79,025

P | 90|Kpa

3.6 DOCUMENTOS MANTENIMIENTO HUS

Diversos documentos de interés se encontraron en la oficina de mantenimiento del hospital, los formatos se pueden observar en el anexo G y entre ellos se encuentra la ficha de equipo biomédico, que en realidad es utilizada para todos los equipos y cuya información fue punto de partida para la caracterización de los equipos, también se observaron los formatos de inspección diaria, muy útiles para conocer el comportamiento del sistema, la información de estos reportes se resumió y se llevó a una escala de tiempo como se muestra en la figura 44 para facilitar la apreciación de la información.

Otro documento importante son los reportes técnicos de mantenimiento, que permiten conocer las intervenciones que le fueron realizadas a los equipos, esta información también fue resumida y se presenta en el anexo H.

Toda la información recopilada entorno al mantenimiento de los sistemas de acondicionamiento se utiliza mas adelante en los estudios RCFA.

4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

Conociendo el sistema centralizado acondicionamiento de aire, es posible estudiar su comportamiento, esa parte del trabajo se presenta en este capítulo, desde tres aspectos, el primero desde el punto de vista térmico, luego desde el punto de vista eléctrico, y para finalizar desde la perspectiva de la ingeniería del mantenimiento. Es importante tener en cuenta que el sistema puede también ser estudiado de desde otras áreas del conocimiento como por ejemplo económica y/o ambiental, sin embargo los objetivos se plantearon para los tres aspectos iniciales que en su momento fueron considerados prioritarios.

4.1 ESTUDIO TÉRMICO

Este estudio busca comparar el flujo de calor a través de los componentes del sistema de acondicionamiento de aire perteneciente a la sala de maternidad mediante la siguiente serie de pasos:

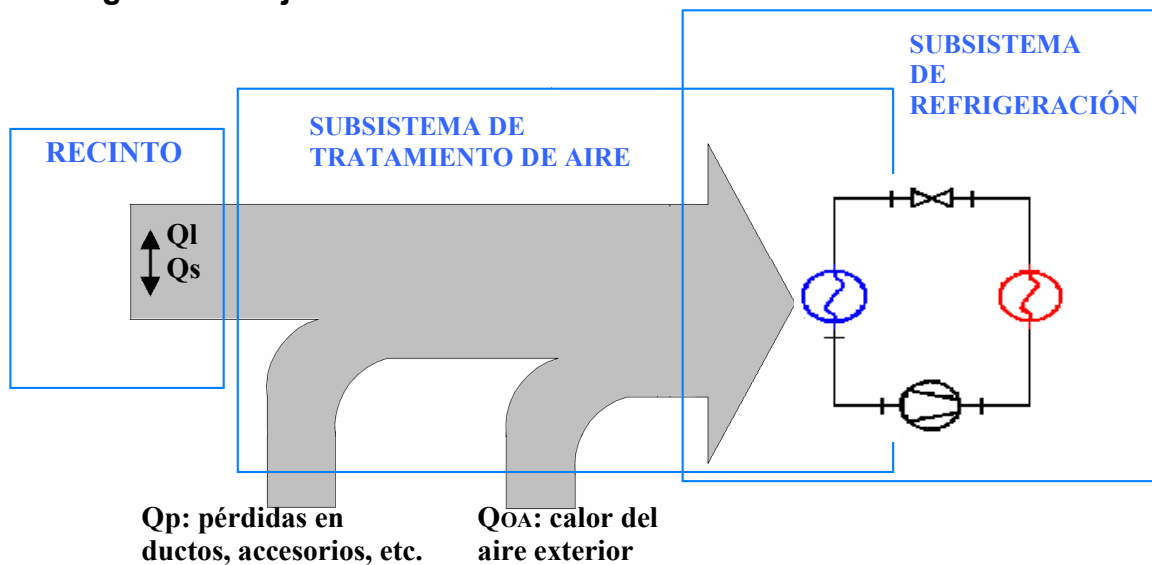
- ✓ Cálculo de la demanda de enfriamiento
- ✓ Análisis psicrométrico del aire impulsado
- ✓ Cálculo de la capacidad de refrigeración del sistema

Los tres pasos se basan en la secuencia de acondicionamiento de aire que se presenta en este sistema centralizado; En dicha secuencia se tiene como punto de partida, y razón de ser del sistema de acondicionamiento de aire la necesidad de retirar el calor generado en el recinto para dejarlo en las condiciones de confort del mismo, también es fundamental eliminar el exceso de calor del aire exterior y dejarlo a las mismas condiciones del aire de impulsión que recogerá las ganancias de calor latente y sensible del recinto, también es importante tener en cuenta las ganancias de calor (perdidas de enfriamiento) que se presentan en ductos y

accesorios principalmente. Valorando estos aportes de calor se establece una capacidad de refrigeración necesaria que debe ser asumida por el subsistema de refrigeración. La secuencia mencionada se ilustra en la figura 45, para su mejor comprensión.

La comparación de los flujos de calor permite conocer el comportamiento térmico del sistema y su estado de funcionamiento, el cuál se describe al final de la sección.

Figura 45. Flujo de calor en el sistema de acondicionamiento de aire



4.1.1 Cálculo de la demanda de enfriamiento. Para comenzar se realizó el cálculo de la carga térmica con objeto de conocer la demanda de enfriamiento en las salas, o dicho de otra manera, conocer la cantidad de calor que se debe retirar de las salas para alcanzar las condiciones de confort dentro de ellas; Los componentes que se tomaron como más influyentes a la hora de calcular las ganancias de calor en las salas, fueron:

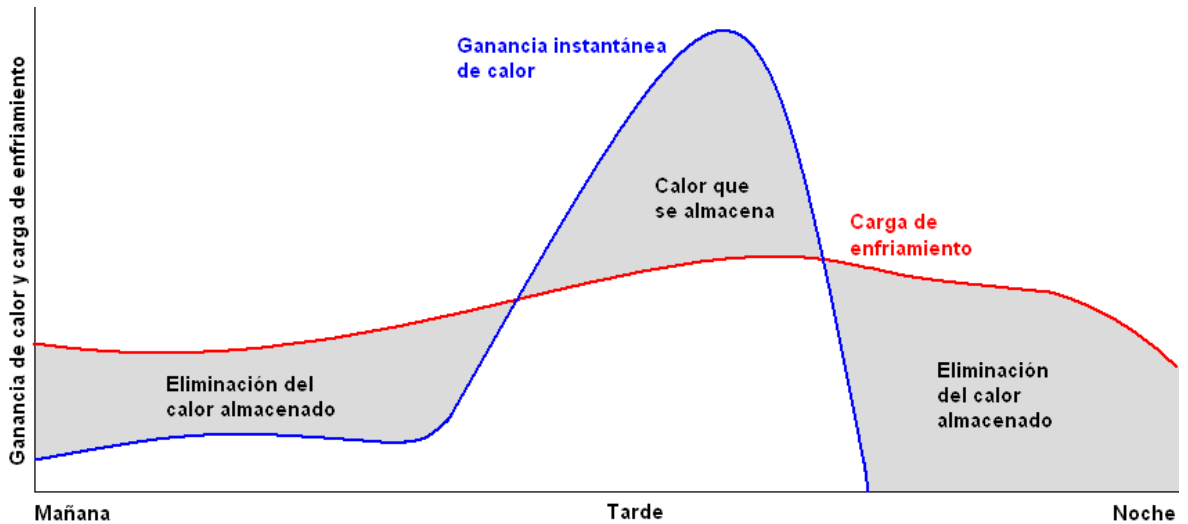
- La conducción a través de paredes y vidrios al exterior (el techo no se tuvo en cuenta debido a que para las dos salas en estudio el piso superior se encuentra también acondicionado)
- Conducción a través de divisiones internas
- Radiación solar a través de vidrios
- Alumbrado
- Personas
- Equipos
- Infiltraciones

El cálculo de la carga impuesta por las fuentes de calor se obtuvo mediante la aplicación del método CLTD¹⁵/CLF¹⁶, método publicado ASRHAE, que se caracteriza por tener en cuenta el efecto de almacenamiento de calor y de retraso; Tener en cuenta estos efectos hace que los métodos sean más precisos a la hora de calcular las cargas térmicas y de igual manera seleccionar o diseñar los equipos e instalaciones más eficientes para cada aplicación; Estos métodos aparte de ser importantes desde el punto de vista térmico, también son familiares para la mayoría de nosotros, por ejemplo en un techo de zinc la ganancia de calor se convierte casi instantáneamente en carga para el recinto debido a la buena conductividad térmica de este material, por el contrario un techo de concreto al que comúnmente se le conoce como placa, recibe el calor y lo entrega luego paulatinamente al recinto, esto debido a la capacidad de almacenamiento que posee el concreto. En la figura 46 se puede observar gráficamente este fenómeno, es importante tener en cuenta que el efecto de almacenamiento y retraso, se da no solo en el techo, sino en diferentes partes del mobiliario del edificio, razón por la cuál los diseñadores de sistemas CVAR deben tener en cuenta este fenómeno.

¹⁵ Sigla de Cooling Load Temperature Diference

¹⁶ Sigla de Cooling Load Factor

Figura 66. Efecto del almacenamiento y retraso de calor



En el hospital se visitaron las salas de maternidad y urgencias, las cuales se zonificaron previamente y mediante el formato mostrado en el anexo I, se hizo un inventario de las fuentes de calor, información que se resumió en las tablas del anexo J y K; Luego de realizar el inventario de fuentes de ganancias de calor, se llevaron estos datos a una hoja de cálculo, donde se aplicó el método mencionado anteriormente en base a la descripción que hace el libro “Cooling and heating load calculation manual” de dicho método y se realizó la contabilidad de las cargas.

La base del método usado es la ecuación de conducción de calor:

$$Q = U * A * (\Delta T)$$

Donde:

Q : Calor transferido

U : Coeficiente global de transferencia de calor

A : Área de transferencia de calor

ΔT : Diferencia de temperatura

Sin embargo el método hace modificaciones de esta ecuación según la naturaleza de la ganancia de calor; Para la conducción de calor desde el exterior se usa la ecuación:

$$Q = U * A * CLTD$$

Donde *CLTD* es una diferencia de temperaturas que toma en cuenta el efecto de almacenamiento y se encuentra en tablas dependiendo de la hora solar, el tipo de construcción y la latitud.

Para la radiación solar a través de vidrios se tiene la ecuación:

$$Q = A * SC * SHGF * CLF$$

Donde:

SC : Coeficiente de sombreado

SHGF : Factor de ganancia de calor solar

CLF : Factor de carga de enfriamiento

Estos factores también se encuentran en tablas considerando la latitud, la hora solar y el tipo de vidrio.

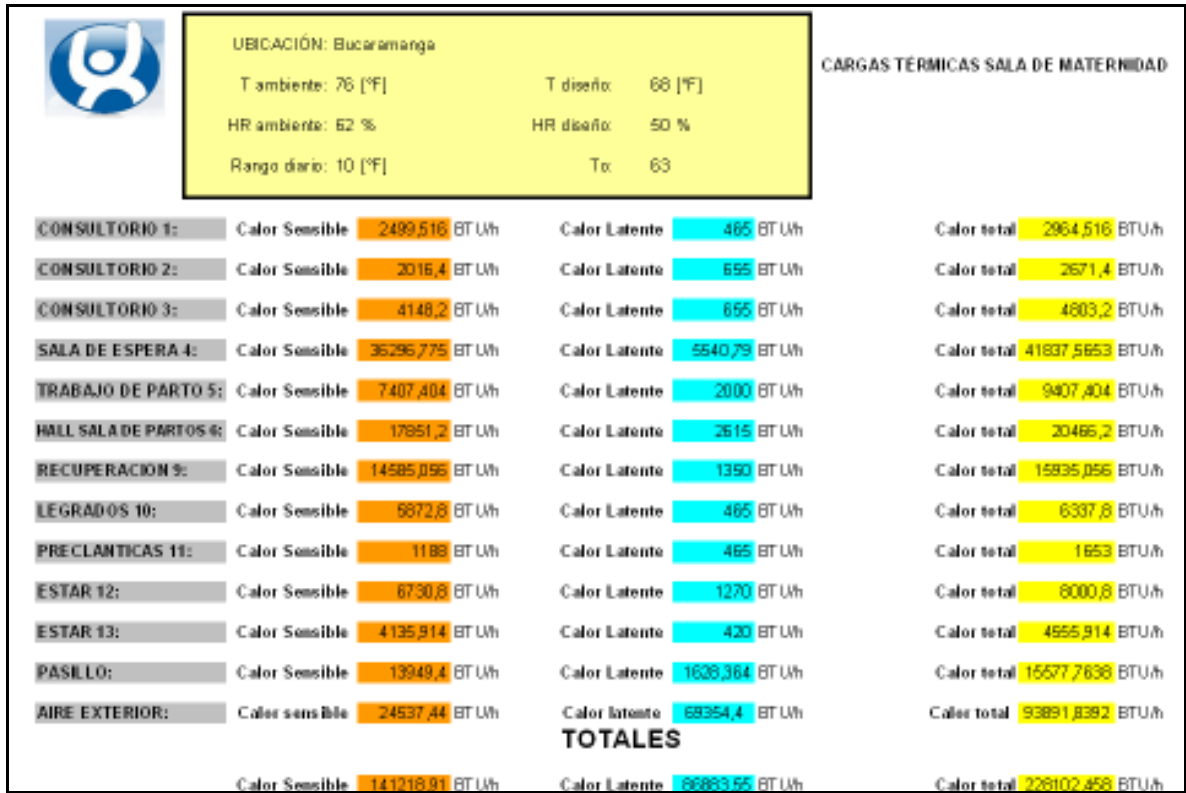
De la misma forma, como se mencionó anteriormente para cada naturaleza de ganancia de calor existen modificaciones de la ecuación base de transferencia de calor, de esa manera y con la ayuda de una hoja de cálculo se cuantificaron las ganancias de calor para cada zona de las salas de urgencias y maternidad, en la figura 47 se observa un ejemplo de los resultados obtenidos por medio de la hoja de cálculo para una zona de la sala de maternidad.

Así como cada zona de la sala tiene su hoja de cálculo para obtener su carga térmica, también se realizó una hoja de cálculo para valorar la cantidad de calor que se le debe extraer al aire exterior para llevarlo de su estado a temperatura ambiente al estado de diseño del recinto (20°C y 50%HR). Finalmente se hizo una hoja resumen que recoge la carga que aporta cada zona, incluido el aire exterior y entrega el total de las cargas de la sala como se muestra en la figura 48.

Figura 47. Cálculo de cargas térmicas con hoja de cálculo

CALCULO DE LA CARGA TÉRMICA	
Conducción vidrios	Conducción paredes
CLTD= 1,5	CLTD1= 18 CLTD2= 18
Q= 104,28 BTU/h	Q= 1343,52 BTU/h
Radiación vidrios	
FGCS= 160	
Q= 7369,12 BTU/h	
Particiones	
Upared 0,4	Q= 130,5 BTU/h
Uvidrio 	Q= 0 BTU/h
Personas	Alumbrado
Q= 1680 BTU/h	Q= 2652 BTU/h
Q= 1350 BTU/h	
Equipos	
Q= 1305,6 BTU/h	
Calor Sensible 14585,056 BTU/h	
Calor Latente 1350 BTU/h	
Calor total 15935,056 BTU/h	

Figura 48. Resumen de cargas térmicas para sala de maternidad



4.1.2 Análisis psicrométrico del aire impulsado. Con los datos tomados en campo (la metodología de las mediciones se trata en el capítulo 3) se realizaron cálculos del calor que el aire impulsado pierde en la AHU, por la transferencia de calor al refrigerante mediante el serpentín de expansión directa.

Los cálculos se realizaron con la ayuda de una hoja de cálculo, aplicando los conceptos fundamentales de la psicometría mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Humedad específica: } w = 0,622 * \frac{\phi P_{sat@T}}{P - \phi P_{sat@T}} \left[\frac{Kg_{agua}}{Kg_{aireseco}} \right]$$

Donde:

ϕ Es humedad relativa y es un dato de campo.

$P_{sat@T}$ Se consigue en las tablas de vapor de agua saturada a la temperatura T dada.

P Es la presión total que para Bucaramanga son 90 KPa.

$$\text{Entalpía del aire: } h = h_{as} + w * h_v \left[\frac{KJ}{Kg_{\text{aire atmosférico}}} \right]$$

Donde:

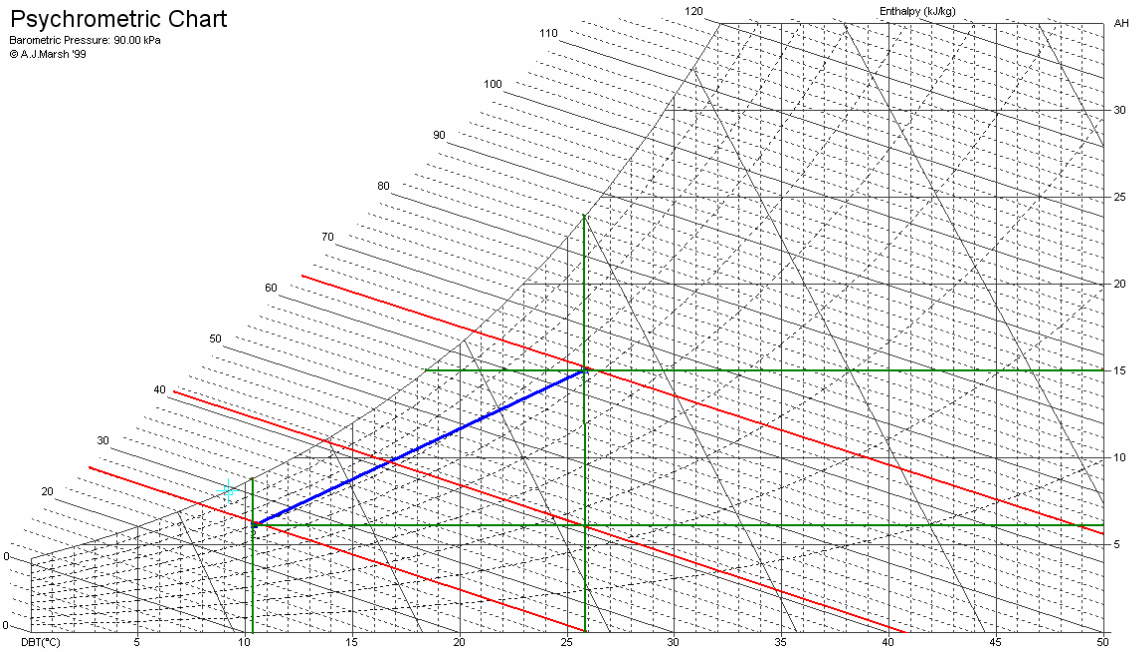
h_{as} :Entalpía del aire seco y se calcula $h_{as} = 1,006 * T$ donde la temperatura T [°K] es un dato de campo.

h_v :Entalpía del vapor saturado que se calcula $h_v = 2501 + 1,86 * T$, T es un dato de campo en °C.

La carta psicrométrica es la guía para el proceso de cálculo, el anexo L es una carta psicrométrica completa a la presión atmosférica de Bucaramanga (90 Kpa), la cuál fue utilizada para el desarrollo de esta sección, en la figura 49 se representa en dicha carta el proceso que experimenta el aire a su paso por el evaporador del sistema centralizado de maternidad.

En la siguiente figura la línea azul es la línea de proceso del aire, las líneas rojas representan las isoentálpicas importantes en este estudio así como las líneas verdes verticales representan las temperaturas de bulbo seco y las horizontales son las líneas de humedad específica constante que interesan.

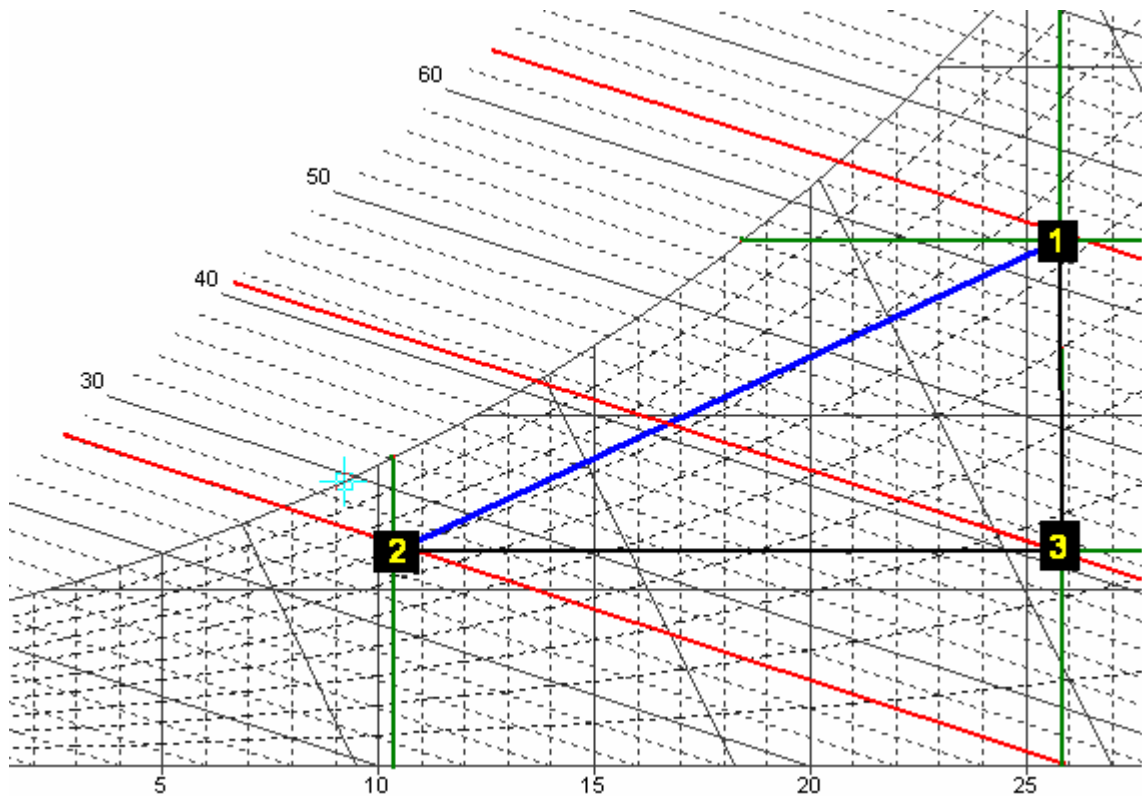
Figura 49. Comportamiento térmico del aire en la AHU



La figura 50 ilustra la ubicación de los puntos correspondientes a las condiciones de entrada y de salida del aire de la AHU, puntos 1 y 2 respectivamente, también se ubica otro punto (3) con el fin de facilitar al análisis del proceso.

Como se dijo anteriormente y basados en la figura 50, para facilitar el análisis del proceso, este se divide en dos partes, la primera corresponde a la línea de proceso 2-3 que representa la pérdida de calor sensible que sufre el aire al pasar por la AHU, y la segunda parte es representada por la línea de proceso 3-1 y se refiere a la pérdida de calor latente del aire a su paso por la AHU.

Figura 50. Detalle del proceso del aire en la AHU



De esta manera se calcula el calor extraído del aire de varias maneras.

- ✓ Por medio de los valores de la carta psicrométrica, que aunque no son muy precisos, debido a los errores de observación o de dibujo, si es una buena guía para cálculos de mas detalle.

El proceso consiste en tomar las entalpías de la carta y multiplicarlas por el flujo másico de aire.

$$Q_{1-2} = \dot{m}_{ai} * (h_1 - h_2)$$

- ✓ Calculando las entalpías del punto 1 y 2 con las ecuaciones de psicometría mostradas al inicio de esta sección.

$$h_1 = 1,006 * T_1 + w_1 * (2501 + 1,86 * T_1)$$

$$h_2 = 1,006 * T_2 + w_2 * (2501 + 1,86 * T_2)$$

$$Q_{1-2} = \dot{m}_{at} * (h_1 - h_2)$$

- ✓ Otra manera es calcular los calores sensible y latente y luego sumarlos para calcular el calor total, este procedimiento también puede hacerse mediante la carta psicrométrica o analíticamente con las ecuaciones indicadas.

$$Q_{total} = Q_{sensible} + Q_{latente}$$

$$Q_{1-2} = Q_{2-3} + Q_{3-1}$$

Los anteriores procedimientos fueron introducidos en una hoja de cálculo, por medio de la cuál se procesaron los datos de campo y de esta manera observar el comportamiento del aire en intervalos de tiempo.

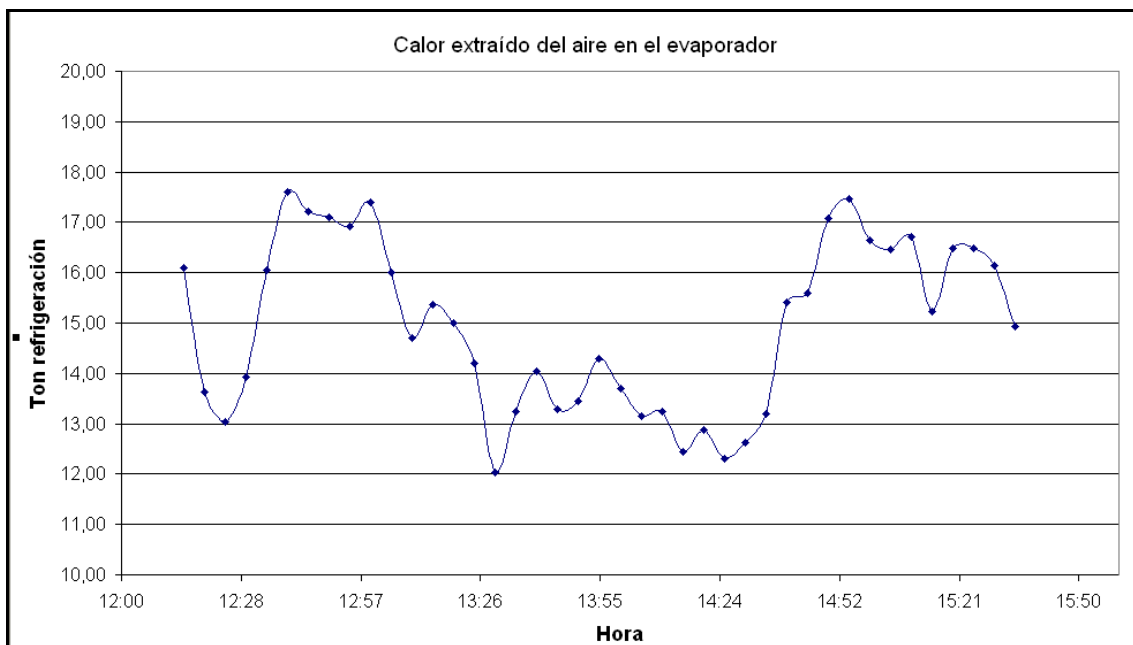
En la figura 51 se ilustra los cálculos realizados para la última jornada de toma de datos.

Figura 51. Hoja de cálculo para el análisis del calor extraído del aire a impulsar

HORA	Area [m ²]	Tprom (°C)	P _{sat} @T _{prom}	HR @T _{prom}	P _v @T _{prom}	ρ [Kg/m ³]	P _{sat} @Tin [Kpa]	Win (KgH2O/Kgas)	P _{sat} @Tout [Kpa]	Wout (KgH2O/Kgas)	Hin [KJ/Kg]	H' [KJ/Kg]	Hout [KJ/Kg]	Qs [KJ/s]	Ql [KJ/s]	Hg [KJ/Kgh2o]	Hf [KJ/Kgh2o]	Ql (KJ/s)	Qt=Qs+Ql [KJ/s]	Qt (Btu/h)	Qt (Ton/refr)
12:15	1,0281	18,419	2,120	67,388	1,429	1,058	3,350	0,0143	1,30	0,0067	62,670	47,141	27,955	25,340	31,305	2535,30	77,20	30,520	56,645	193279,19	16,11
12:20	1,0281	18,168	2,080	66,362	1,380	1,060	3,170	0,0136	1,34	0,0067	59,818	45,653	28,366	21,602	26,364	2534,80	76,20	25,701	47,966	163667,71	13,64
12:25	1,0281	17,903	2,050	66,863	1,371	1,061	3,070	0,0133	1,34	0,0068	58,496	44,884	28,462	20,780	25,070	2534,40	75,10	24,447	45,850	156448,12	13,04
12:30	1,0281	17,606	2,010	67,174	1,350	1,062	3,060	0,0136	1,29	0,0064	59,142	45,104	27,102	21,457	27,517	2533,80	73,80	26,851	48,974	167107,39	13,93
12:35	1,0281	17,721	2,030	67,064	1,361	1,061	3,160	0,0141	1,27	0,0063	60,949	46,043	26,452	24,401	32,068	2534,00	74,30	31,294	56,468	192677,55	16,06
12:40	1,0281	18,107	2,080	66,619	1,386	1,060	3,320	0,0149	1,26	0,0062	63,838	47,906	25,977	26,036	35,838	2534,70	75,90	34,962	61,874	211121,46	17,59
12:45	1,0281	18,244	2,090	65,975	1,379	1,059	3,400	0,0152	1,25	0,0060	65,166	48,734	25,463	25,054	35,482	2535,00	76,50	34,614	60,536	206558,98	17,21
12:50	1,0281	18,313	2,100	66,088	1,388	1,059	3,380	0,0153	1,27	0,0061	65,259	49,086	25,820	24,636	35,477	2535,10	76,80	34,601	60,113	205113,09	17,09
12:55	1,0281	18,166	2,060	66,455	1,369	1,060	3,370	0,0151	1,25	0,0061	64,692	48,424	25,663	24,812	34,718	2534,80	76,20	33,870	59,531	203126,64	16,93
13:00	1,0281	18,319	2,100	67,212	1,411	1,059	3,350	0,0150	1,29	0,0064	64,370	48,615	26,908	25,722	35,439	2535,10	76,80	34,559	61,161	208688,74	17,39
13:05	1,0281	17,968	2,060	66,578	1,371	1,060	3,170	0,0142	1,30	0,0063	61,352	46,759	26,938	23,864	32,414	2534,50	75,40	31,615	56,278	192029,92	16,00
13:10	1,0281	17,565	2,010	66,955	1,346	1,062	3,100	0,0139	1,27	0,0063	60,149	45,570	26,316	22,290	29,435	2533,70	73,70	28,728	51,725	176493,66	14,71
13:15	1,0281	18,142	2,080	65,992	1,373	1,063	3,220	0,0145	1,31	0,0063	62,269	47,515	26,861	22,505	31,506	2534,80	76,10	30,721	54,010	184200,59	15,36
13:20	1,0281	17,821	2,040	67,338	1,374	1,061	3,160	0,0142	1,29	0,0064	61,385	46,680	26,862	22,455	30,262	2534,20	74,70	29,525	52,716	179875,99	14,99
13:25	1,0281	17,800	2,040	65,539	1,337	1,061	3,090	0,0137	1,31	0,0063	59,527	45,501	26,861	21,428	28,478	2534,20	74,70	27,779	49,907	170289,16	14,19
13:30	1,0281	17,897	2,050	64,234	1,317	1,061	3,110	0,0128	1,32	0,0065	57,337	43,340	27,507	19,855	22,458	2534,30	75,10	21,902	42,313	144377,88	12,03
13:35	1,0281	17,762	2,030	64,329	1,306	1,062	3,110	0,0128	1,29	0,0063	57,363	43,025	26,872	21,915	24,689	2534,10	74,50	24,087	46,604	159019,88	13,25
13:40	1,0281	18,270	2,100	63,503	1,334	1,060	3,250	0,0133	1,32	0,0063	59,564	44,782	27,178	22,547	26,852	2535,00	76,60	26,178	49,399	168556,56	14,05
13:45	1,0281	18,133	2,080	63,996	1,331	1,060	3,180	0,0130	1,33	0,0065	58,307	44,023	27,687	21,799	24,931	2534,80	76,10	24,307	46,730	159449,91	13,29
13:50	1,0281	17,756	2,030	63,677	1,293	1,062	3,060	0,0124	1,32	0,0064	56,227	42,527	27,366	22,440	24,833	2534,10	74,50	24,222	47,273	161301,09	13,44
13:55	1,0281	18,021	2,070	63,618	1,317	1,061	3,160	0,0129	1,32	0,0064	57,992	43,734	27,272	23,326	26,932	2534,60	75,60	26,263	50,258	171485,89	14,29
14:00	1,0281	18,109	2,080	64,057	1,332	1,060	3,130	0,0128	1,35	0,0066	57,589	43,772	28,140	22,594	25,562	2534,70	75,90	24,920	48,156	164316,56	13,69
14:05	1,0281	17,953	2,060	64,806	1,335	1,061	3,070	0,0126	1,35	0,0067	56,742	43,250	28,452	22,073	24,211	2534,50	75,30	23,606	46,284	157927,83	13,16
14:10	1,0281	18,281	2,100	60,286	1,266	1,061	3,100	0,0129	1,39	0,0060	57,598	44,454	27,070	20,062	26,536	2535,00	76,70	25,854	46,598	159000,53	13,25
14:15	1,0281	18,115	2,080	64,408	1,340	1,060	3,100	0,0127	1,36	0,0067	57,249	43,832	28,565	20,475	23,298	2534,70	76,00	22,708	43,773	149360,65	12,45
14:20	1,0281	17,910	2,050	64,212	1,316	1,061	3,040	0,0124	1,36	0,0067	56,125	42,933	28,439	21,591	23,721	2534,40	75,10	23,128	45,313	154612,98	12,88
14:25	1,0281	17,903	2,050	64,710	1,327	1,061	3,070	0,0125	1,34	0,0067	56,579	42,985	28,247	20,762	22,511	2534,40	75,10	21,951	43,273	147654,90	12,30
14:30	1,0281	17,688	2,020	64,717	1,307	1,062	3,070	0,0125	1,30	0,0065	56,443	42,471	27,377	21,361	23,076	2534,00	74,20	22,513	44,437	151625,75	12,64
14:35	1,0281	18,132	2,080	64,967	1,351	1,060	3,270	0,0134	1,29	0,0065	59,862	44,538	27,092	21,710	24,718	2534,80	76,00	24,109	46,428	158418,93	13,20
14:40	1,0281	18,263	2,100	64,561	1,356	1,060	3,380	0,0139	1,26	0,0062	61,732	45,506	26,179	24,745	29,474	2535,00	76,60	28,749	54,218	185000,71	15,42
14:45	1,0281	18,150	2,080	65,589	1,364	1,060	3,360	0,0141	1,25	0,0063	62,104	45,898	26,151	24,721	30,123	2534,80	76,10	29,388	54,844	187135,79	15,59
14:50	1,0281	18,216	2,090	66,089	1,381	1,059	3,370	0,0145	1,26	0,0063	63,053	46,908	26,313	26,377	33,646	2534,90	76,40	32,821	60,023	204808,30	17,07
14:55	1,0281	18,228	2,090	66,189	1,383	1,059	3,390	0,0146	1,25	0,0062	63,657	47,274	26,040	26,764	34,688	2535,00	76,40	33,841	61,452	209682,43	17,47
15:00	1,0281	18,144	2,080	66,271	1,378	1,060	3,400	0,0148	1,24	0,0062	64,030	47,404	25,666	25,358	33,157	2534,80	76,10	32,353	58,515	199660,89	16,64
15:05	1,0281	18,216	2,090	66,001	1,379	1,059	3,370	0,0148	1,26	0,0061	63,939	47,784	25,955	24,634	33,286	2534,90	76,40	32,469	57,920	197632,38	16,47
15:10	1,0281	18,281	2,100	66,755	1,402	1,059	3,370	0,0151	1,27	0,0062	64,785	48,692	26,226	24,528	34,241	2535,00	76,70	33,395	58,769	200527,47	16,71
15:15	1,0281	18,079	2,070	68,077	1,409	1,060	3,290	0,0151	1,27	0,0063	64,308	48,633	26,497	22,197	31,348	2534,70	75,80	30,581	53,545	182702,76	15,23
15:20	1,0281	17,855	2,040	68,418	1,396	1,061	3,240	0,0151	1,25	0,0062	63,981	48,357	25,996	23,848	34,134	2534,30	74,90	33,311	57,982	197844,39	16,49
15:25	1,0281	17,910	2,050	67,351	1,381	1,061	3,250	0,0148	1,24	0,0061	63,502	47,359	25,534	24,641	33,315	2534,40	75,10	32,515	57,955	197751,25	16,48
15:30	1,0281	17,963	2,060	66,674	1,373	1,060	3,290	0,0146	1,25	0,0062	63,056	47,221	25,862	24,168	32,600	2534,50	75,30	31,811	56,768	193701,02	16,14
15:35	1,0281	18,366	2,060	65,333	1,346	1,059	3,060	0,0135	1,29	0,0061	60,653	44,844	26,220	24,102	28,395	2535,20	77,00	27,689	52,497	179128,01	14,93

La tabla mostrada en la figura anterior permite conocer el comportamiento del aire que va a ser impulsado hacia la sala, otra manera de observar este comportamiento es de manera gráfica, en la figura 52 se representa el comportamiento del aire en la hora en la que se presentó un mayor nivel de enfriamiento.

Figura 52. Calor extraído del aire en el evaporador



4.1.3 Cálculo de la capacidad de refrigeración del sistema. En la sección anterior se valoró el calor que es extraído del aire en la AHU del sistema centralizado de maternidad, este calor según el principio de conservación de la energía o primera ley de la termodinámica aplicada al subsistema de refrigeración debe ser transmitido al refrigerante; Basado en este principio y teniendo en cuenta

los datos de campo y las especificaciones técnicas de los equipos se calculó el calor recibido por el refrigerante a su paso por la AHU.

El calor se calculó:
$$Q_{eva} = \dot{m}_r * (h_2 - h_1)$$

Donde:

\dot{m}_r : Flujo masico de refrigerante

$h_2 - h_1$: Efecto refrigerante o energía de flujo absorbida por el refrigerante en el evaporador por unidad de masa.

h_2 : Entalpía del refrigerante a la salida del evaporador

h_1 : Entalpía del refrigerante a la entrada del evaporador

El flujo masico de refrigerante se calculó mediante la ecuación:

$$\dot{m}_r = \rho_r * \dot{V} * \varepsilon$$

Las propiedades del refrigerante se obtuvieron del software EES¹⁷, este software también incluye funciones matemáticas y permite parametrizar la información, de esta forma se obtuvieron los valores del flujo de calor cada 5 minutos, que era el intervalo de tiempo para el cuál se habían tomado los datos de campo.

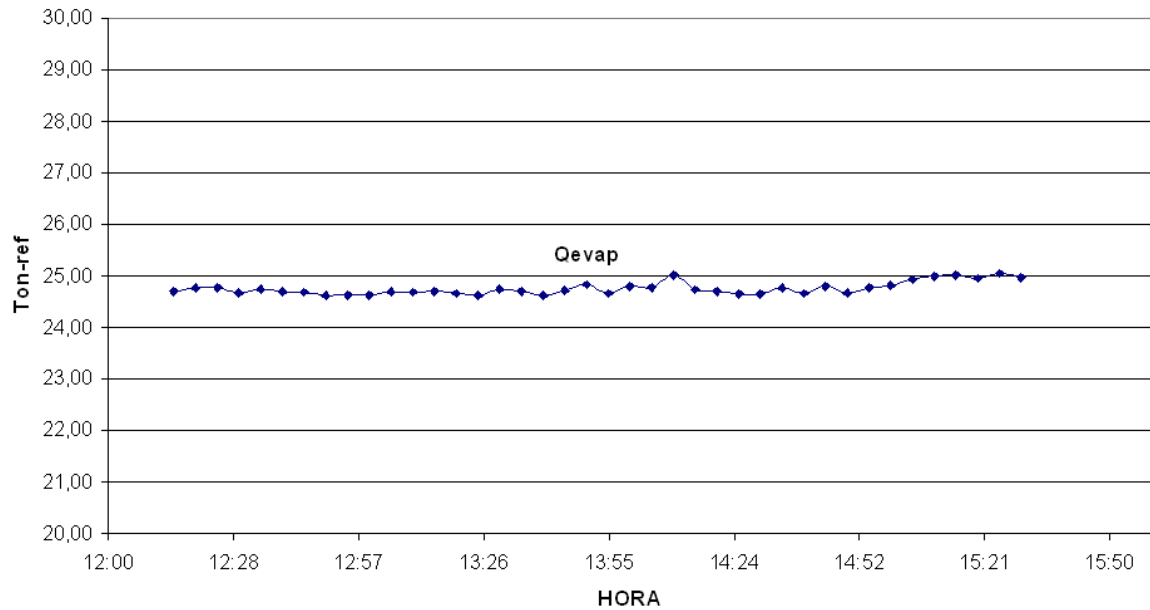
En la tabla 20 se observa el resultado de la parametrización, y la figura 53 muestra gráficamente los valores del flujo de calor en el evaporador a través del tiempo.

¹⁷ Sigla de Engineering Equation Solver

Tabla 40. Capacidad de refrigeración

HORA	Mr[Kg/h]	hineva [KJ/Kg]	houteva [KJ/Kg]	Qeva [Tonref]	hincom [KJ/Kg]	houtcom [KJ/Kg]	Wc [HP]	hincon [KJ/Kg]	houtcon [KJ/Kg]	Qcon [Tonref]
12:15	1494,00	207,80	417,00	24,71	472,900	417,700	30,690	469,3000	247,00	26,2600
12:20	1491,00	207,40	417,40	24,77	473,300	417,700	30,850	469,3000	247,90	26,0900
12:25	1490,00	206,90	417,40	24,78	473,600	417,800	30,950	469,4000	248,30	26,0400
12:30	1493,00	208,10	417,20	24,68	473,000	417,500	30,880	469,4000	248,50	26,0800
12:35	1491,00	207,30	417,40	24,75	473,500	417,500	31,090	469,2000	248,80	25,9700
12:40	1493,00	207,50	416,80	24,70	473,100	417,400	30,970	468,8000	248,60	25,9900
12:45	1496,00	208,40	417,10	24,69	472,500	417,400	30,700	468,5000	248,60	26,0100
12:50	1497,00	208,40	416,60	24,63	472,400	417,500	30,610	468,8000	248,60	26,0500
12:55	1495,00	208,00	416,60	24,64	472,800	417,400	30,840	468,2000	248,70	25,9400
13:00	1492,00	208,30	417,30	24,64	473,300	417,500	30,980	469,0000	249,00	25,9500
13:05	1493,00	207,90	417,20	24,70	473,200	417,500	30,930	469,3000	249,00	25,9900
13:10	1495,00	207,70	416,70	24,69	472,900	417,100	31,010	469,0000	248,90	26,0100
13:15	1495,00	207,90	417,00	24,71	472,700	417,600	30,670	469,1000	249,00	26,0100
13:20	1495,00	208,10	416,80	24,67	472,700	417,500	30,760	469,2000	248,90	26,0400
13:25	1489,00	207,90	417,20	24,63	473,800	417,600	31,150	469,2000	249,00	25,9100
13:30	1492,00	207,30	417,20	24,75	473,200	417,600	30,890	468,8000	248,80	25,9600
13:35	1494,00	207,90	417,10	24,71	472,900	417,300	30,930	468,4000	248,60	25,9600
13:40	1494,00	208,00	416,60	24,63	472,900	417,400	30,880	468,8000	248,90	25,9700
13:45	1490,00	207,40	417,40	24,73	473,600	417,500	31,120	469,4000	249,00	25,9600
13:50	1490,00	205,90	416,90	24,84	473,800	417,200	31,340	469,3000	248,90	25,9600
13:55	1492,00	207,70	416,90	24,67	473,200	417,400	31,040	468,9000	248,80	25,9600
14:00	1495,00	207,30	417,20	24,81	472,700	417,500	30,750	469,1000	248,70	26,0500
14:05	1498,00	207,70	417,10	24,78	472,300	417,300	30,680	469,5000	248,30	26,1800
14:10	1499,00	205,80	417,10	25,03	472,100	417,500	30,430	469,0000	248,50	26,1200
14:15	1504,00	207,70	415,80	24,74	471,400	416,600	30,680	468,7000	248,60	26,1700
14:20	1493,00	207,80	417,10	24,71	473,200	417,200	31,080	469,3000	248,90	26,0200
14:25	1492,00	207,70	416,70	24,66	473,200	417,400	31,030	469,3000	249,00	25,9900
14:30	1495,00	208,20	416,80	24,66	472,700	417,200	30,900	469,7000	249,00	26,0900
14:35	1492,00	206,70	416,70	24,77	473,400	416,900	31,340	468,7000	248,70	25,9400
14:40	1492,00	207,70	417,00	24,67	473,400	417,100	31,290	468,9000	248,70	25,9600
14:45	1498,00	207,10	416,60	24,81	472,400	417,000	30,870	468,7000	249,00	26,0100
14:50	1494,00	207,70	416,70	24,68	472,900	417,100	31,060	468,5000	248,80	25,9500
14:55	1499,00	207,70	416,80	24,78	472,100	417,000	30,730	467,2000	247,00	26,1000
15:00	1501,00	207,60	416,80	24,82	471,800	417,100	30,530	467,4000	246,30	26,2300
15:05	1506,00	207,50	417,00	24,94	470,800	417,200	30,080	466,7000	245,70	26,3100
15:10	1505,00	207,10	417,20	25,00	471,000	417,400	30,030	466,7000	245,20	26,3400
15:15	1507,00	206,50	416,70	25,03	470,800	417,000	30,160	466,7000	244,80	26,4300
15:20	1508,00	207,40	416,80	24,96	470,500	417,100	29,990	466,7000	244,60	26,4800
15:25	1510,00	206,90	416,70	25,06	470,200	416,900	29,960	467,1000	244,70	26,5400
15:30	1509,00	207,10	416,50	24,98	470,400	416,800	30,140	466,5000	245,30	26,3900

Figura 53. Enfriamiento producido en el evaporador



4.1.4 Inferencias del estudio térmico. Después de realizar los 3 pasos anteriores se puede realizar la comparación propuesta inicialmente:

$$Q_g \leq Q_{air} \leq Q_{ref}$$

Q_g :Ganancia de calor en el recinto más necesidad de enfriamiento del aire exterior que va ha ser impulsado a la sala.

Q_{air} :Calor extraído del aire a su paso por la AHU.

Q_{ref} :Calor ganado por el refrigerante.

Los cálculos realizados arrojaron los siguientes resultados:

$$Q_g = 19 \text{ [ton refrigeración]}$$

$$Q_{air \max} = 17,6 \text{ [ton refrigeración]}$$

$$Q_{ref \max} = 22 \text{ [ton refrigeración]}$$

Como se puede observar el valor de Q_g es mayor que el valor de $Q_{air\ max}$, esto inmediatamente causa un interrogante pues se esperaba lo contrario $Q_{air\ max} > Q_{air}$, sin embargo analizando detenidamente la situación se encuentra que por un lado el método de cálculo de cargas térmicas es una aproximación que utiliza factores que fueron deducidos de otros sistemas y mediante simplificaciones e hipótesis fueron generalizados para los demás sistemas de acondicionamiento de aire; Por otro lado también existen errores en la toma de datos en el sistema de tratamiento de aire. Por lo anterior se deduce que la cantidad de calor retirado del aire en la AHU es suficiente, es decir, asumimos que $Q_{air\ max} \cong Q_{air}$, y es posible confirmarlo con el valor de $Q_{ref\ max}$ que es lo suficientemente alto para afirmar que el sistema tiene la capacidad de refrigeración que se le solicita, otro criterio para establecer que el enfriamiento es el adecuado ha sido la visita a la sala de maternidad en donde se siente un ambiente confortable y así lo afirman quienes laboran allí.

Otro término que se puede tener en cuenta es la potencia activa consumida por el motor eléctrico, potencia que es la se convierte en trabajo útil, esta potencia debe ser adecuada para cumplir las necesidades de trabajo de compresión en el subsistema de refrigeración, y las pérdidas de energía eléctrica y mecánicas en el motocompresor recíprocante, Entonces es de esperar la relación:

$$W_c \leq P_m$$

Donde:

W_c : Trabajo de compresión en el subsistema de refrigeración.

P_m : Potencia activa consumida por el motor eléctrico del compresor.

Los valores obtenidos de los cálculos realizados fueron:

$$W_c = 31,34[\text{Hp}]$$

$$P_m = 32,7[\text{KW}] \text{ ó } 43,85[\text{HP}]$$

De donde:

$$\text{Eficiencia del compresor } \eta_c = \frac{W_c}{P_m} = \frac{31,34}{43,85} = 0,715$$

Los valores promedios de los parámetros de desempeño fueron:

$$\text{COP}^{18} \text{ promedio} = 1,62$$

$$\text{EER}^{19} \text{ promedio} = 5,53$$

$$\text{HP/Ton promedio} = 2,88$$

Estos valores se comparan con los rangos establecidos por la norma “NTC 4366 EFICIENCIA ENERGETICA EN ACONDICIONADORES DE AIRE PARA RECINTOS. RANGOS DE EFICIENCIA del 2002”, que se presentan en la tabla 21, de donde se deduce que el sistema del hospital se encuentra en los rangos del tipo G.

Tabla 21. Rangos de eficiencia según Norma NTC 4366

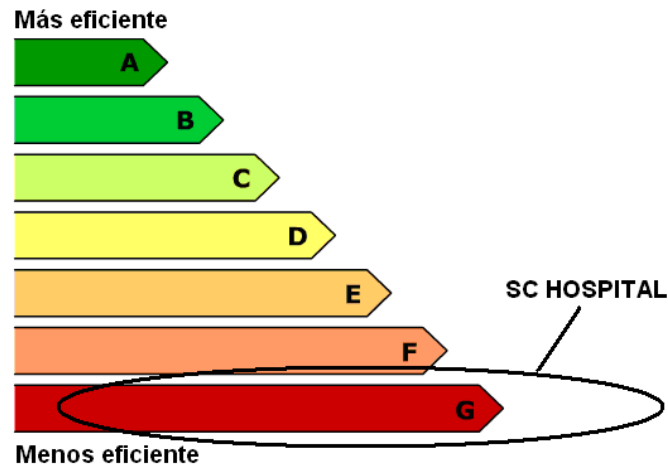
TIPO	COP	EER [Btu-Hr/W]
A	>3.05	>10.4
B	2.9 - 3.05	10.4
C	2.75 - 2.9	9.89
D	2.6 - 2.75	9.38
E	2.45 – 2.6	8.87
F	2.3 - 2.45	8.36
G	0 - 2.3	7.85

¹⁸ Sigla de *Coefficient Of Performance*

¹⁹ Sigla de *Energy efficiency ratio*

En la figura 54 se puede observar una escala que representa de manera gráfica los tipos de eficiencia energética, y se encuentra resaltado el rango G, el menos eficiente, donde se ubica el sistema del hospital.

Figura 54. Escala de eficiencia según Norma NTC 4366



Ante la baja eficiencia del sistema se hacen a continuación observaciones acerca del funcionamiento del mismo:

* Los sistemas de acondicionamiento poseen un control ON-OFF basados en termostatos ubicados en las AHU y están configurados a 40°F (4.4°C), temperatura muy baja que el sistema nunca alcanza, razón por la cuál los equipos siempre están funcionando a plena carga.

* La función de descarga de cilindros que poseen los compresores en el hospital, para disminuir la capacidad cuando el sistema se encuentra a carga parcial no esta habilitada.

* En los recintos no existe termostato que permita controlar su temperatura, por esta razón no hay un control preciso de la temperatura en las salas.

* El estado del aislamiento en los ductos de suministro se encuentra deteriorado en varias zonas, generando pérdidas de enfriamiento en el aire, de la misma manera la tubería de succión del compresor tiene el aislamiento en malas condiciones.

*No existe un conocimiento acerca del manejo del aire acondicionado por parte del personal que labora en el HUS, generando falta de una cultura por mantener las puertas y ventanas cerradas, y gestionar la instalación donde carece de estos elementos y se hacen necesarios para evitar pérdidas de enfriamiento.

* El HUS se encuentra en un nivel instrumental de mantenimiento con deficiencias que no permiten una mejora progresiva de los sistemas de acondicionamiento de aire.

4.2 ESTUDIO ELÉCTRICO

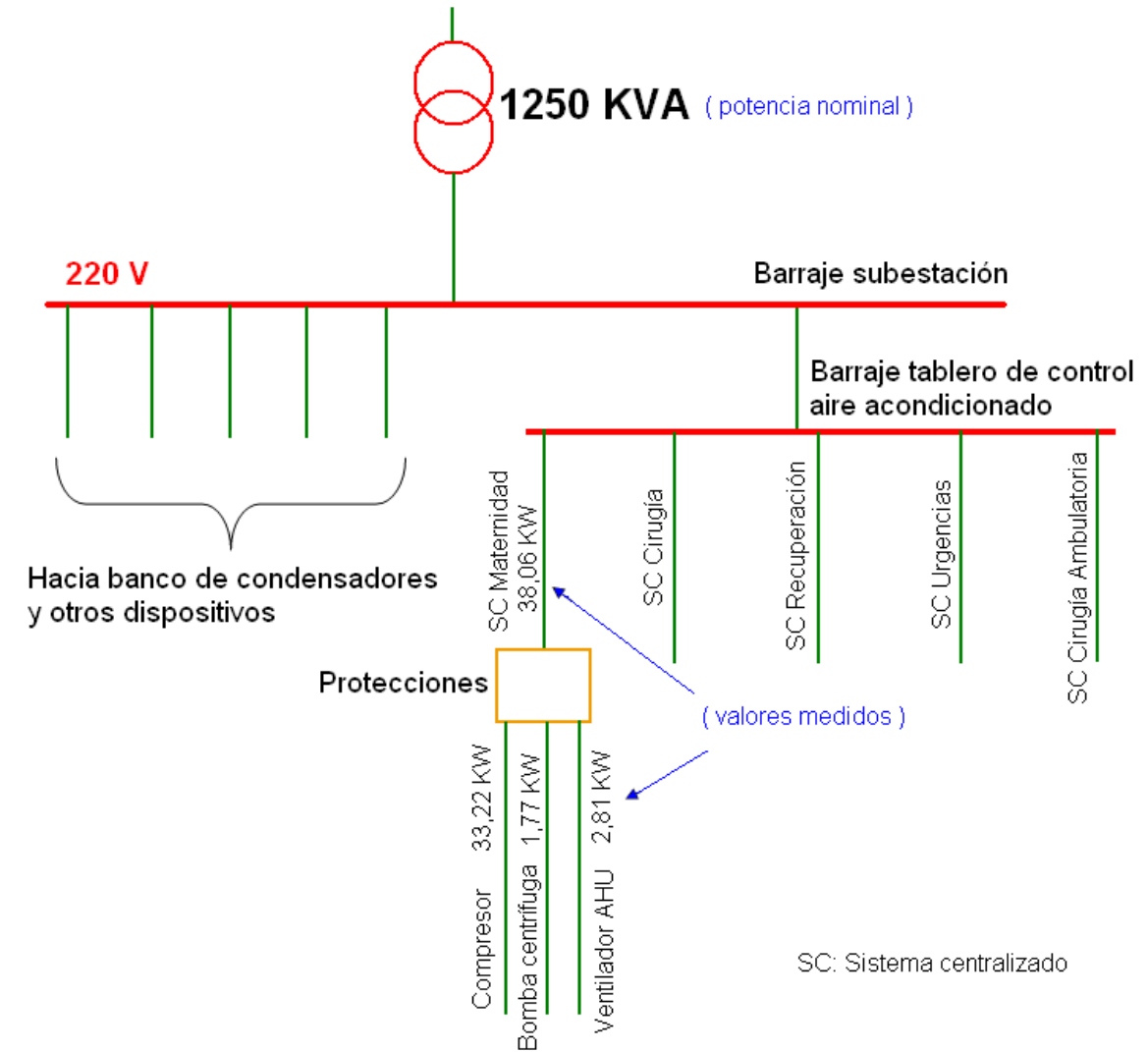
Teniendo en cuenta que los equipos de los sistemas de acondicionamiento de aire del HUS utilizan en su mayoría energía eléctrica para su funcionamiento, se realizó un estudio con el fin de establecer la influencia del uso y manejo de esta fuente de energía en la operación de los equipos, los aspectos valorados fueron:

- ✓ La capacidad de las instalaciones que posee el hospital para el tratamiento de la energía eléctrica que consume y su demanda de energía total.
- ✓ La demanda de energía eléctrica de los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire.

Con esta información se finalizó el estudio con un análisis de lo observado.

4.2.1 Capacidad de las instalaciones, y demanda de energía eléctrica del HUS. El hospital dentro de su inmobiliario cuenta con diferentes dispositivos que funcionan con energía eléctrica, para satisfacer esta demanda energética el hospital se abastece de la red pública y mediante un conjunto de equipos hace un tratamiento de esta energía con el fin entregar a cada dispositivo la cantidad requerida y de manera adecuada, es decir a niveles de tensión según las especificaciones de diseño y con las protecciones pertinentes. En el diagrama unifilar mostrado en la figura 55 se representa a grandes rasgos el circuito eléctrico general del hospital y se detalla como está conectado el sistema centralizado de maternidad.

Figura 55. Circuito eléctrico unifilar sistema centralizado de maternidad



Como se puede observar en la figura anterior, la alimentación eléctrica llega de las líneas públicas externas al hospital, pasan por el transformador (ver figura 56), el cuál posee una capacidad nominal de 1250 KVA y que se encuentra ubicado en el primer piso cerca del cuarto de máquinas de los sistemas de acondicionamiento de aire, y de allí con un nivel de tensión mas bajo (220 V), es llevada a la subestación donde la energía es repartida para los diferentes dispositivos que la solicitan mediante unos barrajes donde están anclados los conductores

encargados de transportar la energía; En la figura 57 se observan estos barrajes y en la figura 58 se observa el tablero de control principal dentro de la subestación.

Figura 56. Transformador 1250KVA propiedad del HUS



Figura 57. Barrajes subestación



Figura 58. Tablero de control subestación



Luego la energía llega al tablero de control de los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire, allí se encuentran los dispositivos de control y protección para finalmente alimentar los equipos electromecánicos del sistema centralizado de maternidad de manera segura cuando se necesite de ellos.

Vista la parte física de tratamiento de la energía eléctrica del hospital se procedió a indagar por los consumos generales del hospital, para esto se solicitó a la entidad comercializadora que provee la energía eléctrica al hospital un perfil del consumo energético, y amablemente los funcionarios de CENCOL²⁰ facilitaron los consumos de los primeros 15 días del mes de diciembre de 2008, en dicha información se encuentra los consumos por hora de energía activa y reactiva para cada día, datos que la empresa registra mediante el equipo contador/registrador marca ACTARIS serie ACE SL 7000, Esta información se digitalizó y mediante una hoja de cálculo se añadió la potencia aparente, el factor de potencia y la relación *potencia reactiva/potencia activa*; En el anexo M puede observar esta información.

La figura 59 está basada en la información suministrada por la empresa comercializadora, y en ella se puede observar el perfil de consumo de energía eléctrica tanto para el día que registró mayor consumo como para el día que presentó menor consumo; En la gráfica se ve un valor máximo 612,97 KVA que corresponde al mayor consumo presentado en los 15 días de los que se tienen datos, en la tabla 22 se muestran los valores promedio de factor de potencia y de relación de potencias reactiva/activa para los mismos días.

²⁰ Comercializadora Energética Nacional Colombiana S.A. E.S.P.

Figura 59. Perfil de consumo de energía eléctrica HUS

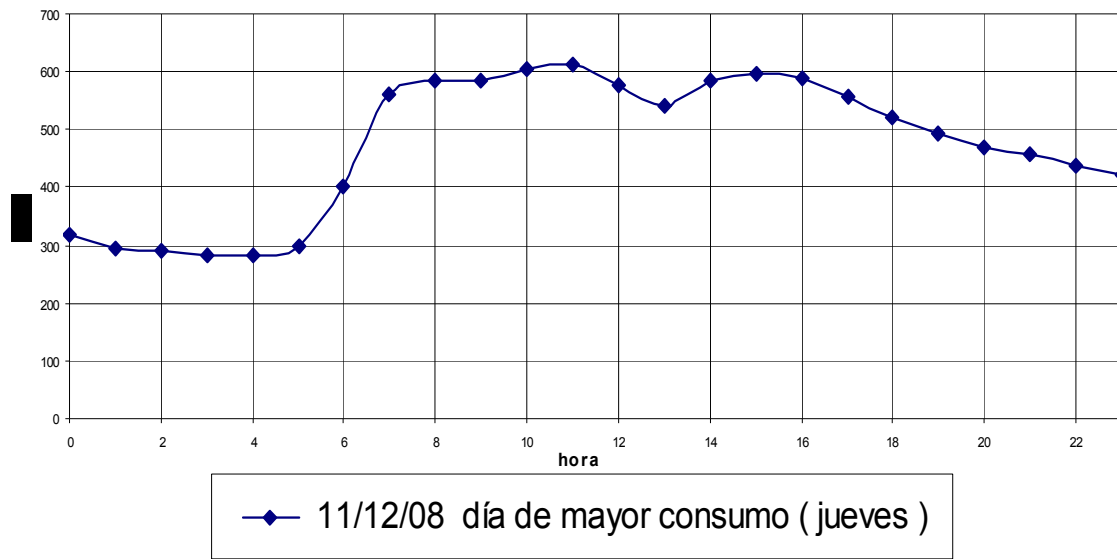


Tabla 5. Valores promedios de la energía eléctrica en el HUS

Factor de potencia	Q/R [%]
0,958	45,125

Q: Potencia reactiva

R: Potencia activa

4.2.2 Demanda de energía eléctrica de los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire. Esta información fue tomada con el analizador trifásico y la pinza amperimétrica como se ilustra en la figura 60, instrumentos descritos en el capítulo 3, Al observar los datos de campo, se evidencia que los consumos eléctricos de los equipos del sistema de acondicionamiento de aire no tienen una variación importante, esto debido a que solo poseen un control on-off, mediante un termostato ubicado en la AHU después del evaporador, el cuál apaga el compresor cuando la temperatura del aire que ha pasado por el evaporador baja hasta la temperatura a la cuál se ha configurado el termostato, sin embargo esta temperatura casi nunca se alcanza pues en el hospital el termostato es

configurado a 40°F (4,4°C) , temperatura muy baja, por lo cuál el sistema siempre opera bajo las mismas condiciones y se obtiene un consumo de energía eléctrica similar.

Figura 60. Medida de potencias con el analizador trifásico



En la tabla 23, se registran los valores promedio de las potencias que consumen los equipos pertenecientes al sistema centralizado maternidad, las medidas en la línea principal son las realizadas antes de los elementos de protección y control en el barraje del sistema centralizado por eso el valor es muy cercano a la suma de

los medidos en el compresor, bomba y ventilador, valores que fueron tomados en las líneas que ingresan a los equipos.

Tabla 22. Valores promedio de la demanda eléctrica de los equipos

LINEA PRINCIPAL				COMPRESOR			
POT. [kw]	Ø	POT. [kva]	POT. [kvar]	POT. [kw]	Ø	POT. [kva]	POT. [kvar]
38,060	0,756	50,330	33,020	33,220	0,778	42,680	26,640
VENTILADOR				BOMBA			
POT. [kw]	Ø	POT. [kva]	POT. [kvar]	POT. [kw]	Ø	POT. [kva]	POT. [kvar]
2,810	0,549	5,110	4,250	1,770	0,768	2,300	1,460

✓ **Balance de fases.** También se tomaron en cuenta los voltajes entre las líneas del sistema trifásico, para conocer el estado de balanceo entre líneas, en la tabla 24 se observan los cálculos realizados.

4.2.3 Análisis de la información de la energía eléctrica. La información expuesta anteriormente se discutió con el fin de conocer si las instalaciones eléctricas que posee el hospital son adecuadas para las cargas que imponen los sistemas de acondicionamiento de aire, por esto después de conocer dichas instalaciones se hicieron las siguientes inferencias:

Los consumos máximos de energía eléctrica en el hospital son del orden de los 600 KVA incluyendo los sistemas centralizados de acondicionamiento de aire, y nominalmente el transformador está capacitado para una potencia de 1250 KVA, se puede manifestar que existe en el hospital una potencia disponible de alrededor de 650 KVA; En relación a lo anterior se debe tener en cuenta que al menos en el

área de los sistemas de acondicionamiento de aire existen dos sistemas fuera de servicio, que son semejantes al sistema centralizado de maternidad, el cuál tiene un consumo promedio de 38 KW, entonces en caso de entrar en funcionamiento los dos sistemas se agregaría un carga cercana a 80W que sumados a los consumos actuales no darían lugar a sospecha de sobrecarga.

Tabla 23. Balance de fases

LINEA PRINCIPAL			COMPRESOR		
ΔV L1 y L2	ΔV L2 y L3	ΔV L3 y L1	ΔV L1 y L2	ΔV L2 y L3	ΔV L3 y L1
224,867	225,033	224,2	223,833	223,033	224,567
MEDIA DE VOLTAJE			MEDIA DE VOLTAJE		
224,7			223,811		
Desequilibrio L1 y L2		-0,167	Desequilibrio L1 y L2		-0,022
Desequilibrio L2 y L3		-0,333	Desequilibrio L2 y L3		0,778
Desequilibrio L3 y L1		0,5	Desequilibrio L3 y L1		-0,756
% Desbalanceo L1 y L2		-0,074173	% Desbalanceo L1 y L2		-0,00992901
% Desbalanceo L2 y L3		-0,148346	% Desbalanceo L2 y L3		0,34751527
% Desbalanceo L3 y L1		0,2225189	% Desbalanceo L3 y L1		-0,33758626
VENTILADOR			BOMBA		
ΔV L1 y L2	ΔV L2 y L3	ΔV L3 y L1	ΔV L1 y L2	ΔV L2 y L3	ΔV L3 y L1
222,667	223,3	223,833	224,233	223,433	222,5
MEDIA DE VOLTAJE			MEDIA DE VOLTAJE		
223,267			223,389		
Desequilibrio L1 y L2		0,6	Desequilibrio L1 y L2		-0,844
Desequilibrio L2 y L3		-0,033	Desequilibrio L2 y L3		-0,044
Desequilibrio L3 y L1		-0,567	Desequilibrio L3 y L1		0,889
% Desbalanceo L1 y L2		0,26874	% Desbalanceo L1 y L2		-0,37802
% Desbalanceo L2 y L3		-0,01493	% Desbalanceo L2 y L3		-0,0199
% Desbalanceo L3 y L1		-0,25381	% Desbalanceo L3 y L1		0,39791

Por otra parte al observar los datos del anexo M y/o la tabla 22, se ve que la relación de energía reactiva sobre energía activa es en promedio 0.45, es decir que la energía reactiva es de alrededor del 45% de la energía activa, lo cuál esta

por encima de lo recomendado que es el 30%, haciéndose conveniente revisar el banco de condensadores, que es el encargado de reducir esta energía reactiva.

Según los valores presentados en la tabla 24 las fases del sistema eléctrico tienen un balance apropiado entre ellas, teniendo en cuenta que el porcentaje de desbalanceo máximo admitido en estos equipos es de 2 %.

* Como se mencionó anteriormente los sistemas funcionan a plena carga y solo cuenta con un control ON/OFF, es oportuno agregar controles automáticos al sistema, en especial un control de capacidad mediante un variador de frecuencia, que permite que el consumo de potencia tenga un comportamiento similar a la demanda de refrigeración y mejorar de esta manera los parámetros relativos de desempeño.

* Para complementar el estudio realizado es conveniente hacer un estudio del estado de las protecciones eléctricas teniendo en cuenta el largo tiempo que llevan en uso, también es oportuno realizar un análisis del sistema pararrayos y de puesta a tierra.

*Debido al aumento del uso de equipos electrónicos en la actualidad es conveniente realizar un estudio de armónicos en la red eléctrica, debido a que la presencia de este fenómeno en la red puede causar daños en los equipos conectados a ella.

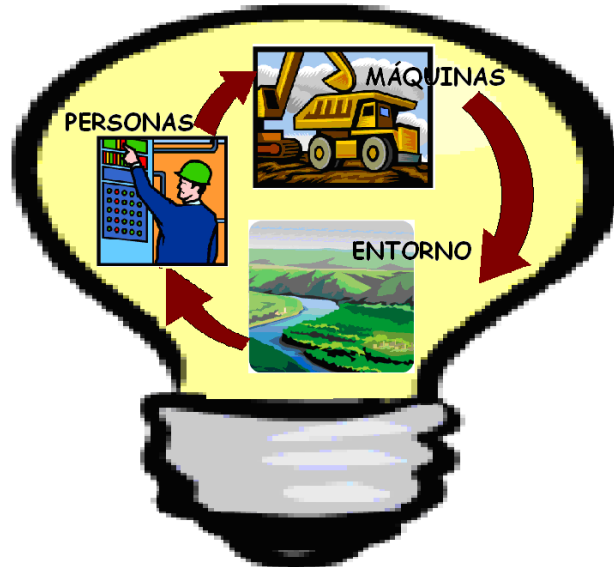
4.3 METODOLOGÍA RCFA

4.3.1 Generalidades de la ingeniería de mantenimiento. A través del tiempo, la actividad denominada mantenimiento, ha adquirido mayor importancia en las organizaciones, pues ha pasado de ser en años atrás la actividad de reparar averías en los equipos, para convertirse hoy en parte estratégica de la organización.

La importancia que hoy tiene el mantenimiento se basa fundamentalmente en el comprobado beneficio económico que representa la implementación adecuada de las técnicas del mantenimiento en las organizaciones sean estas industriales o de servicios. Dichas técnicas que a su vez van cambiando con el tiempo, han hecho que el mantenimiento pase de ser una labor artesanal, a una actividad científica muy dinámica que congrega profesionales que día a día van aportando y haciendo que técnicas entren en desuso dando paso a otras que quizás se adapten mejor a una situación determinada, sin desmeritar la pertinencia que las anteriores han tenido en su desempeño.

Es así como se puede considerar el mantenimiento como una ciencia en crecimiento, cuya aplicación y la creatividad con que ésta se realice dan paso a lo que llamamos Ingeniería del Mantenimiento, logrando con ello de una manera sistemática, práctica y con resultados tangibles, tener equipos e instalaciones en condiciones favorables de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

Figura 61. Elementos del sistema de Mantenimiento



Igualmente la Ingeniería del Mantenimiento debe procurar una fluida relación con las demás áreas de la empresa como son producción, logística, financiera, calidad, etc. Y de esta manera facilitar la consecución de sus objetivos, que como se dijo anteriormente deben ser tangibles; También debe ser claro que la ejecución de sus actividades debe involucrar y beneficiar a los tres elementos que conforman el denominado sistema de mantenimiento (ver figura 61), que es la interrelación de las personas, las máquinas y el entorno, pues la evolución de las ciencias tiene el noble fin de mejorar el bienestar de las personas, y además son las personas que interactúan con las máquinas, mas conocidos como operarios los primeros en conocer los principios del mantenimiento, y quienes deben aplicarlo, ejemplo de ello es el mantenimiento autónomo que cada operario debe hacer a su máquina con la que labora diariamente, así también es importante saber cual va ser el impacto que nuestra actividad va producir al entorno, ojala dicho impacto sea positivo, pero en ningún caso permitamos que sea negativo; Por ejemplo, también es función del operario velar porque su máquina no vierta lubricantes fuera de los depósitos destinados para ello, pues podrían llegar a fuentes hídricas, pero también es función de directivos garantizar que las

máquinas tengan una gestión del mantenimiento adecuada que permitan que el operario pueda hacer su labor .

Como vemos la actividad del mantenimiento es muy variada y tiene varios niveles de complejidad, podemos hablar desde nuestro propio mantenimiento, que implicaría nuestro aseo diario, la alimentación, las visitas periódicas al médico, hasta el mantenimiento de grandes complejos industriales; Esto nos hace pensar en diversos niveles del mantenimiento, dependiendo del tamaño, complejidad, o capacidad económica de la organización, entendiéndolo que cualquiera que sea puede hacer gestión del mantenimiento de acuerdo a sus necesidades.

El doctor Alberto Mora Gutiérrez nos presenta en su libro “Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios” una jerarquización de los niveles del mantenimiento como se muestra en la tabla 25.

Tabla 24. Niveles del Mantenimiento

NIVELES DEL MANTENIMIENTO	
Nivel Instrumental	Registros, documentos, historia, información, codificación, las 5S, mejoramiento continuo, etc.
Nivel Operacional	Acciones correctivas, modificativas, preventivas, y predictivas.
Nivel Táctico	TPM, RCM, Proactivo, Reactivo, Clase Mundial etc.
Nivel Estratégico	CDM, LCC, Terotecnología

Él nos habla de un nivel instrumental, donde básicamente lo que se busca es recopilar e interpretar información que guíe los pasos a seguir en la tarea del mantenimiento, además esta información puede ser sencilla como registros, codificación o información de las máquinas, más avanzada como implementación de políticas organizacionales como las 5S o precisas como el análisis RCFA que permite atender una situación específica dentro de la organización, cabe aclarar

que también las actividades de este nivel son importantes y en ocasiones necesarias para el desarrollo de los demás niveles del Mantenimiento; Luego encontramos el nivel operacional donde como su nombre lo indica reúne una serie de acciones encaminadas a garantizar o restablecer el funcionamiento de los equipos, estas acciones pueden ser de tipo correctivo, modificativo, preventivo, y de manera más profunda encontramos las acciones preventivas que demandan, revisiones y análisis periódicos, y el uso de herramientas matemáticas, estadísticas, entre otras que hacen el trabajo más riguroso.

Posteriormente el nivel táctico, nos involucra en lo que se denomina la filosofía del mantenimiento, donde ya las tareas no son fruto de un trabajo aislado del equipo de mantenimiento, sino que hacen parte de una política organizacional donde cada miembro tiene una responsabilidad en mayor o menor medida, pero que igual hace parte de las acciones encaminadas a alcanzar los logros de la organización, logros que la ingeniería de mantenimiento debió ayudar a establecer y debe colaborar en su consecución. Dicha política puede ser generada por la organización de acuerdo a su experiencia y sus necesidades, y puede darse por la evolución de los niveles del mantenimiento anteriormente mencionados, sin embargo existe metodologías ampliamente conocidas como el TPM²¹ y el RCM²², que han sido aplicadas con éxito en organizaciones japonesas y americanas principalmente, y que muchas compañías han adaptado a sus propias necesidades.

Finalmente se encuentra el nivel estratégico, que se refiere a la aplicación de metodologías para evaluar los resultados obtenidos, y poder redefinir el rumbo de la organización, en este nivel también se dispone de herramientas conocidas como son índice CDM²³ y el LCC²⁴.

²¹ Sigla de Total Productive Maintenance – Mantenimiento Productivo Total

²² Sigla de Reliability Centered Maintenance – Mantenimiento Centrado En Confiabilidad

²³ Sigla de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad

²⁴ Sigla de Life Cycle Cost – Costo del Ciclo de Vida

4.3.2 RCFA²⁵ como herramienta de la ingeniería de mantenimiento a nivel instrumental. La presencia de fallas en equipos frecuentemente causa paros en sistemas de producción o de prestación de servicios, con las respectivas consecuencias que de esta situación resultan como pérdidas de dinero, atrasos en los pedidos, inconformidades de los clientes, etc. Este es el caso del hospital donde fallas en los compresores y torres de enfriamiento han ocasionado paro de los Sistemas Centralizados de Acondicionamiento de Aire, precisamente el conocimiento de esta situación fue el primer paso para plantear el trabajo que se presenta en este documento.

Cuando se presentan fallas en los equipos el impulso generalmente es combatir los síntomas y lograr poner el equipo en funcionamiento rápidamente, algo así como cuando en un sistema eléctrico se produce un corto circuito y se quema el fusible, el primer impulso sería colocar un fusible nuevo, pero como bien sabemos el fenómeno que produjo el corto circuito seguramente continúa presente y el nuevo fusible probablemente también se quemará, así también en los sistemas térmicos debemos encontrar la causa raíz de las fallas, buscar su solución, y desde luego poner en funcionamiento el elemento que falló, como podría ser el compresor o la torre de enfriamiento.

Para realizar el proceso esbozado anteriormente se han desarrollado herramientas, que permiten mediante procesos sistémicos encontrar las causas, modos o efectos de las fallas, cada una de ellas con características que las hacen más útiles para una situación dada que otras, en nuestro caso utilizamos la herramienta RCFA, pues como se describe más adelante en el documento es una herramienta sencilla pero útil para el caso del HUS.

²⁵ Sigla de Root Cause Failure Analysis – Análisis de la Causa Raíz de las Fallas

4.3.3 Fundamentos de la aplicación de la herramienta RCFA. Como se ha mencionado anteriormente la herramienta RCFA hace parte de una serie de instrumentos que podemos usar en el nivel instrumental de la ingeniería de mantenimiento, recordemos que a este nivel se busca de manera sistemática obtener información y en el caso del RCFA buscamos información para encontrar la causa raíz de la falla o las fallas y facilitar su corrección o eliminación y mantener los equipos y procesos en funcionamiento.

El RCFA puede aplicarse independientemente, cuando se presentan fallas esporádicas o repetitivas, pero se puede aprovechar mejor su aplicación si se integra a un plan táctico de la organización como puede ser el TPM, donde no solo podemos encontrar la causa raíz de las fallas, sino generar el plan correctivo, un plan de modificaciones si es el caso, establecer índices de mantenibilidad y confiabilidad; En fin, dependiendo de la dedicación y creatividad de quienes lideran el equipo de aplicación del RCFA, y de la estructuración de la ingeniería de mantenimiento dentro de la organización, se puede aumentar el beneficio de la herramienta.

La metodología de aplicación del RCFA reúne una serie de pasos que se describen a continuación:

- Identificar los hechos más representativos

Aquí se busca información sobre la falla, con esta información se define lo mejor posible y se calcula las pérdidas que ocasiona.

- Conservar las pruebas de las fallas

En este punto se buscan datos como las partes del equipo que se afectaron, la ubicación que tenían, el personal involucrado en la falla, llevando siempre un

registro de toda la información recopilada, cabe anotar que fotos, videos, muestras, por ejemplo de aceites, todo ello es válido dentro de la recolección de datos.

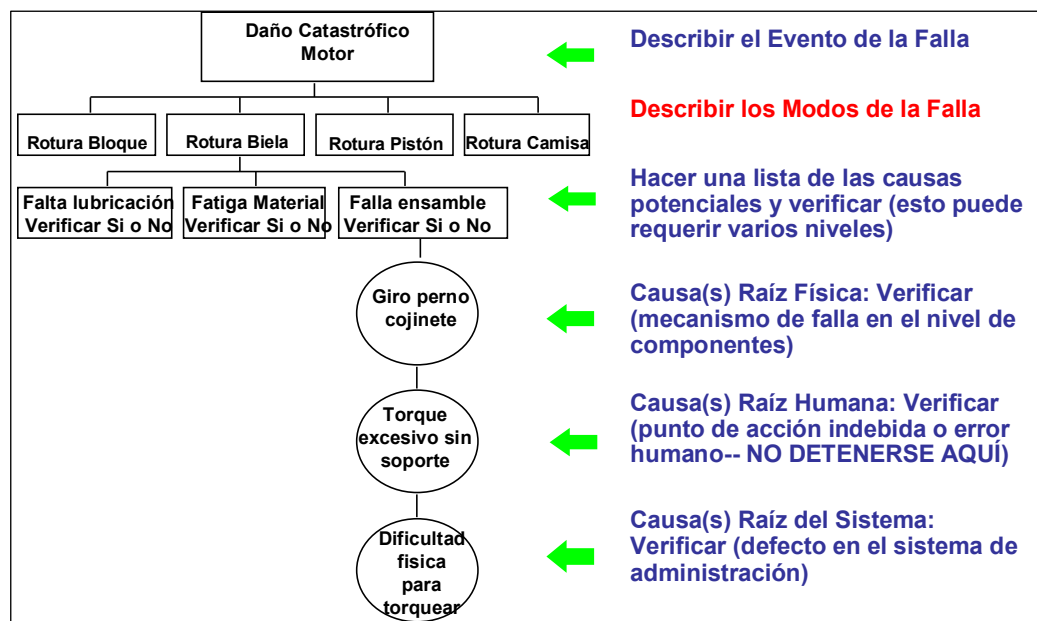
- Ordenar el análisis

Organizar funcionalmente el equipo de trabajo, dependiendo del tipo de proceso que se tenga se necesitan entre otros el experto en RCFA, quien conoce el proceso, un ingeniero, un técnico de mantenimiento, un operador.

- Construcción del árbol lógico de fallas

Es una manera lógica y sistemática para encontrar la causa raíz real, en la figura 62 se presenta de manera gráfica los paso para elaborar el árbol lógico de fallas.

Figura 62. Árbol Lógico de Fallas



Fuente: Análisis de Fallos, Luis Alberto Mora-Bogota 2005

Los dos primeros niveles del árbol lógico consideran todos los “hechos conocidos” del problema a analizar. Estos dos niveles conforman la caja superior y representan la definición de la falla. El primer nivel es la declaración del evento, la razón por la que se está analizando el problema. El segundo nivel representa los modos del problema. Se pueden analizar los modos de falla como las causas aparentes del evento. En el tercer nivel se procede a hipotetizar “como” pudo haber ocurrido. La clave es ser amplio e incluir todo lo posible en la lista de causas potenciales y agrupar las razones o causas en categorías generales, en esencia el árbol lógico debe ir de lo general a lo específico, aplicando la lógica deductiva.²⁶

El siguiente paso, es el más crítico, es la verificación de las hipótesis o posibles causas potenciales. Se debe verificar cada causa para saber cuáles son verdaderas y cuáles no. La verificación de las causas da la confianza necesaria para llegar a la causa raíz correcta. Este proceso de lógica deductiva y verificación se reitera una y otra vez hasta que todas las raíces se determinan acertadamente.

- Comunicar los resultados y las recomendaciones

Comunicar los resultados es el paso esencial para documentar los hallazgos en las investigaciones de RCFA y las recomendaciones asociadas.

- Seguimiento de los resultados.

Los resultados pueden ser comparados y medidos mediante la reducción en los costos de mantenimiento, el mejoramiento en las tasas de producción, la reducción de las tasas de falla, etc.

²⁶ SOJO B. Luis A. (2004). El Proceso de Análisis Causa Raíz PROACT.

*** Aplicación del RCFA en el HUS**

Como se puede apreciar, el análisis RCFA es un proceso el cual requiere mucha experiencia en el campo donde se está desarrollando el estudio de las fallas. Los autores presentan los pasos que se requieren para estos análisis, pero solo se aplica esta metodología al compresor del sistema centralizado de la sala de urgencias debido a que es el equipo que ha presentado más problemas en los últimos meses.

- Identificación de los hechos más representativos

El problema que presenta el compresor es la quema del motor, se evidencia una quema localizada en el estator el cual hace que este equipo permanezca fuera de servicio en el sistema de refrigeración, ocasionando una parada del sistema de acondicionamiento de aire de la unidad de urgencias afectando la calidad del servicio de esta sala.

- Conservar las pruebas de las fallas

Es importante destacar que al inicio del proyecto este equipo se encontraba fuera de servicio, por tanto las evidencias que se utilizan para el análisis de falla son las encontradas en el momento de visita al cuarto de máquinas. Algunos componentes se encontraban en poder de la empresa contratada para hacer la reparación del equipo.

Las evidencias, son fotografías tomadas a las partes afectas del compresor y se muestran a continuación:

En la figura 62 se aprecia el estado del intercambiador de calor, y es evidente la falta de mantenimiento del mismo.

Figura 62. Intercambiador de calor sucio



En la figura 63 se puede observar el mal estado del aislamiento de la tubería de succión del compresor.

Figura 63. Estado del aislamiento en la tubería de succión



En la figura 64 se aprecia la muestra de aceite quemado con refrigerante, y se encontró en el cilindro del compresor.

Figura 64. Aceite quemado en los cilindros del compresor



En la figura 65 se puede ver el plato de válvulas con muestras de aceite, el cual ha estado sometido a un recalentamiento.

Figura 65. Plato de válvulas recalentado



En la figura 66 se aprecia las partículas del aceite contaminado en la tapa del cárter del compresor, producto de desgaste en los cilindros y otras partes móviles.

Figura 66. Partículas del aceite contaminado en la tapa del cárter



En la figura 67 se aprecia la quema localizada del estator, el cual se encuentra localizado a un lado del compresor, específicamente en el lado opuesto de la bomba de aceite.

Figura 67. Estator con quema localizada



En la figura 68 se puede ver que el compresor no cuenta con controles de temperatura para la succión y para la descarga, también se aprecia que solo cuenta con un manómetro.

Figura 68. Compresor con falta de manómetro y termómetros



En la figura 69 se aprecia las marcas ocasionadas en el cigüeñal, producto de una mala lubricación en las bancadas del mismo.

Figura 69. Cigüeñal con marcas de fricción



En la figura 70 se puede ver las marcas de fricción ocasionadas en el rotor, producto de un constante roce y una falta de lubricación.

Figura 70. Rotor con marcas de fricción



En la figura 71 se aprecia un compresor en estado de congelamiento. Fuera de sus condiciones de funcionamiento normal.

Figura 71. Compresor en estado de congelamiento



Es importante aclarar que según los técnicos cercanos a la zona del equipo se encontraron más piezas con fisuras como son pistones, bielas, anillos y como se menciono anteriormente no fue posible conocer estas evidencias porque estaban en manos de la empresa contratista.

- Ordenar el análisis

Para estos análisis de fallas siempre se debe contar con gente de los diferentes niveles de trabajo como son operarios, técnicos, ingenieros entre otros; para el caso que se esta trabajando se encontraron varios inconvenientes, debido a que el HUS no cuenta con técnicos capacitados en los equipos, el operario encargado del equipo en el momento de la falla era el señor Fernando Duran (Q.E.P.D) falleció meses después de iniciado el proyecto razón por la cuál no obtuvimos su versión de los hechos

Se hicieron entrevistas al personal de las áreas de mantenimiento cercanas a la zona donde se encuentra el equipo que falló tratando de obtener la mayor información posible por medio de preguntas que ayuden a describir los diferentes síntomas antes y después de la falla del compresor.

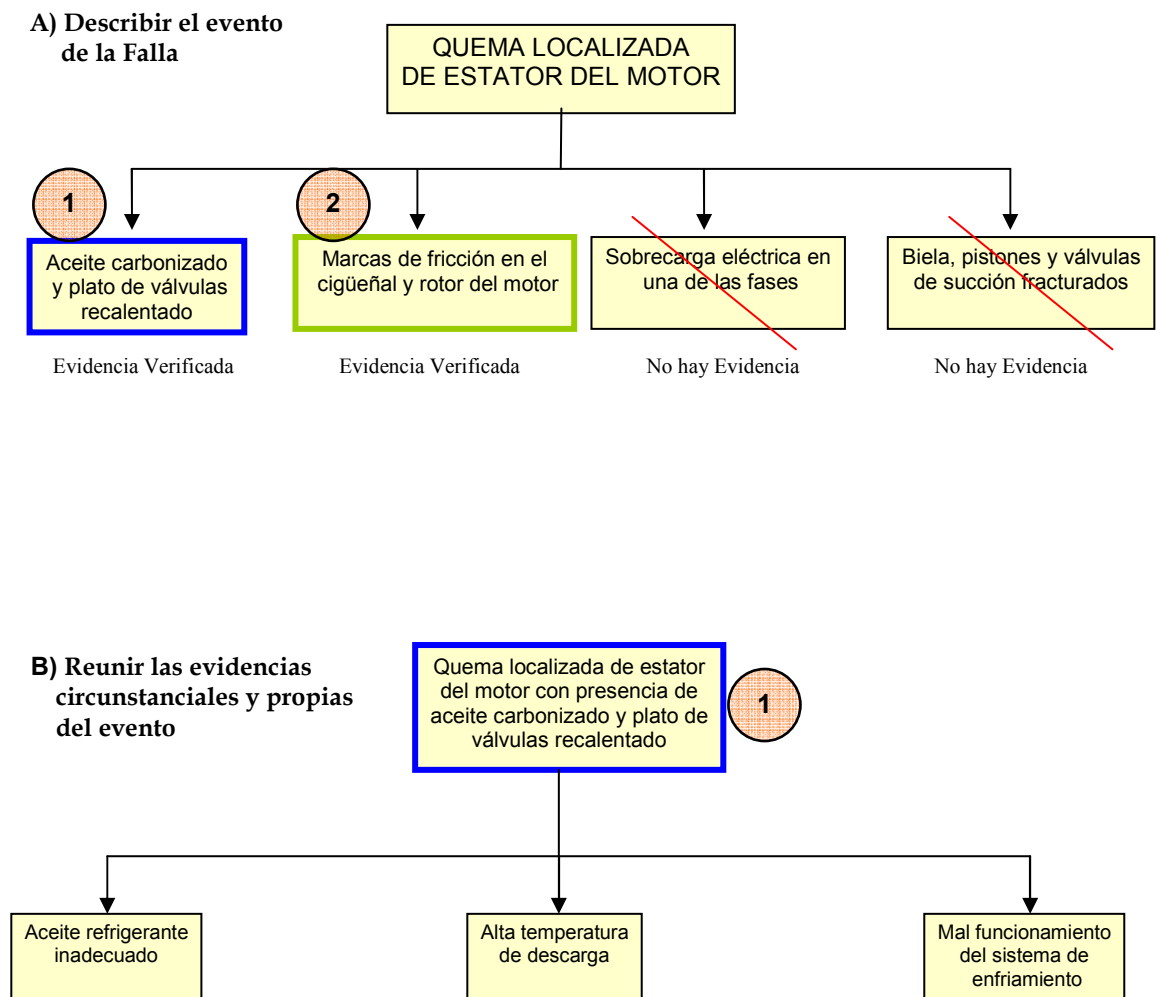
- Construcción del árbol lógico de fallas

La construcción de este árbol lógico de fallas se hizo paso a paso según la metodología descrita anteriormente, estos pasos se hicieron para las dos causas de falla de las cuales se encontraron evidencia, cada causa esta resalta con un color diferente en los recuadros, los pasos son los siguientes:

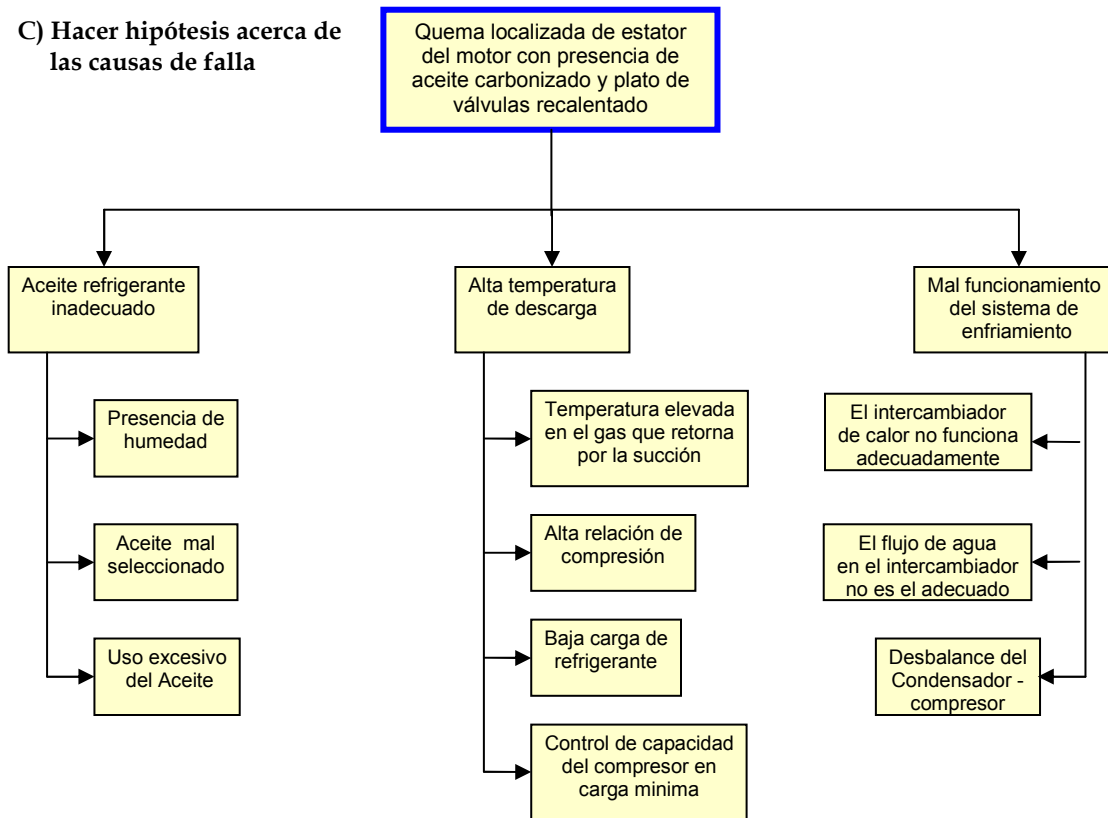
- A) Describir el evento de la falla: Es el inicio del árbol, se escribe lo que pudo haber ocasionado la falla y se tachan con una línea roja donde no se encuentra evidencia.
- B) Reunir las evidencias circunstanciales y propias del evento: En este paso se escribe las primeras suposiciones de la causa que dio motivo a la falla.
- C) Hacer hipótesis acerca de las causas de falla: Este paso contiene las hipótesis de las anteriores suposiciones que pudieron causar la falla.
Este paso se divide a su vez en dos partes:
a) Es la verificación de las anteriores hipótesis
b) Es el planteamiento de las posibles causas de falla de las hipótesis del paso anterior.
Para el caso que se esta tratando, se tachan con una línea roja las evidencias que no fueron verificadas.
- D) Determinar la causa raíz física y verificarla: Es el paso donde se encuentra la mayor evidencia en el equipo que pudo haber causado la falla, se buscan las mayores evidencias como son fotografías, videos, entre otros.
- E) Determinar la causa raíz humana y verificarla: Es el paso donde se encuentra por que se pudo haber dado la causa raíz física, la idea no es buscar personas culpables, si no que personal fue el que estuvo involucrado en la falla.
- F) Determinar la causa raíz latente y verificarla: Es el paso final del árbol de fallas, donde se encuentra por que se esta presentando la anterior causa y cuales son las deficiencias presentes en esta área del equipo que falló.

Como se aprecia en la figura 72 este árbol tiene cierto nivel de conocimiento del equipo para su construcción, es de resaltar que las evidencias que se nombran en el árbol siguiente, son las fotografías presentadas anteriormente, también se hizo la revisión de listas de chequeo, hojas de vida de equipos, protocolos de mantenimiento entre otros y no se encontró nada respecto al equipo que se esta tratando, por tanto esto también sirvió como evidencia para la construcción del árbol de fallas.

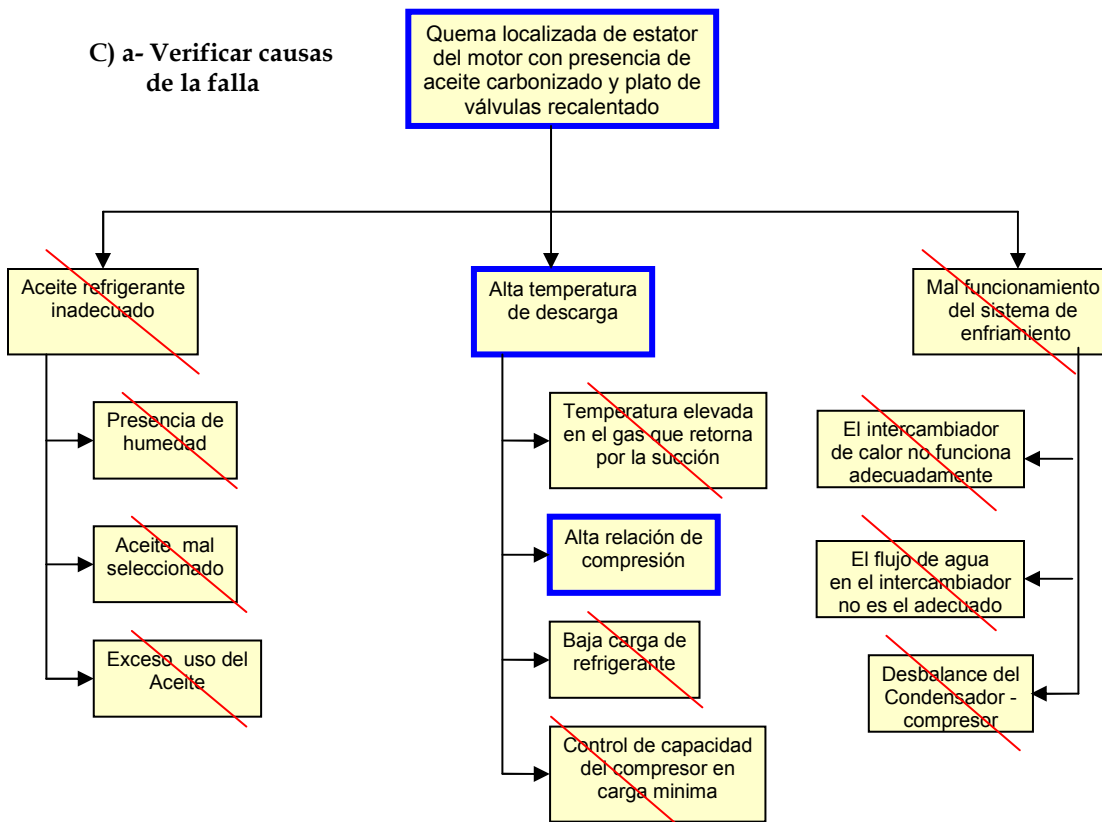
Figura 72. Árbol lógico de fallas



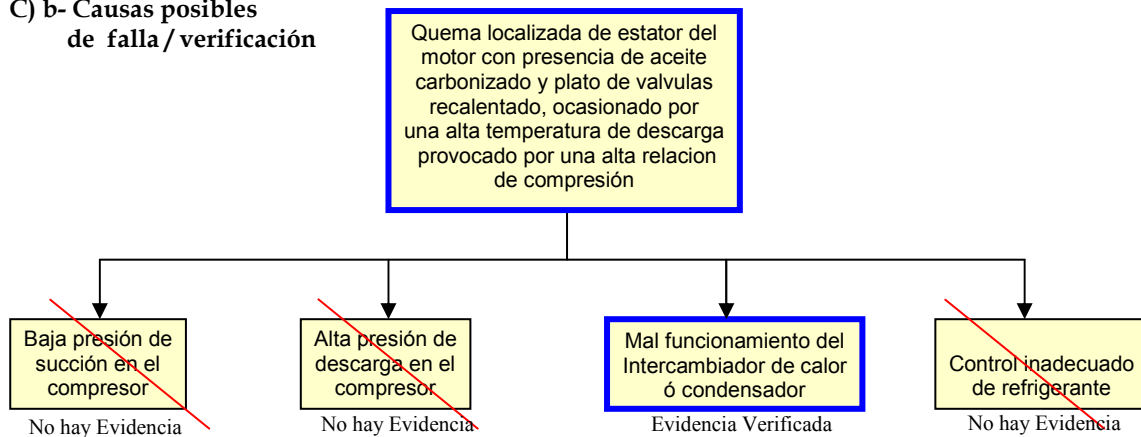
C) Hacer hipótesis acerca de las causas de falla



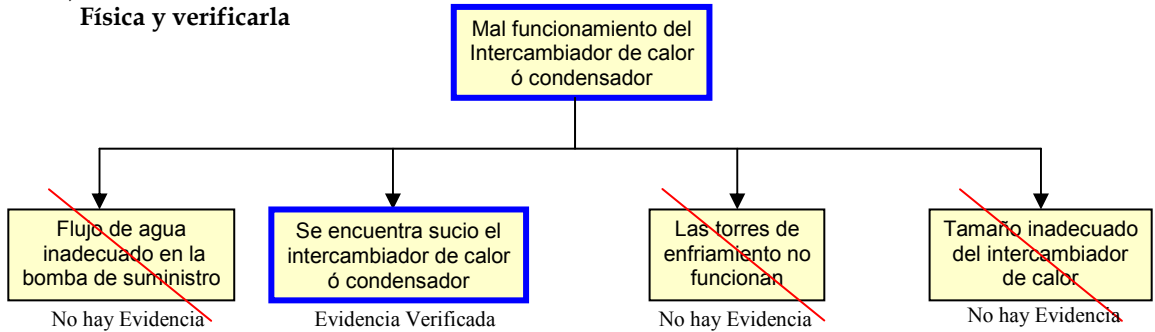
C) a- Verificar causas de la falla



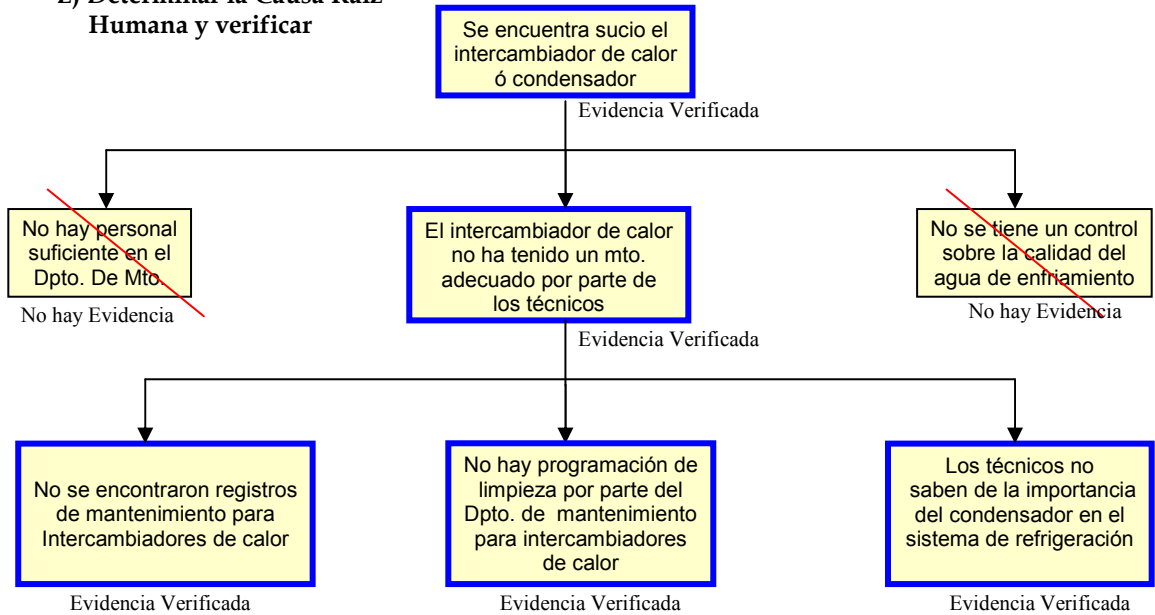
C) b- Causas posibles de falla/verificación



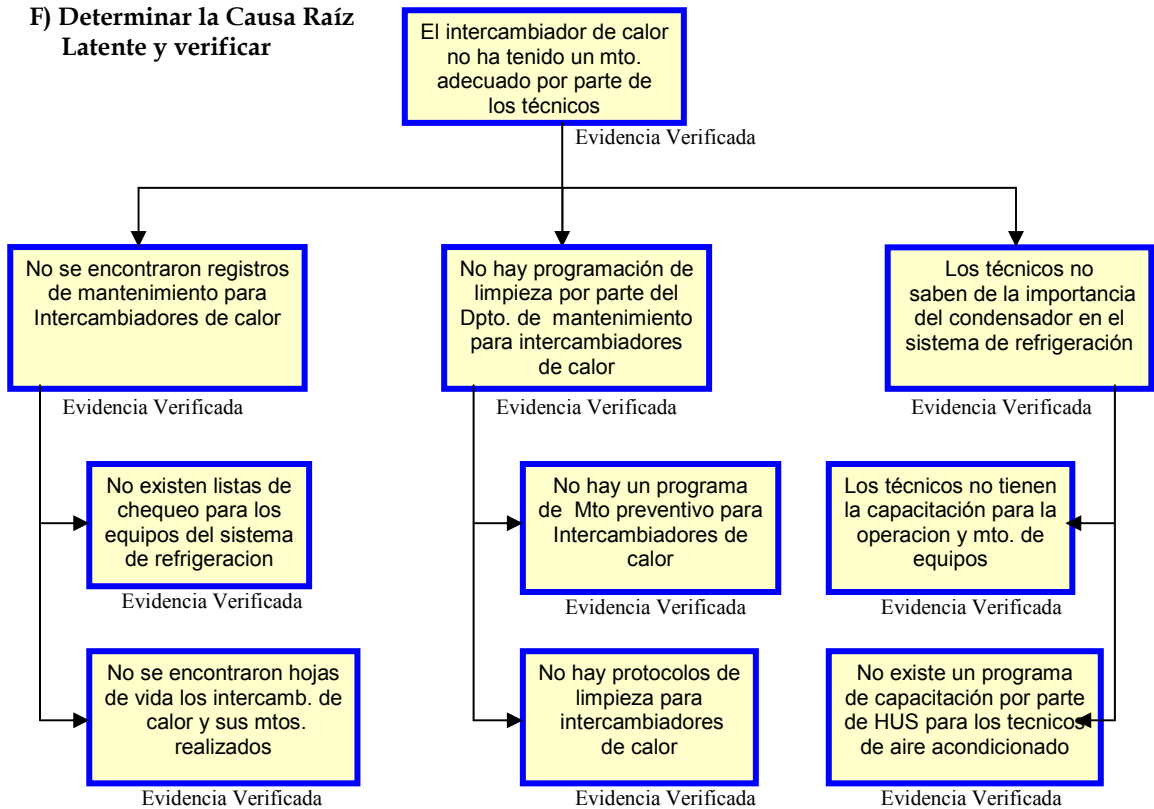
D) Determinar la Causa Raíz Física y verificarla



E) Determinar la Causa Raíz Humana y verificar

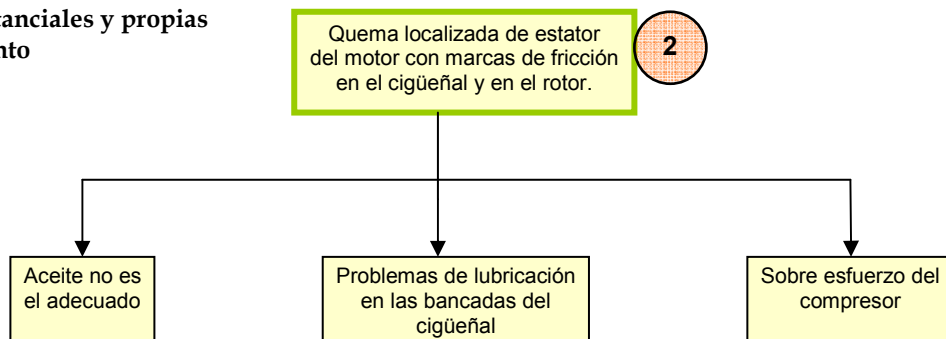


F) Determinar la Causa Raíz Latente y verificar

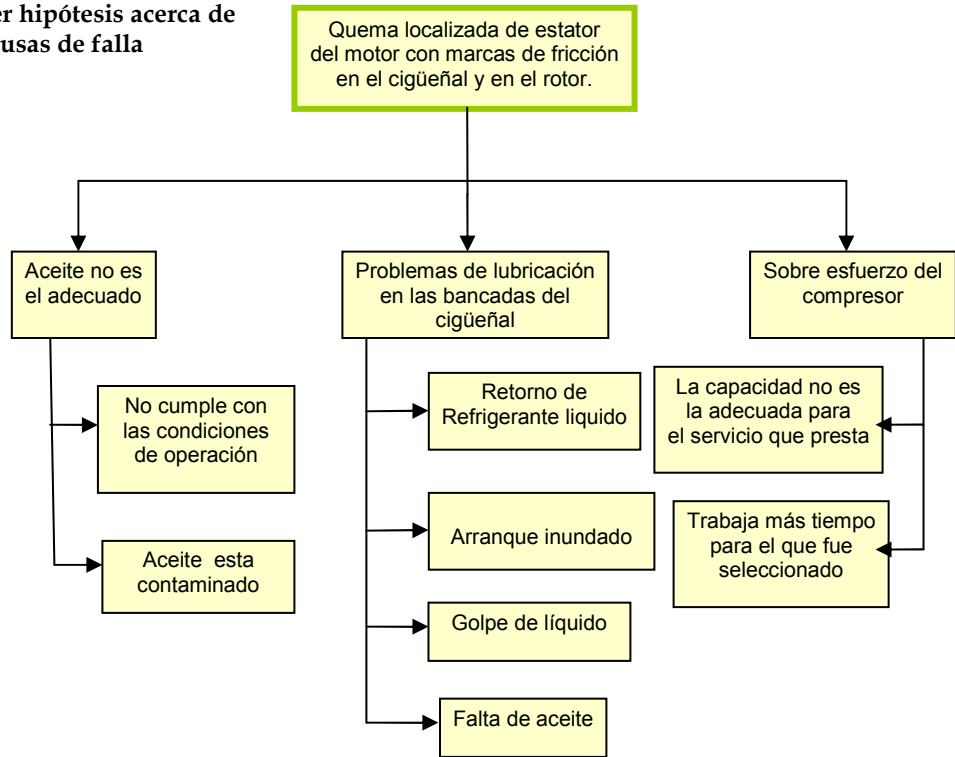


*** Descripción de la segunda causa verificada**

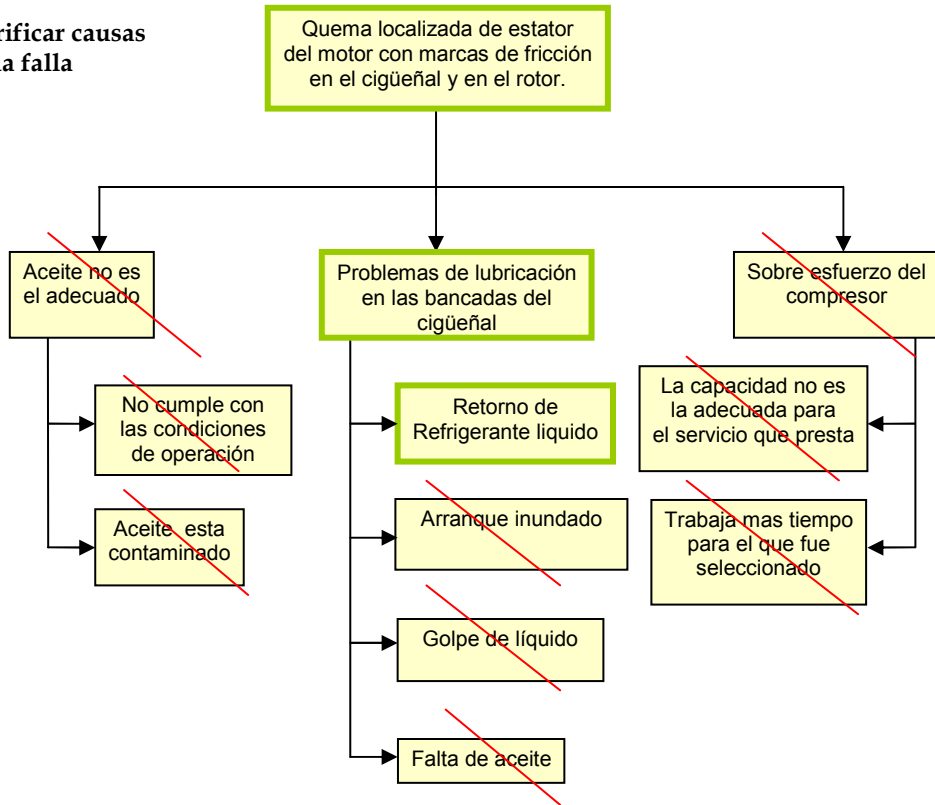
B) Reunir las evidencias circunstanciales y propias del evento



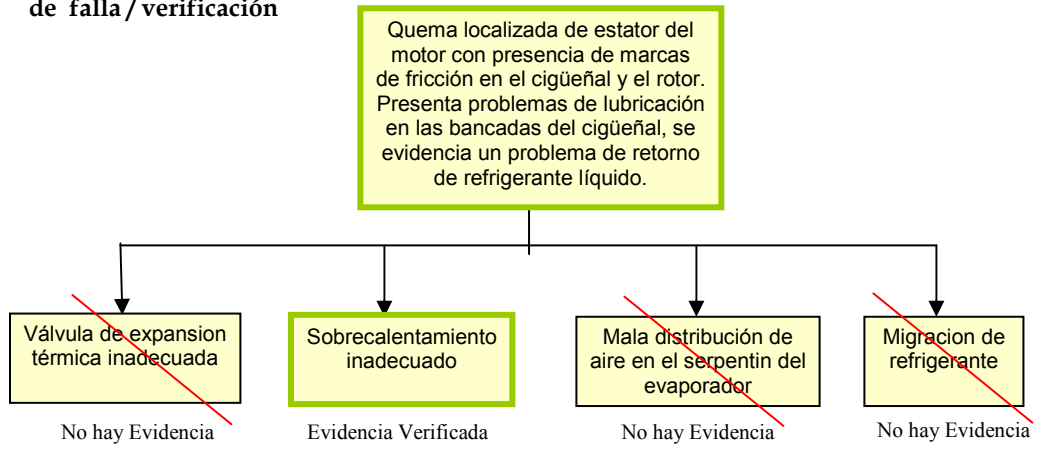
C) Hacer hipótesis acerca de las causas de falla



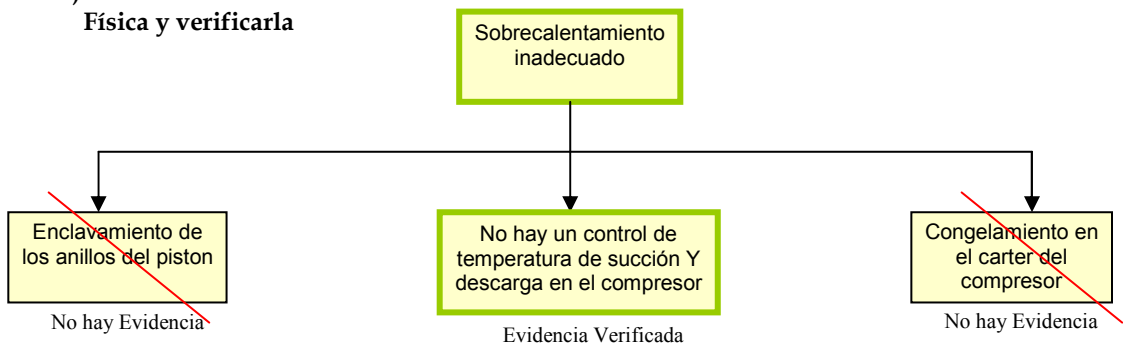
C) a- Verificar causas de la falla



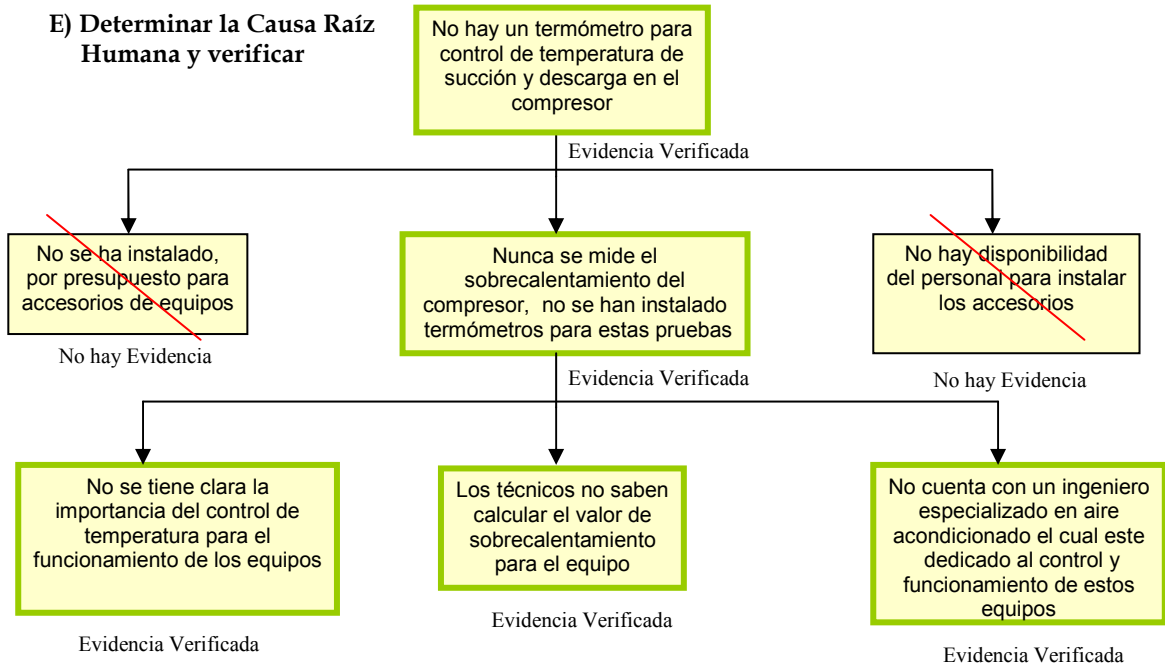
C) b- Causas posibles de falla/verificación



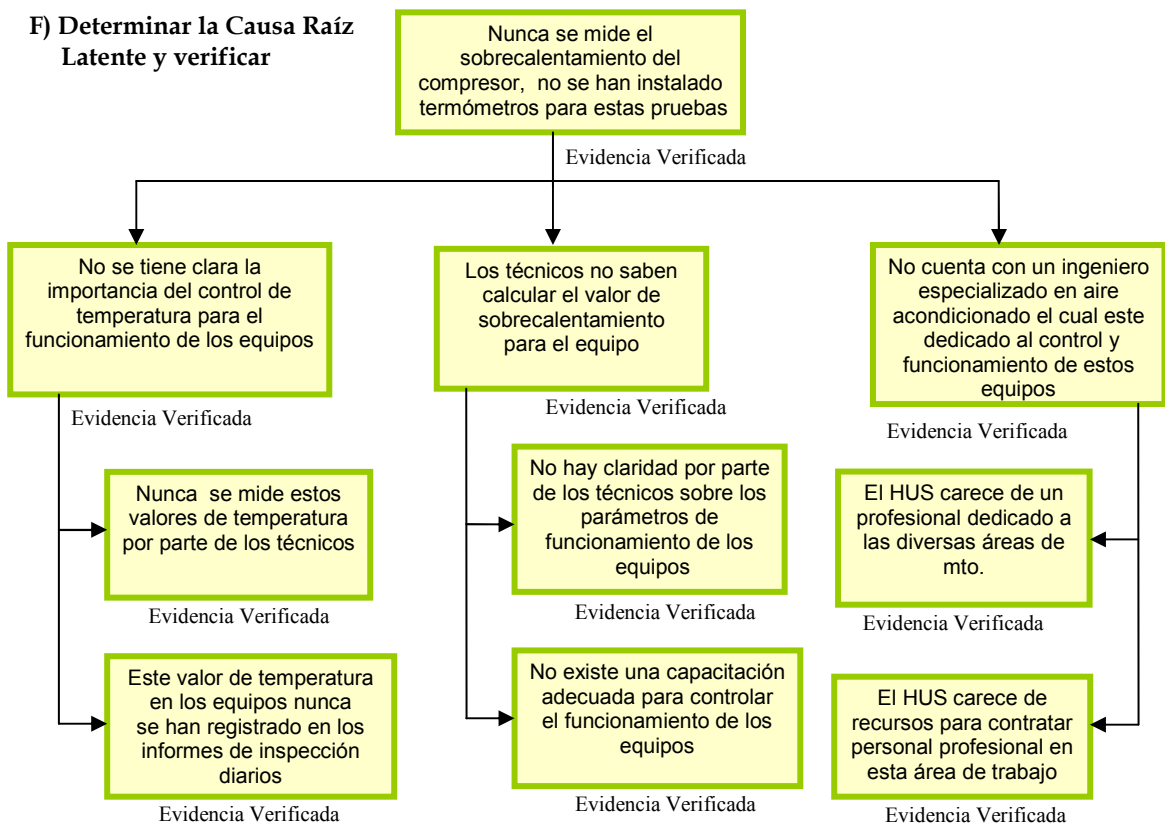
D) Determinar la Causa Raíz Física y verificarla



E) Determinar la Causa Raíz Humana y verificar



F) Determinar la Causa Raíz Latente y verificar



- Comunicar los resultados y las recomendaciones

El resultado que se obtiene de los pasos anteriores del análisis de fallas, esta basado en la información que se recopiló durante todo el desarrollo del proyecto, el diagnostico dado por los autores esta dividido en dos partes según las causas que se enunciaron en el inicio del árbol de fallas y se describe de la siguiente manera:

Como primera parte el funcionamiento del subsistema de refrigeración del sistema centralizado de aire acondicionado de la unidad de urgencias presenta problemas de mantenimiento, se encontró que el HUS no implementa una filosofía de mantenimiento que le permita prevenir fallas, el mantenimiento se realizaba a nivel instrumental y de manera superficial por una empresa externa hasta el primer trimestre del año 2008, los mantenimientos consistían en limpieza externa de equipos, no se encontraron listas de chequeo, solo tienen un formato de inspección diario de la presión en compresores y bombas, tampoco se encontraron las hojas de vida completas de los equipos, solo disponen de una ficha técnica del equipo la cual esta con información incompleta, ver anexo F.

Debido a la falta de mantenimiento preventivo adecuado, los equipos presentan deterioro, en parte por descuido conllevando a un mal funcionamiento, en el caso de los intercambiadores de calor no se encontraron registros de limpieza, protocolos de mantenimiento con la consecuencia de un estado sucio de estos ocasionando la obstrucción en las tuberías debido al mugre y barro acumulado (ver figura 62), de esta forma disminuyendo la transferencia de calor y así mismo provocando un mal funcionamiento e intercambio de calor entre el agua y el refrigerante.

Debido a lo anterior existe alta relación de compresión manifestándose en alta temperatura de descarga producto también de un mal aislamiento de las tuberías de succión en el compresor (ver figura 63), esto se puede evidenciar a través del aceite carbonizado encontrado en los cilindros (ver figura 64) y el recalentamiento de la placa de válvulas (ver figura 65), esto produce una disminución de la viscosidad del aceite y de la misma manera disminuye la película de lubricación permitiendo el roce de metal contra metal generando desgaste que se revela en el desprendimiento de partículas metálicas en las paredes de los cilindros, anillos, pistones entre otras partes móviles contaminando el aceite (ver figura 66).

Estas partículas actúan y deterioran el aislamiento del bobinado del estator ocasionando corto circuito en esta zona e induciendo una quema localizada allí (ver figura 67).

Respecto a la segunda parte, el HUS no cuenta con un profesional en el área térmica que oriente el control y operación de los equipos de aire acondicionado, no hay monitoreo constante con instrumentos adecuados para medir los parámetros importantes del funcionamiento de los equipos.

Los técnicos del hospital actualmente no tienen entrenamiento formal respecto a estos equipos, resaltando el compresor que es el corazón del subsistema de refrigeración. Lo anterior, afecta directamente a los equipos, debido a que los técnicos no tienen claro la importancia de parámetros de funcionamiento como es el sobrecalentamiento a la salida del evaporador y entrada del compresor, esto ocurre constantemente por que no se cuenta con control de este parámetro haciéndose necesaria la instalación de termómetros en la entrada y salida de refrigerante en el compresor para medir en estos puntos de importancia (ver figura 68), solo se cuenta con manómetros instalados de los cuales no se cuenta con registros de calibración.

La falta de estos accesorios hace que no se controle la temperatura conllevando a un sobrecalentamiento inadecuado originando un retorno de refrigerante líquido al compresor, problema que se evitaría si el equipo o subsistema contara con un acumulador de succión en la entrada del compresor.

La acción del retorno de refrigerante líquido hace que se diluya el aceite en el carter, una mezcla de aceite rica en refrigerante es bombeada a los bujes donde el calor producto de la fricción hace que el refrigerante se evapore, ocasionando de esta forma problemas de lubricación en las bancadas del cigüeñal y dejando las marcas de fricción (ver figura 69).

De este mismo modo el desgaste en los bujes y el cigüeñal se hace mas pronunciado cerca del motor, desgaste que ocasiona que el rotor roce con el estator (ver figura 70) y así se proceda ala quema localizada del estator como se vio en una figura 67.

Adicional a los problemas de los equipos que se trabajaron, se tuvo la oportunidad de encontrar otros equipos en malas condiciones de funcionamiento como se aprecia en la figura 71.

- Seguimiento de los resultados.

El seguimiento a los resultados anteriores para el caso del proyecto se torna un poco difícil, debido a que el informe técnico que contiene todo el trabajo realizado se entrega al final del proyecto, pero se espera que el departamento de mantenimiento realice las respectivas correcciones e implemente los cambios necesarios con la ayuda del personal administrativo.

5 INFORME TÉCNICO DEL TRABAJO REALIZADO

El trabajo realizado durante el desarrollo del proyecto de grado y expuesto en los anteriores capítulos de este libro se sintetiza en la tabla 25, en esta tabla se puede acceder fácilmente a la información más relevante.

Tabla 25. Informe técnico

Proyecto: ANALISIS Y EVALUACION OPERACIONAL DEL SISTEMA CENTRALIZADO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE DEL HUS “Basado en el programa de uso eficiente de la energía para sistemas de acondicionamiento de aire UPME/URE”		
Autores:	Henry Alexander Aguilera Gil	
	José Francisco Caicedo Romero	
Director:	Ing. Omar Armando Gélvez Arocha	
CARACTERIZACION		
Objetivo: Confort	Instalación: Centralizada	Medio de enfriamiento del aire: expansión directa
Renovación del aire: renovación total	Control de flujo de aire: volumen constante multizona	
fluido de distribución del enfriamiento: solo aire	Refrigerante: R22	
Subsistema de refrigeración: mecánico por compresión de vapor		
Equipo	Sistema de Urgencias	Sistema de Maternidad
Compresor	Copeland 4DR3A3000-TSK200	Copeland 6RK2-3500-TSK200
Condensador	Intercambiador de casco y tubos	Intercambiador de casco y tubos
Válvula de Expansión	Danfoss TEX20	Alco controls TRAE
Unidad Manejadora	YORK CSIC270SHFCCE	YORK AS-10-H
Bomba de Agua	NOWA 5013	NOWA 5013
Torre de Enfriamiento	Dos torres marca TPL 244-2A-138	

ANALISIS DE LA INFORMACION	
Sistema de Maternidad	
Carga térmica	19 Tonelada de Refrigeración ²⁷
Capacidad de refrigeración	25 Toneladas de refrigeración
Potencia consumida por el sistema	51 HP
COP	1,62
EER	5,53
Hp/Ton Refr.	2,88
Clasificación de la eficiencia del sistema según norma NTC 4366	Clasificación G
Capacidad del transformador del hospital	1250 KVA
Consumo promedio de energía eléctrica del hospital	432 KVA
Consumo máximo de energía eléctrica del hospital	6123,97 KVA
Balance de fases	adecuado
ANALISIS DE FALLA RCFA	
Compresor de Urgencias	

²⁷ 1 Tonelada de refrigeración=12000 BTU/h

RECOMENDACIONES
<p>a) Operación</p> <ul style="list-style-type: none"> * Habilitar la opción de descarga de cilindros en los compresores. * Trasladar los termostatos de la unidad de manejadora de aire al recinto. * Reparar los ductos averiados de entrada de aire exterior, y utilizar filtros según el estándar ASHRAE 52 para poner en servicio el cuarto de filtros.
<p>b) Mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> * Cambiar el aislamiento deteriorado de ductos de aire y tuberías de succión del compresor. * Instalar brazos cierrapuertas en los accesos de las zonas contiguas a áreas no acondicionadas * Implementar una filosofía de mantenimiento al hospital, que a mediano plazo le permita ubicarse en un nivel estratégico de mantenimiento (mantenimiento centrado en confiabilidad, costo del ciclo de vida de las instalaciones, etc.) * Realizar un estudio del estado de las protecciones eléctricas, puesta a tierra y sistema pararrayos * Realizar un estudio de armónicos en el sistema eléctrico del HUS * Hacer una limpieza profunda de los intercambiadores de calor, y comenzar el tratamiento del agua que se utiliza para el enfriamiento. * Revisar el banco de condensadores, para disminuir la relación de energía reactiva/activa cuyo valor recomendado es 30%.
<p>c) Repotenciación</p> <ul style="list-style-type: none"> * Instalar variadores de velocidad en los motores eléctricos del sistema * Instalar lámparas de luz ultravioleta en las unidades manejadoras de aire(impide reproducción de microorganismos y disminuye necesidad de mantenimiento) * Implementar un sistema de monitoreo y control para los diferentes parámetros de funcionamiento en los equipos
<p>d) Otras</p> <ul style="list-style-type: none"> * Crear un programa educativo que genere una cultura en torno al buen manejo del acondicionamiento del aire en las salas (mantener las zonas herméticas). * Realizar un estudio de la calidad del aire interior IAQ²⁸ (estándar ASHRAE 62). * Capacitar y actualizar el personal técnico del hospital en la operación de los sistemas de acondicionamiento de aire.

²⁸ Sigla de *Indoor Air Quality*

e) Cambio de tecnología									
* El estudio determinó que los sistema centralizados actuales de acondicionamiento de aire se encuentran obsolescencia por lo tanto se propone el cambio por un solo sistema de agua helada ó chiller, el cual brinda los siguientes beneficios respecto al equipo actual.									
Sistemas Actuales					Sistema Nuevo				
- Sistema con compresor recíprocante					- Chiller con compresores scroll				
<i>Control de carga parcial</i>									
100% 66,6 % (deshabilitada)					100%, 80% 60%, 40%,20%				
<i>Ahorro de espacio en equipo</i>									
Cuarto de maquinas en el edificio, ocupando una gran área					Sin cuarto de maquinas, el equipo se instala al exterior del edificio				
<i>Ahorro de espacio en suministro</i>									
Usan ductos de gran área					Tubería (aproxim. 5% del espacio de ductos)				
<i>Componentes a mantener</i>									
5 Compresores recíprocantes 10 Ventiladores 5 intercambiadores de calor de C.T 5 Bombas centrifugas 2 Torres de enfriamiento 5 Evaporadores					5 compresores Scroll 7 Ventiladores 1 Intercambiador de calor 5 evaporadores				
<i>Consumo de energía</i>									
Sistema Actual				Sistema Nuevo					
% car.	Cap. TR.	COP	Costo \$ año	% car.	Cap. TR	COP	Cost.\$ año	Ahorro	Tiempo años
100	150	1.62	560'481.444	100	149.5	3.2	286'961.699	276'519.748	1,62
				80	125.3	3.5	216'754.089	343'727355	1,3
				60	99	4.0	148'994.650	411'486.794	1,09
				40	68.1	4.8	85'997.574	474'483.870	0,94
				20	33.9	5.1	39'877.216	520'604.228	0,86
* Respecto a lo anterior se aprecia un ahorro en pesos, aunque es un estimativo todo indica que el cambio del equipo por uno nuevo produce beneficios económicos, es recomendable hacer un estudio económico mas profundo para establece los ahorros exactos.									
* El precio de la energía para el HUS fue suministrado por CENCOL, por medio de la factura del hospital del mes de diciembre (costo unitario = 263.3 \$/KWh) .									
* El estimativo económico se hizo sin tener en cuenta la inflación, la devaluación y se asumió un valor de \$3'000.000=/Ton. Ref.									
* En la actualidad existen tecnologías mas avanzadas, sin embargo la que proponemos es la que esta mas difundida en el medio, se consigue a un precio razonable y se encuentra disponible en la región.									

6 CONCLUSIONES

- ✓ La investigación realizada para conocer los equipos fue la base para entender el sistema de acondicionamiento de aire y poder aplicar metodologías de análisis para el estudio de los mismos.

- ✓ El uso de instrumentación con puertos de comunicación RS-232 y el uso del field point facilitó la toma de datos en campo, ahorrando tiempo pues de esta manera se agiliza la toma y el análisis de dichos datos.

- ✓ Los sistemas de acondicionamiento de aire que están operando actualmente en el hospital aunque proveen el enfriamiento adecuado, están en un nivel tecnológico de obsolescencia.

- ✓ La eficiencia energética de los sistemas es muy baja, se hace necesario tomar acciones correctivas ante la posibilidad de ser penalizado el hospital al momento de entrar en vigencia normas acerca del uso eficiente de la energía.

- ✓ La calidad del aire en el hospital debe ser revisada debido a que no cuenta con elementos que aseguren la calidad del aire que están recibiendo los pacientes.

- ✓ El uso de nuevas tecnologías en el hospital permitirá un ahorro energético, de igual forma un control mas preciso de variables, bajos niveles de ruido, y disminución en el espacio ocupado por los equipos.

- ✓ Los estudios térmicos, eléctricos y de análisis de falla, permitieron no solo evaluar operacionalmente los sistemas de acondicionamiento de aire, sino también poner en práctica los conocimientos adquiridos en la academia y aprender acerca del campo práctico.

- ✓ Con el estudio realizado los autores aportan al desarrollo del HUS y es una forma de apoyo a la iniciativa de convertir el hospital en un campo escuela de la UIS.

BIBLIOGRAFIA

ASHRAE. Handbook of Fundamentals. Atlanta: GA, 2005.

ASHRAE. Handbook HVAC Applications. Atlanta: GA, 2007.

ASHRAE. Cooling and Heating Load Calculation Manual. Atlanta: GA, 1979

CARRIER, Air Conditioning Company. Manual de aire acondicionado. Barcelona: Marcombo, 1980.

COPELAND, Corporation. Manual de Refrigeración. Sydney: Emerson Climate, 1970.

ICONTEC-UPME. Programa CONOCE, CD Eficiencia energética. Bogota: UPME, 2003, disponible en: <http://www.upme.gov.co>

JIMENEZ, Ernesto y BARBOSA, Norberto. Aplicación del Análisis Exergético a Circuitos de Energía Eléctrica en el Hospital Universitario de Santander. Bucaramanga: UIS, 2007.

MARADEY, Juan F. Termodinámica Aplicada, Bucaramanga: Ediciones UIS, 2002.

MORA, Alberto. Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de servicios. Medellín: AMG, 2005

OROZCO, Carlos A. Ahorro de Energía y Eficiencia Energética en sistemas de Aire Acondicionado y Refrigeración. Publicación en Scientiac et Técnica año X, UTP, 2004.

PITA, Edward G. Acondicionamiento de Aire, Principios y Sistemas. Segunda Edición. México: Cecsca, 1994.

QUADRI, Néstor. Sistemas de Aire Acondicionado, Primera Edición. Buenos Aires: Alsina, 2001.

WEB http://www.emersonclimate.com/espanol/emerson_climate_articulos.htm

WEB <http://refrigeracion.mforos.com/1044811-biblioteca-aire-acondicionado/>

ANEXOS

Anexo A. TABLA DE GASES REFRIGERANTES ALTERNOS

Refrigeración Comercial de Temperatura media y baja reemplazos a largo plazo						
Ashrae No .	Nombre Comercial	Sustituye al	Tipo	Lubricante	Aplicaciones	Comentarios
R-507 (125 / 143a)	AZ-50	R-502 Y HCFC-22	Azeotropo	Polioléster	Equipo Nuevo y Adecuaciones de equipo instalado	Casi igual al R-502
R-404A (125/143a/134a)R- 404	404A	R-502 Y HCFC-22	Mezcla (Poco cambio en punto de ebullición	Polioléster	Equipo nuevo y Adecuaciones de equipo instalado	Casi igual R-502

Refrigeración Comercial de temperatura media y baja Reemplazos provisionales						
Ashrae No.	Nombre Comercial	Sustituye al	Tipo	Lubricante	Aplicaciones	Comentarios
R-402-A (22/125/290)	HP-80	R-502 YHCFC - 22	Mezcla (Poco cambio en punto de ebullición)	Alquibenceno o Poliotéster	Adecuaciones de Equipo instalado	Mayor presión de descarga que el R-502
R-408-A (125/143a/22)	FX-10	R-502 y HCFC-22	Mezcla (poco cambio en punto de ebullición)	Alquibenceno o Polioléster	Adecuaciones de equipo instalado	Temperatura de descarga mayor que el R-502

Reemplazos a largos plazo de refrigeración comercial de temperatura media						
Ashrae No	Nombre Comercial	Sustituye al	tipo	Lubricante	Aplicaciones	Comentarios
R-134a	HFC-134a	CFG-12	Fluido puro	Polioléster	Equipo nuevo y adecuaciones de equipos instalados	Casi igual al CFC- 12

Reemplazos Provisionales de refrigeración comercial de temperatura media						
Ashrae No .	Nombre Comercial	Sustituye al	Tipo	Lubricante	Aplicaciones	Comentarios
R-401A (22/152a/124)	MP-39	CFC-12	Mezcla(cambio considerable en punto de ebullición)	Alquibenceno o Polioléster	Adecuaciones de equipo instalado	Cercano al CFC-12 Úsese donde la Temo de Evap sea mayor a -10 f
R-401B (22/152a/124)	MP-66		Mezcla(cambio considerable en punto de ebullición)	Alquibenceno o Polioléster	Adecuaciones de sistemas de refrigeración de transporte refrigerado	Cercano al CFC-12 Úsese donde la Temo de Evap sea mayor a -10 f
R-409A (22/124/142B)	R-409A		Mezcla(cambio considerable en punto de ebullición)	Alquibenceno	Adecuaciones de equipo instalado	Capacidad mayor que el CFC-12 Similar al MP66

Reemplazos a largo plazo de aire condicionado residencial y comercial						
Ashrae No.	Nombre Comercial	Sustituye al	Tipo	Lubricante	Aplicaciones	Comentarios
R-123	HCFC-123	CFC-11	Fluido puro	Alquibeceno o Aceite Mineral	Enfriadores Centrifugos	Capacidad inferior que el CFC-11
R-134a	HFC-134a	CFC-12	Fluido puro	Polioléster	Equipo nuevo y adecuaciones de equipo instalado	Casi igual al CFC-11
R-134a	HFC-134a	HCFC-22	Fluido puro	Polioléster	Equipo nuevo	Capacidad inferior requiere equipo mas grande
R-410A (32/125)	AZ-20	HCFC-22	Mezcla casi-Azeotrópica	Polioléster	Equipo nuevo	Eficiencia mayor que el HCFC-22 y R-410B Puede requerir rediseño del equipo
R-407C (32/125/134a)	407C	HCFC-22	Mezcla (cambio considerable en punto de ebullición)	Polioléster	Equipo nuevo y adecuaciones de equipos con capacidades similares	Eficiencia menor que el HCFC-22

Fuente: <http://www.quimobasicos.com.mx/produccion/tab-rc.htm>

**Anexo B. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DEL
REFRIGERANTE R22**

Thermodynamic Properties of DuPont™ Freon® 22 (R-22) (CHClF₂) SI Units

Tables of the thermodynamic properties of DuPont™ Freon® 22 (R-22) have been developed and are presented here. This information is based on values calculated using the NIST REFPROP Database (McLinden, M.O., Klein, S.A., Lemmon, E.W., and Peckin, A.P., NIST Standard Reference Database 23, NIST thermodynamic and transport properties of refrigerants and refrigerant mixtures – REFPROP version 6.01, Standard Reference Data Program, National Institute of Standards and Technology, 1998).

Physical Properties

Chemical Formula	CHClF ₂
Molecular mass	86.47
Boiling Point At one atmosphere	-40.81°C
Critical Temperature	96.15°C
Critical Pressure	4980 kPa
Critical Density	523.8 kg/m ³
Critical Volume	0.0019 m ³ /kg

Units

- P = Pressure in kPa, Absolute
- T = Temperature in Celsius
- V_f = Fluid (liquid) specific volume in cubic meters per kilogram
- V_g = Vapor (gas) specific volume in cubic meters per kilogram
- d_f and d_g = Fluid and Vapor (respectively) densities in kilograms per cubic meter
- h = Enthalpy (kJ/kg)
- s = Entropy (kJ/kg·K)

Table 1
DuPont™ Freon® 22 Saturation Properties — Temperature Table

Temp °C	Pressure [kPa]	Volume [m ³ /kg]		Density [kg/m ³]		Enthalpy [kJ/kg]			Entropy [kJ/K-kg]		Temp °C
		Liquid v _l	Vapour v _g	Liquid d _l	Vapour d _g	Liquid H _l	Latent H _{lg}	Vapour H _g	Liquid S _l	Vapour S _g	
-100	2.0	0.0008	8.2660	1571.0	0.121	90.7	266.3	359.0	0.506	2.054	-100
-99	2.2	0.0006	7.5770	1569.0	0.132	91.8	267.7	359.5	0.511	2.048	-99
-98	2.4	0.0006	6.9540	1566.0	0.144	92.8	267.1	359.9	0.517	2.042	-98
-97	2.6	0.0006	6.3900	1563.0	0.157	93.9	266.5	360.4	0.523	2.036	-97
-96	2.9	0.0006	5.8780	1561.0	0.170	95.0	266.0	360.9	0.529	2.031	-96
-95	3.2	0.0006	5.4130	1558.0	0.185	96.0	265.4	361.4	0.535	2.025	-95
-94	3.4	0.0006	4.9910	1555.0	0.200	97.1	264.8	361.9	0.541	2.019	-94
-93	3.7	0.0006	4.6060	1553.0	0.217	98.1	264.3	362.4	0.547	2.014	-93
-92	4.1	0.0007	4.2560	1550.0	0.235	99.2	263.7	362.9	0.553	2.009	-92
-91	4.4	0.0007	3.9370	1548.0	0.254	100.3	263.1	363.4	0.559	2.003	-91
-90	4.8	0.0007	3.6450	1545.0	0.274	101.3	262.6	363.9	0.565	1.998	-90
-89	5.2	0.0007	3.3780	1542.0	0.296	102.4	261.9	364.3	0.570	1.993	-89
-88	5.7	0.0007	3.1340	1540.0	0.319	103.4	261.4	364.8	0.576	1.988	-88
-87	6.1	0.0007	2.9100	1537.0	0.344	104.5	260.8	365.3	0.582	1.983	-87
-86	6.6	0.0007	2.7050	1534.0	0.370	105.6	260.2	365.8	0.588	1.978	-86
-85	7.2	0.0007	2.5170	1532.0	0.397	106.6	259.7	366.3	0.593	1.973	-85
-84	7.7	0.0007	2.3440	1529.0	0.427	107.7	259.1	366.8	0.599	1.969	-84
-83	8.3	0.0007	2.1840	1526.0	0.458	108.7	258.6	367.3	0.604	1.964	-83
-82	9.0	0.0007	2.0380	1524.0	0.491	109.8	258.0	367.8	0.610	1.960	-82
-81	9.6	0.0007	1.9030	1521.0	0.526	110.9	257.4	368.3	0.616	1.955	-81
-80	10.4	0.0007	1.7780	1518.0	0.562	111.9	256.9	368.8	0.621	1.951	-80
-79	11.1	0.0007	1.6630	1516.0	0.601	113.0	256.3	369.3	0.627	1.946	-79
-78	12.0	0.0007	1.5570	1513.0	0.642	114.1	255.7	369.8	0.632	1.942	-78
-77	12.8	0.0007	1.4580	1510.0	0.686	115.1	255.2	370.3	0.637	1.938	-77
-76	13.8	0.0007	1.3670	1507.0	0.731	116.2	254.5	370.7	0.643	1.934	-76
-75	14.7	0.0007	1.2830	1505.0	0.780	117.3	253.9	371.2	0.648	1.930	-75
-74	15.8	0.0007	1.2050	1502.0	0.830	118.3	253.4	371.7	0.654	1.926	-74
-73	16.8	0.0007	1.1320	1499.0	0.883	119.4	252.8	372.2	0.659	1.922	-73
-72	18.0	0.0007	1.0650	1497.0	0.939	120.4	252.3	372.7	0.664	1.918	-72
-71	19.2	0.0007	1.0020	1494.0	0.998	121.5	251.7	373.2	0.670	1.915	-71
-70	20.5	0.0007	0.9434	1491.0	1.060	122.6	251.1	373.7	0.675	1.911	-70
-69	21.8	0.0007	0.8891	1488.0	1.125	123.6	250.6	374.2	0.680	1.907	-69
-68	23.2	0.0007	0.8384	1486.0	1.193	124.7	250.0	374.7	0.685	1.904	-68
-67	24.7	0.0007	0.7912	1483.0	1.264	125.8	249.4	375.2	0.690	1.900	-67
-66	26.3	0.0007	0.7471	1480.0	1.338	126.8	248.9	375.7	0.696	1.897	-66
-65	27.9	0.0007	0.7060	1477.0	1.416	127.9	248.3	376.2	0.701	1.893	-65
-64	29.7	0.0007	0.6675	1475.0	1.498	129.0	247.6	376.6	0.706	1.890	-64
-63	31.5	0.0007	0.6315	1472.0	1.583	130.1	247.0	377.1	0.711	1.887	-63
-62	33.4	0.0007	0.5979	1469.0	1.673	131.1	246.5	377.6	0.716	1.883	-62
-61	35.4	0.0007	0.5664	1466.0	1.766	132.2	245.9	378.1	0.721	1.880	-61
-60	37.5	0.0007	0.5368	1464.0	1.863	133.3	245.3	378.6	0.726	1.877	-60
-59	39.7	0.0007	0.5091	1461.0	1.964	134.3	244.8	379.1	0.731	1.874	-59
-58	42.0	0.0007	0.4831	1458.0	2.070	135.4	244.2	379.6	0.736	1.871	-58
-57	44.4	0.0007	0.4587	1455.0	2.180	136.5	243.5	380.0	0.741	1.868	-57
-56	46.9	0.0007	0.4357	1453.0	2.295	137.6	242.9	380.5	0.746	1.865	-56
-55	49.6	0.0007	0.4142	1450.0	2.414	138.6	242.4	381.0	0.751	1.862	-55
-54	52.3	0.0007	0.3939	1447.0	2.539	139.7	241.8	381.5	0.756	1.859	-54
-53	55.2	0.0007	0.3748	1444.0	2.668	140.8	241.2	382.0	0.761	1.856	-53
-52	58.2	0.0007	0.3568	1441.0	2.803	141.9	240.6	382.5	0.766	1.853	-52
-51	61.3	0.0007	0.3396	1438.0	2.943	142.9	240.0	382.9	0.770	1.851	-51
-50	64.5	0.0007	0.3238	1436.0	3.088	144.0	239.4	383.4	0.775	1.848	-50
-49	67.9	0.0007	0.3088	1433.0	3.239	145.1	238.8	383.9	0.780	1.845	-49
-48	71.5	0.0007	0.2945	1430.0	3.395	146.2	238.2	384.4	0.785	1.843	-48
-47	75.1	0.0007	0.2811	1427.0	3.558	147.3	237.5	384.8	0.790	1.840	-47

Table 1 (continued)
DuPont™ Freon® 22 Saturation Properties — Temperature Table

Temp °C	Pressure [kPa]	Volume [m ³ /kg]		Density [kg/m ³]		Enthalpy [kJ/kg]			Entropy [kJ/K·kg]		Temp °C
		Liquid v _l	Vapour v _g	Liquid d _l	Vapour d _g	Liquid H _l	Latent H _{lg}	Vapour H _g	Liquid S _l	Vapour S _g	
-46	78.9	0.0007	0.2684	1424.0	3.726	148.4	236.9	385.3	0.794	1.838	-46
-45	82.9	0.0007	0.2563	1421.0	3.901	149.4	236.4	385.8	0.799	1.835	-45
-44	87.1	0.0007	0.2450	1418.0	4.082	150.5	235.8	386.3	0.804	1.833	-44
-43	91.3	0.0007	0.2342	1416.0	4.270	151.6	235.1	386.7	0.809	1.830	-43
-42	95.6	0.0007	0.2240	1413.0	4.464	152.7	234.5	387.2	0.813	1.828	-42
-41	100.4	0.0007	0.2144	1410.0	4.665	153.8	233.9	387.7	0.818	1.825	-41
-40	105.2	0.0007	0.2052	1407.0	4.873	154.9	233.2	388.1	0.823	1.823	-40
-39	110.2	0.0007	0.1965	1404.0	5.088	156.0	232.6	388.6	0.827	1.821	-39
-38	115.4	0.0007	0.1883	1401.0	5.311	157.1	232.0	389.1	0.832	1.819	-38
-37	120.7	0.0007	0.1805	1398.0	5.541	158.2	231.3	389.5	0.837	1.816	-37
-36	126.3	0.0007	0.1730	1395.0	5.779	159.3	230.7	390.0	0.841	1.814	-36
-35	132.0	0.0007	0.1660	1392.0	6.025	160.4	230.0	390.4	0.846	1.812	-35
-34	138.0	0.0007	0.1593	1389.0	6.279	161.5	229.4	390.9	0.851	1.810	-34
-33	144.1	0.0007	0.1529	1386.0	6.541	162.6	228.7	391.3	0.855	1.808	-33
-32	150.5	0.0007	0.1468	1383.0	6.811	163.7	228.1	391.8	0.860	1.806	-32
-31	157.1	0.0007	0.1410	1380.0	7.090	164.8	227.4	392.2	0.864	1.804	-31
-30	163.9	0.0007	0.1355	1377.0	7.379	165.9	226.8	392.7	0.869	1.802	-30
-29	170.9	0.0007	0.1303	1374.0	7.676	167.0	226.1	393.1	0.873	1.800	-29
-28	178.2	0.0007	0.1253	1371.0	7.982	168.1	225.5	393.6	0.878	1.798	-28
-27	185.7	0.0007	0.1205	1368.0	8.298	169.2	224.8	394.0	0.882	1.796	-27
-26	193.4	0.0007	0.1160	1365.0	8.623	170.3	224.2	394.5	0.887	1.794	-26
-25	201.4	0.0007	0.1116	1362.0	8.958	171.4	223.5	394.9	0.891	1.792	-25
-24	209.7	0.0007	0.1075	1359.0	9.304	172.6	222.7	395.3	0.896	1.790	-24
-23	218.2	0.0007	0.1035	1356.0	9.659	173.7	222.1	395.8	0.900	1.788	-23
-22	227.0	0.0007	0.0998	1353.0	10.030	174.8	221.4	396.2	0.905	1.786	-22
-21	236.0	0.0007	0.0961	1350.0	10.400	175.9	220.7	396.6	0.909	1.784	-21
-20	245.3	0.0007	0.0927	1347.0	10.790	177.0	220.1	397.1	0.914	1.783	-20
-19	254.9	0.0007	0.0894	1343.0	11.190	178.2	219.3	397.5	0.918	1.781	-19
-18	264.8	0.0008	0.0862	1340.0	11.600	179.3	218.6	397.9	0.922	1.779	-18
-17	275.0	0.0008	0.0832	1337.0	12.020	180.4	217.9	398.3	0.927	1.777	-17
-16	285.4	0.0008	0.0803	1334.0	12.450	181.6	217.1	398.7	0.931	1.776	-16
-15	296.2	0.0008	0.0775	1331.0	12.900	182.7	216.5	399.2	0.935	1.774	-15
-14	307.3	0.0008	0.0749	1328.0	13.360	183.8	215.8	399.6	0.940	1.772	-14
-13	318.7	0.0008	0.0723	1324.0	13.830	185.0	215.0	400.0	0.944	1.771	-13
-12	330.4	0.0008	0.0699	1321.0	14.310	186.1	214.3	400.4	0.949	1.769	-12
-11	342.4	0.0008	0.0675	1318.0	14.810	187.3	213.5	400.8	0.953	1.767	-11
-10	354.8	0.0008	0.0653	1315.0	15.320	188.4	212.8	401.2	0.957	1.766	-10
-9	367.5	0.0008	0.0631	1311.0	15.850	189.6	212.0	401.6	0.962	1.764	-9
-8	380.5	0.0008	0.0610	1308.0	16.380	190.7	211.3	402.0	0.966	1.763	-8
-7	393.9	0.0008	0.0590	1305.0	16.940	191.9	210.5	402.4	0.970	1.761	-7
-6	407.7	0.0008	0.0571	1302.0	17.500	193.0	209.8	402.8	0.974	1.760	-6
-5	421.8	0.0008	0.0553	1298.0	18.090	194.2	209.0	403.2	0.979	1.758	-5
-4	436.3	0.0008	0.0535	1295.0	18.680	195.3	208.2	403.5	0.983	1.757	-4
-3	451.1	0.0008	0.0518	1292.0	19.300	196.5	207.4	403.9	0.987	1.755	-3
-2	466.4	0.0008	0.0502	1288.0	19.920	197.7	206.6	404.3	0.992	1.754	-2
-1	482.0	0.0008	0.0486	1285.0	20.570	198.8	205.9	404.7	0.996	1.752	-1
0	498.0	0.0008	0.0471	1282.0	21.230	200.0	205.0	405.0	1.000	1.751	0
1	514.4	0.0008	0.0457	1278.0	21.910	201.2	204.2	405.4	1.004	1.749	1
2	531.2	0.0008	0.0442	1275.0	22.600	202.4	203.4	405.8	1.008	1.748	2
3	548.4	0.0008	0.0429	1271.0	23.310	203.5	202.6	406.1	1.013	1.746	3
4	566.1	0.0008	0.0416	1268.0	24.040	204.7	201.8	406.5	1.017	1.745	4
5	584.1	0.0008	0.0403	1264.0	24.790	205.9	200.9	406.8	1.021	1.744	5
6	602.6	0.0008	0.0391	1261.0	25.560	207.1	200.1	407.2	1.025	1.742	6
7	621.5	0.0008	0.0380	1257.0	26.340	208.3	199.2	407.5	1.030	1.741	7

Table 1 (continued)
DuPont™ Freon® 22 Saturation Properties — Temperature Table

Temp °C	Pressure [kPa]	Volume [m ³ /kg]		Density [kg/m ³]		Enthalpy [kJ/kg]			Entropy [kJ/K·kg]		Temp °C
		Liquid v _l	Vapour v _g	Liquid d _l	Vapour d _g	Liquid H _l	Latent H _{lg}	Vapour H _g	Liquid S _l	Vapour S _g	
8	640.9	0.0008	0.0366	1254.0	27.150	209.5	198.4	407.9	1.034	1.739	8
9	680.7	0.0008	0.0358	1250.0	27.970	210.7	197.5	408.2	1.038	1.738	9
10	680.9	0.0008	0.0347	1247.0	28.620	211.9	196.7	408.6	1.042	1.737	10
11	701.7	0.0008	0.0337	1243.0	29.690	213.1	195.8	408.9	1.046	1.735	11
12	722.9	0.0008	0.0327	1239.0	30.570	214.3	194.9	409.2	1.051	1.734	12
13	744.5	0.0008	0.0318	1236.0	31.480	215.5	194.0	409.5	1.055	1.733	13
14	766.7	0.0008	0.0309	1232.0	32.410	216.7	193.2	409.9	1.059	1.732	14
15	789.3	0.0008	0.0300	1229.0	33.360	217.9	192.3	410.2	1.063	1.730	15
16	812.4	0.0008	0.0291	1225.0	34.340	219.1	191.4	410.5	1.067	1.729	16
17	836.1	0.0008	0.0283	1221.0	35.340	220.4	190.4	410.8	1.071	1.728	17
18	860.2	0.0008	0.0275	1217.0	36.360	221.6	189.5	411.1	1.076	1.726	18
19	884.8	0.0008	0.0267	1214.0	37.410	222.8	188.6	411.4	1.080	1.725	19
20	910.0	0.0008	0.0260	1210.0	38.480	224.1	187.6	411.7	1.084	1.724	20
21	935.7	0.0008	0.0253	1206.0	39.570	225.3	186.6	411.9	1.088	1.722	21
22	961.9	0.0008	0.0246	1202.0	40.700	226.5	185.7	412.2	1.092	1.721	22
23	988.7	0.0008	0.0239	1198.0	41.850	227.8	184.7	412.5	1.096	1.720	23
24	1016.0	0.0008	0.0232	1195.0	43.030	229.0	183.8	412.8	1.100	1.719	24
25	1044.0	0.0008	0.0226	1191.0	44.230	230.3	182.7	413.0	1.105	1.717	25
26	1072.0	0.0008	0.0220	1187.0	45.470	231.5	181.8	413.3	1.109	1.716	26
27	1101.0	0.0009	0.0214	1183.0	46.730	232.8	180.7	413.5	1.113	1.715	27
28	1131.0	0.0009	0.0208	1179.0	48.020	234.1	179.7	413.8	1.117	1.714	28
29	1161.0	0.0009	0.0203	1175.0	49.350	235.3	178.7	414.0	1.121	1.712	29
30	1192.0	0.0009	0.0197	1171.0	50.700	236.6	177.7	414.3	1.125	1.711	30
31	1223.0	0.0009	0.0192	1167.0	52.090	237.9	176.6	414.5	1.129	1.710	31
32	1255.0	0.0009	0.0187	1163.0	53.520	239.2	175.5	414.7	1.133	1.709	32
33	1288.0	0.0009	0.0182	1158.0	54.970	240.5	174.4	414.9	1.138	1.707	33
34	1321.0	0.0009	0.0177	1154.0	56.460	241.8	173.3	415.1	1.142	1.706	34
35	1355.0	0.0009	0.0172	1150.0	57.990	243.1	172.2	415.3	1.146	1.705	35
36	1389.0	0.0009	0.0168	1146.0	59.550	244.4	171.1	415.5	1.150	1.704	36
37	1424.0	0.0009	0.0164	1142.0	61.150	245.7	170.0	415.7	1.154	1.702	37
38	1460.0	0.0009	0.0159	1137.0	62.790	247.0	168.9	415.9	1.158	1.701	38
39	1497.0	0.0009	0.0155	1133.0	64.470	248.3	167.8	416.1	1.162	1.700	39
40	1534.0	0.0009	0.0151	1129.0	66.190	249.6	166.6	416.2	1.166	1.698	40
41	1571.0	0.0009	0.0147	1124.0	67.960	251.0	165.4	416.4	1.171	1.697	41
42	1610.0	0.0009	0.0143	1120.0	69.780	252.3	164.3	416.6	1.175	1.696	42
43	1649.0	0.0009	0.0140	1115.0	71.610	253.7	163.0	416.7	1.179	1.695	43
44	1689.0	0.0009	0.0136	1111.0	73.510	255.0	161.8	416.8	1.183	1.693	44
45	1729.0	0.0009	0.0133	1106.0	75.460	256.4	160.6	417.0	1.187	1.692	45
46	1770.0	0.0009	0.0129	1101.0	77.450	257.7	159.4	417.1	1.191	1.691	46
47	1812.0	0.0009	0.0126	1097.0	79.500	259.1	158.1	417.2	1.196	1.689	47
48	1855.0	0.0009	0.0123	1092.0	81.590	260.5	156.8	417.3	1.200	1.688	48
49	1899.0	0.0009	0.0119	1087.0	83.740	261.9	155.5	417.4	1.204	1.687	49
50	1943.0	0.0009	0.0116	1082.0	85.950	263.2	154.2	417.4	1.208	1.685	50
51	1988.0	0.0009	0.0113	1077.0	88.220	264.6	152.9	417.5	1.212	1.684	51
52	2033.0	0.0009	0.0110	1072.0	90.540	266.0	151.6	417.6	1.216	1.682	52
53	2080.0	0.0009	0.0108	1067.0	92.930	267.5	150.1	417.6	1.221	1.681	53
54	2127.0	0.0009	0.0106	1062.0	95.380	268.9	148.7	417.6	1.225	1.680	54
55	2175.0	0.0010	0.0102	1057.0	97.900	270.3	147.4	417.7	1.229	1.678	55
56	2224.0	0.0010	0.0100	1052.0	100.500	271.8	145.9	417.7	1.233	1.677	56
57	2274.0	0.0010	0.0097	1047.0	103.100	273.2	144.5	417.7	1.238	1.675	57
58	2324.0	0.0010	0.0094	1041.0	105.900	274.7	142.9	417.6	1.242	1.674	58
59	2375.0	0.0010	0.0092	1036.0	108.700	276.1	141.5	417.6	1.246	1.672	59
60	2427.0	0.0010	0.0090	1030.0	111.600	277.6	139.9	417.5	1.250	1.670	60
61	2480.0	0.0010	0.0087	1025.0	114.600	279.1	138.4	417.5	1.255	1.669	61

Table 1 (continued)
DuPont™ Freon® 22 Saturation Properties — Temperature Table

Temp °C	Pressure [kPa]	Volume [m ³ /kg]		Density [kg/m ³]		Enthalpy [kJ/kg]			Entropy [kJ/K-kg]		Temp °C
		Liquid v _l	Vapour v _g	Liquid d _l	Vapour d _g	Liquid H _l	Latent H _{lg}	Vapour H _g	Liquid S _l	Vapour S _g	
62	2534.0	0.0010	0.0085	1019.0	117.600	280.6	136.8	417.4	1.259	1.667	
63	2589.0	0.0010	0.0083	1013.0	120.800	282.1	135.2	417.3	1.263	1.666	
64	2645.0	0.0010	0.0081	1007.0	124.100	283.6	133.6	417.2	1.268	1.664	
65	2701.0	0.0010	0.0079	1001.0	127.400	285.2	131.9	417.1	1.272	1.662	
66	2759.0	0.0010	0.0076	995.3	130.900	286.7	130.2	416.9	1.277	1.660	
67	2817.0	0.0010	0.0074	989.1	134.500	288.3	128.4	416.7	1.281	1.659	
68	2876.0	0.0010	0.0072	982.8	138.200	289.9	126.6	416.5	1.285	1.657	
69	2936.0	0.0010	0.0070	976.3	142.000	291.5	124.8	416.3	1.290	1.655	
70	2997.0	0.0010	0.0069	969.7	146.000	293.1	123.0	416.1	1.295	1.653	
71	3059.0	0.0010	0.0067	963.0	150.100	294.7	121.1	415.8	1.299	1.651	
72	3123.0	0.0011	0.0065	956.1	154.400	296.4	119.1	415.5	1.304	1.649	
73	3187.0	0.0011	0.0063	949.0	158.800	298.0	117.2	415.2	1.308	1.647	
74	3252.0	0.0011	0.0061	941.8	163.400	299.7	115.2	414.9	1.313	1.645	
75	3318.0	0.0011	0.0060	934.4	168.200	301.5	113.0	414.5	1.318	1.642	
76	3385.0	0.0011	0.0058	926.7	173.100	303.2	110.9	414.1	1.323	1.640	
77	3453.0	0.0011	0.0056	918.9	178.300	305.0	108.6	413.6	1.327	1.638	
78	3522.0	0.0011	0.0054	910.8	183.800	306.8	106.3	413.1	1.332	1.635	
79	3592.0	0.0011	0.0053	902.4	189.400	308.6	104.0	412.6	1.337	1.633	
80	3664.0	0.0011	0.0051	893.7	195.400	310.4	101.6	412.0	1.342	1.630	
81	3736.0	0.0011	0.0050	884.8	201.700	312.3	99.1	411.4	1.347	1.627	
82	3810.0	0.0011	0.0048	875.4	208.300	314.3	96.4	410.7	1.353	1.624	
83	3885.0	0.0012	0.0047	865.7	215.300	316.3	93.6	409.9	1.358	1.621	
84	3961.0	0.0012	0.0045	855.5	222.700	318.3	90.8	409.1	1.363	1.618	
85	4038.0	0.0012	0.0043	844.8	230.600	320.4	87.8	408.2	1.369	1.614	
86	4116.0	0.0012	0.0042	833.5	239.000	322.5	84.7	407.2	1.375	1.610	
87	4196.0	0.0012	0.0040	821.6	248.100	324.8	81.3	406.1	1.381	1.606	
88	4277.0	0.0012	0.0039	808.8	257.900	327.1	77.7	404.8	1.387	1.602	
89	4359.0	0.0013	0.0037	795.1	268.700	329.5	73.9	403.4	1.393	1.597	
90	4442.0	0.0013	0.0036	780.1	280.600	332.1	69.8	401.9	1.400	1.592	
91	4527.0	0.0013	0.0034	763.6	294.000	334.8	65.3	400.1	1.407	1.586	
92	4614.0	0.0013	0.0032	745.1	309.300	337.8	60.1	397.9	1.415	1.580	
93	4702.0	0.0014	0.0031	723.7	327.500	341.0	54.3	395.3	1.424	1.572	
94	4791.0	0.0014	0.0029	697.8	350.200	344.8	47.2	392.0	1.434	1.562	
95	4882.0	0.0015	0.0026	662.9	382.000	349.6	37.7	387.3	1.448	1.549	

Table 2
DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	10			20			30			40			
	(-60.51°C)			(-70.36°C)			(-83.82°C)			(-86.67°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(1.8400)	(368.5)	(1.953)	(0.9840)	(373.5)	(1.912)	(0.6608)	(376.7)	(1.889)	(0.5066)	(379.1)	(1.875)	
-80	1.8450	368.8	1.954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-80
-75	1.8940	371.4	1.958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-75
-70	1.9430	374.1	1.961	0.9658	373.7	1.913	-	-	-	-	-	-	-70
-65	1.9910	376.8	1.964	0.9605	376.5	1.926	-	-	-	-	-	-	-65
-60	2.0400	379.8	2.007	1.0150	379.2	1.940	0.6736	378.9	1.899	-	-	-	-60
-55	2.0890	382.3	2.020	1.0400	382.0	1.952	0.6902	381.7	1.912	0.5193	381.3	1.884	-55
-50	2.1370	385.1	2.033	1.0640	384.8	1.965	0.7067	384.5	1.925	0.5279	384.2	1.897	-50
-45	2.1860	388.0	2.045	1.0890	387.7	1.978	0.7232	387.4	1.938	0.5404	387.1	1.909	-45
-40	2.2340	390.8	2.058	1.1130	390.5	1.990	0.7397	390.3	1.950	0.5528	390.0	1.922	-40
-35	2.2830	393.7	2.070	1.1380	393.4	2.003	0.7561	393.2	1.963	0.5653	392.9	1.934	-35
-30	2.3310	396.6	2.082	1.1620	396.4	2.015	0.7725	396.1	1.975	0.5777	395.9	1.947	-30
-25	2.3800	399.5	2.094	1.1870	399.3	2.027	0.7889	399.1	1.987	0.5900	398.9	1.959	-25
-20	2.4280	402.5	2.106	1.2110	402.3	2.039	0.8053	402.1	1.999	0.6024	401.9	1.971	-20
-15	2.4760	405.5	2.118	1.2350	405.3	2.051	0.8216	405.1	2.011	0.6147	404.9	1.983	-15
-10	2.5250	408.6	2.129	1.2600	408.4	2.062	0.8379	408.2	2.023	0.6270	408.0	1.994	-10
-5	2.5730	411.6	2.141	1.2840	411.4	2.074	0.8542	411.3	2.034	0.6393	411.1	2.006	-5
0	2.6210	414.7	2.152	1.3080	414.5	2.085	0.8704	414.4	2.046	0.6515	414.2	2.018	0
5	2.6700	417.8	2.164	1.3320	417.7	2.097	0.8867	417.5	2.057	0.6638	417.3	2.029	5
10	2.7180	421.0	2.175	1.3570	420.8	2.108	0.9029	420.7	2.068	0.6760	420.5	2.040	10
15	2.7660	424.2	2.186	1.3810	424.0	2.119	0.9191	423.9	2.080	0.6882	423.7	2.052	15
20	2.8150	427.4	2.197	1.4050	427.2	2.130	0.9353	427.1	2.091	0.7004	426.9	2.063	20
25	2.8630	430.6	2.208	1.4290	430.5	2.141	0.9515	430.3	2.102	0.7126	430.2	2.074	25
30	2.9110	433.9	2.219	1.4540	433.8	2.152	0.9677	433.6	2.113	0.7248	433.5	2.085	30
35	2.9590	437.2	2.230	1.4780	437.1	2.163	0.9839	436.9	2.123	0.7370	436.8	2.096	35
40	3.0080	440.5	2.240	1.5020	440.4	2.173	1.0000	440.3	2.134	0.7491	440.1	2.106	40
45	3.0560	443.9	2.251	1.5260	443.7	2.184	1.0160	443.6	2.145	0.7613	443.5	2.117	45
50	3.1040	447.2	2.262	1.5500	447.1	2.195	1.0320	447.0	2.155	0.7734	446.9	2.128	50
55	3.1520	450.7	2.272	1.5740	450.6	2.205	1.0480	450.4	2.166	0.7856	450.3	2.138	55
60	3.2000	454.1	2.282	1.5990	454.0	2.216	1.0650	453.9	2.176	0.7977	453.8	2.148	60
65	3.2490	457.6	2.293	1.6230	457.5	2.226	1.0810	457.4	2.187	0.8099	457.3	2.159	65
70	3.2970	461.1	2.303	1.6470	461.0	2.236	1.0970	460.9	2.197	0.8220	460.8	2.169	70

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	50			60			70			80			
	(-54.83°C)			(-51.40°C)			(-48.41°C)			(-45.73°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.4107)	(381.1)	(1.881)	(0.3468)	(382.7)	(1.852)	(0.3002)	(384.2)	(1.844)	(0.2691)	(385.4)	(1.837)	
-50	0.4205	383.9	1.874	0.3490	383.8	1.858	-	-	-	-	-	-	-50
-45	0.4307	386.8	1.887	0.3575	386.5	1.868	0.3052	386.2	1.853	0.2660	385.9	1.839	-45
-40	0.4407	389.7	1.900	0.3660	389.4	1.881	0.3126	389.1	1.866	0.2725	388.9	1.852	-40
-35	0.4508	392.7	1.912	0.3744	392.4	1.894	0.3198	392.1	1.878	0.2789	391.9	1.865	-35
-30	0.4607	395.6	1.924	0.3828	395.4	1.906	0.3271	395.1	1.891	0.2853	394.9	1.877	-30
-25	0.4707	398.6	1.937	0.3912	398.4	1.918	0.3343	398.2	1.903	0.2917	397.9	1.889	-25
-20	0.4807	401.7	1.949	0.3995	401.4	1.931	0.3415	401.2	1.915	0.2980	401.0	1.902	-20
-15	0.4906	404.7	1.961	0.4078	404.5	1.943	0.3487	404.3	1.927	0.3044	404.1	1.914	-15
-10	0.5005	407.8	1.972	0.4161	407.6	1.954	0.3559	407.4	1.939	0.3107	407.2	1.926	-10
-5	0.5103	410.9	1.984	0.4244	410.7	1.966	0.3630	410.5	1.951	0.3169	410.3	1.937	-5
0	0.5202	414.0	1.996	0.4326	413.6	1.978	0.3701	413.6	1.962	0.3232	413.5	1.949	0
5	0.5300	417.2	2.007	0.4409	417.0	1.989	0.3772	416.8	1.974	0.3294	416.6	1.961	5
10	0.5399	420.3	2.019	0.4491	420.2	2.001	0.3843	420.0	1.985	0.3356	419.9	1.972	10
15	0.5497	423.6	2.030	0.4573	423.4	2.012	0.3913	423.2	1.997	0.3419	423.1	1.983	15
20	0.5595	426.8	2.041	0.4655	426.6	2.023	0.3984	426.5	2.008	0.3481	426.3	1.995	20
25	0.5693	430.1	2.052	0.4737	429.9	2.034	0.4054	429.8	2.019	0.3542	429.6	2.006	25
30	0.5790	433.3	2.063	0.4819	433.2	2.045	0.4125	433.1	2.030	0.3604	432.9	2.017	30
35	0.5888	436.7	2.074	0.4900	436.5	2.056	0.4195	436.4	2.041	0.3666	436.3	2.028	35
40	0.5986	440.0	2.085	0.4982	439.9	2.067	0.4265	439.8	2.052	0.3727	439.6	2.038	40
45	0.6083	443.4	2.096	0.5064	443.3	2.077	0.4335	443.1	2.062	0.3789	443.0	2.049	45
50	0.6181	446.8	2.106	0.5145	446.7	2.088	0.4405	446.6	2.073	0.3850	446.4	2.060	50
55	0.6278	450.2	2.116	0.5226	450.1	2.099	0.4475	450.0	2.083	0.3912	449.9	2.070	55
60	0.6376	453.7	2.127	0.5308	453.6	2.109	0.4545	453.5	2.094	0.3973	453.4	2.081	60
65	0.6473	457.2	2.137	0.5389	457.1	2.119	0.4615	456.9	2.104	0.4034	456.8	2.091	65
70	0.6570	460.7	2.147	0.5470	460.6	2.130	0.4684	460.5	2.115	0.4095	460.4	2.102	70
75	0.6667	464.2	2.158	0.5551	464.1	2.140	0.4754	464.0	2.125	0.4156	463.9	2.112	75
80	0.6764	467.8	2.168	0.5632	467.7	2.150	0.4824	467.6	2.135	0.4217	467.5	2.122	80
85	0.6861	471.4	2.178	0.5713	471.3	2.160	0.4893	471.2	2.145	0.4278	471.1	2.132	85
90	0.6958	475.0	2.188	0.5794	474.9	2.170	0.4963	474.8	2.155	0.4339	474.7	2.142	90
95	0.7055	478.7	2.198	0.5875	478.6	2.180	0.5033	478.5	2.165	0.4400	478.4	2.152	95
100	0.7152	482.3	2.208	0.5956	482.2	2.190	0.5102	482.1	2.175	0.4461	482.0	2.162	100

Table 2 (continued)
DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	90			100			101.325			110			
	(-43.31°C)			(-41.09°C)			(-40.81°C)			(-39.04°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.2375)	(386.6)	(1.831)	(0.2152)	(387.6)	(1.826)	(0.2126)	(387.6)	(1.825)	(0.1989)	(386.6)	(1.821)	
-40	0.2413	388.8	1.840	0.2184	388.3	1.829	0.2134	388.2	1.827	-	-	-	-40
-35	0.2471	391.6	1.852	0.2216	391.3	1.841	0.2186	391.3	1.840	0.2008	391.0	1.831	-35
-30	0.2528	394.6	1.865	0.2258	394.4	1.854	0.2238	394.3	1.853	0.2058	394.1	1.844	-30
-25	0.2586	397.7	1.877	0.2320	397.4	1.867	0.2289	397.4	1.866	0.2103	397.2	1.857	-25
-20	0.2642	400.8	1.890	0.2372	400.5	1.879	0.2340	400.5	1.878	0.2150	400.3	1.869	-20
-15	0.2699	403.9	1.902	0.2423	403.6	1.891	0.2390	403.6	1.890	0.2197	403.4	1.881	-15
-10	0.2756	407.0	1.914	0.2474	406.8	1.903	0.2441	406.7	1.902	0.2244	406.6	1.893	-10
-5	0.2811	410.1	1.926	0.2524	409.9	1.915	0.2491	409.9	1.914	0.2290	409.7	1.905	-5
0	0.2867	413.3	1.937	0.2575	413.1	1.927	0.2541	413.1	1.925	0.2336	412.9	1.917	0
5	0.2923	416.5	1.949	0.2625	416.3	1.938	0.2590	416.3	1.937	0.2382	416.1	1.929	5
10	0.2978	419.7	1.960	0.2676	419.5	1.950	0.2640	419.5	1.948	0.2428	419.4	1.940	10
15	0.3034	422.9	1.972	0.2726	422.8	1.961	0.2689	422.6	1.960	0.2474	422.6	1.952	15
20	0.3089	426.2	1.983	0.2776	426.0	1.972	0.2739	426.0	1.971	0.2519	425.9	1.963	20
25	0.3144	429.5	1.994	0.2826	429.3	1.984	0.2788	429.3	1.982	0.2565	429.2	1.974	25
30	0.3199	432.8	2.005	0.2875	432.7	1.995	0.2837	432.6	1.993	0.2610	432.5	1.985	30
35	0.3254	436.1	2.016	0.2925	436.0	2.006	0.2886	436.0	2.004	0.2655	435.9	1.996	35
40	0.3309	439.5	2.027	0.2974	439.4	2.018	0.2935	439.4	2.015	0.2701	439.3	2.007	40
45	0.3364	442.9	2.038	0.3024	442.8	2.027	0.2984	442.8	2.026	0.2746	442.7	2.018	45
50	0.3419	446.3	2.048	0.3073	446.2	2.038	0.3033	446.2	2.037	0.2791	446.1	2.029	50
55	0.3473	449.8	2.059	0.3123	449.7	2.048	0.3081	449.6	2.047	0.2836	449.5	2.039	55
60	0.3528	453.2	2.069	0.3172	453.1	2.059	0.3130	453.1	2.058	0.2881	453.0	2.050	60
65	0.3582	456.7	2.080	0.3221	456.6	2.069	0.3179	456.6	2.068	0.2925	456.5	2.060	65
70	0.3637	460.3	2.090	0.3270	460.2	2.080	0.3227	460.2	2.078	0.2970	460.1	2.070	70
75	0.3691	463.8	2.100	0.3319	463.7	2.090	0.3276	463.7	2.089	0.3015	463.6	2.081	75
80	0.3746	467.4	2.111	0.3368	467.3	2.100	0.3324	467.3	2.099	0.3060	467.2	2.091	80
85	0.3800	471.0	2.121	0.3417	470.9	2.110	0.3372	470.9	2.109	0.3104	470.8	2.101	85
90	0.3854	474.6	2.131	0.3466	474.5	2.120	0.3421	474.5	2.119	0.3149	474.4	2.111	90
95	0.3908	478.3	2.141	0.3515	478.2	2.130	0.3467	478.2	2.129	0.3194	478.1	2.121	95
100	0.3963	482.0	2.151	0.3564	481.9	2.140	0.3517	481.9	2.139	0.3238	481.8	2.131	100
105	0.4017	485.7	2.161	0.3613	485.6	2.150	0.3565	485.6	2.149	0.3282	485.5	2.141	105
110	0.4071	489.4	2.170	0.3662	489.3	2.160	0.3614	489.3	2.159	0.3327	489.2	2.151	110

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	120			130			140			150			
	(-37.13°C)			(-35.35°C)			(-33.67°C)			(-32.08°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.1815)	(389.5)	(1.817)	(0.1684)	(390.3)	(1.813)	(0.1571)	(391.0)	(1.809)	(0.1473)	(391.8)	(1.806)	
-35	0.1834	390.8	1.822	0.1687	390.6	1.814	-	-	-	-	-	-	-35
-30	0.1878	393.9	1.835	0.1728	393.6	1.827	0.1599	393.3	1.819	0.1488	393.1	1.811	-30
-25	0.1922	397.0	1.848	0.1769	396.7	1.839	0.1637	396.5	1.831	0.1524	396.2	1.824	-25
-20	0.1965	400.1	1.860	0.1809	399.8	1.852	0.1675	399.6	1.844	0.1559	399.4	1.837	-20
-15	0.2009	403.2	1.872	0.1849	403.0	1.864	0.1713	402.8	1.856	0.1595	402.6	1.849	-15
-10	0.2052	406.4	1.884	0.1889	406.2	1.876	0.1750	406.0	1.869	0.1630	405.7	1.861	-10
-5	0.2094	409.5	1.896	0.1929	409.3	1.888	0.1787	409.2	1.881	0.1664	409.0	1.873	-5
0	0.2137	412.7	1.908	0.1969	412.6	1.900	0.1824	412.4	1.892	0.1699	412.2	1.885	0
5	0.2179	416.0	1.920	0.2008	415.8	1.912	0.1861	415.6	1.904	0.1733	415.4	1.897	5
10	0.2222	419.2	1.931	0.2047	419.0	1.923	0.1897	418.9	1.916	0.1768	418.7	1.909	10
15	0.2264	422.5	1.943	0.2086	422.3	1.935	0.1934	422.1	1.927	0.1802	422.0	1.920	15
20	0.2306	425.7	1.954	0.2125	425.6	1.946	0.1970	425.4	1.939	0.1836	425.3	1.932	20
25	0.2348	429.1	1.965	0.2164	428.9	1.957	0.2006	428.8	1.950	0.1870	428.6	1.943	25
30	0.2389	432.4	1.976	0.2202	432.2	1.968	0.2042	432.1	1.961	0.1903	432.0	1.954	30
35	0.2431	435.7	1.987	0.2241	435.6	1.979	0.2078	435.5	1.972	0.1937	435.3	1.965	35
40	0.2473	439.1	1.998	0.2279	439.0	1.990	0.2114	438.9	1.983	0.1971	438.7	1.976	40
45	0.2514	442.5	2.009	0.2318	442.4	2.001	0.2150	442.3	1.994	0.2004	442.2	1.987	45
50	0.2555	446.0	2.020	0.2356	445.9	2.012	0.2186	445.7	2.004	0.2037	445.6	1.998	50
55	0.2597	449.4	2.030	0.2394	449.3	2.023	0.2221	449.2	2.015	0.2071	449.1	2.008	55
60	0.2638	452.9	2.041	0.2433	452.8	2.033	0.2257	452.7	2.026	0.2104	452.6	2.019	60
65	0.2679	456.4	2.051	0.2471	456.3	2.044	0.2292	456.2	2.036	0.2137	456.1	2.029	65
70	0.2720	460.0	2.062	0.2509	459.9	2.054	0.2327	459.8	2.047	0.2170	459.7	2.040	70
75	0.2761	463.5	2.072	0.2547	463.4	2.064	0.2363	463.3	2.057	0.2203	463.2	2.050	75
80	0.2802	467.1	2.082	0.2585	467.0	2.074	0.2398	466.9	2.067	0.2236	466.8	2.060	80
85	0.2843	470.7	2.093	0.2623	470.6	2.085	0.2433	470.5	2.077	0.2269	470.4	2.071	85
90	0.2884	474.4	2.103	0.2660	474.3	2.095	0.2469	474.2	2.087	0.2302	474.1	2.081	90
95	0.2925	478.1	2.113	0.2698	478.0	2.106	0.2504	477.9	2.097	0.2335	477.8	2.091	95
100	0.2966	481.7	2.123	0.2736	481.6	2.115	0.2539	481.5	2.107	0.2368	481.5	2.101	100
105	0.3007	485.4	2.132	0.2774	485.3	2.125	0.2574	485.3	2.117	0.2401	485.2	2.111	105
110	0.3048	489.2	2.142	0.2812	489.1	2.134	0.2609	489.0	2.127	0.2434	488.9	2.120	110
115	0.3089	492.9	2.152	0.2849	492.8	2.144	0.2644	492.8	2.137	0.2466	492.7	2.130	115

Table 2 (continued)
DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	160			170			180			190			
	(-32.57°C)			(-28.13°C)			(-27.76°C)			(-26.44°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
(0.1386)	(302.4)	(1.803)	(0.1309)	(393.1)	(1.800)	(0.1241)	(393.7)	(1.797)	(0.1179)	(394.3)	(1.795)		
-30	0.1390	302.8	1.804	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-30
-25	0.1424	306.0	1.817	0.1336	395.7	1.810	0.1298	395.5	1.804	0.1188	395.2	1.798	-25
-20	0.1458	309.1	1.830	0.1368	398.9	1.823	0.1288	398.7	1.817	0.1217	398.4	1.811	-20
-15	0.1491	402.3	1.842	0.1400	402.1	1.836	0.1318	401.9	1.830	0.1245	401.7	1.824	-15
-10	0.1524	405.5	1.855	0.1431	405.3	1.848	0.1348	405.1	1.842	0.1274	404.9	1.836	-10
-5	0.1557	408.8	1.867	0.1462	408.6	1.860	0.1378	408.4	1.854	0.1302	408.2	1.848	-5
0	0.1589	412.0	1.879	0.1493	411.8	1.872	0.1407	411.6	1.866	0.1330	411.4	1.861	0
5	0.1622	415.3	1.890	0.1523	415.1	1.884	0.1436	414.9	1.878	0.1358	414.7	1.872	5
10	0.1654	418.5	1.902	0.1554	418.4	1.896	0.1465	418.2	1.890	0.1385	418.0	1.884	10
15	0.1686	421.8	1.914	0.1584	421.7	1.907	0.1494	421.5	1.901	0.1413	421.3	1.896	15
20	0.1718	425.1	1.925	0.1615	425.0	1.919	0.1522	424.8	1.913	0.1440	424.7	1.907	20
25	0.1750	428.5	1.936	0.1645	428.3	1.930	0.1551	428.2	1.924	0.1467	428.0	1.919	25
30	0.1782	431.8	1.947	0.1675	431.7	1.941	0.1579	431.6	1.935	0.1494	431.4	1.930	30
35	0.1813	435.2	1.959	0.1705	435.1	1.952	0.1608	434.9	1.947	0.1521	434.8	1.941	35
40	0.1845	438.6	1.970	0.1734	438.5	1.963	0.1636	438.4	1.958	0.1548	438.2	1.952	40
45	0.1877	442.0	1.980	0.1764	441.9	1.974	0.1664	441.8	1.968	0.1575	441.7	1.963	45
50	0.1908	445.5	1.991	0.1794	445.4	1.985	0.1692	445.3	1.979	0.1601	445.1	1.974	50
55	0.1939	449.0	2.002	0.1823	448.9	1.996	0.1720	448.8	1.990	0.1628	448.6	1.985	55
60	0.1970	452.5	2.012	0.1853	452.4	2.006	0.1748	452.3	2.001	0.1654	452.2	1.995	60
65	0.2002	456.0	2.023	0.1882	455.9	2.017	0.1776	455.8	2.011	0.1681	455.7	2.006	65
70	0.2033	459.6	2.033	0.1911	459.5	2.027	0.1804	459.4	2.022	0.1707	459.3	2.016	70
75	0.2064	463.1	2.044	0.1941	463.0	2.038	0.1831	462.9	2.032	0.1733	462.8	2.027	75
80	0.2095	466.7	2.054	0.1970	466.6	2.048	0.1859	466.5	2.042	0.1760	466.4	2.037	80
85	0.2126	470.4	2.064	0.1999	470.3	2.058	0.1887	470.2	2.052	0.1786	470.1	2.047	85
90	0.2157	474.0	2.074	0.2028	473.9	2.068	0.1914	473.8	2.063	0.1812	473.7	2.057	90
95	0.2188	477.7	2.084	0.2058	477.6	2.078	0.1941	477.5	2.073	0.1838	477.4	2.067	95
100	0.2219	481.4	2.094	0.2087	481.3	2.088	0.1969	481.2	2.083	0.1864	481.1	2.077	100
105	0.2249	485.1	2.104	0.2116	485.0	2.098	0.1997	484.9	2.093	0.1891	484.8	2.087	105
110	0.2280	488.8	2.114	0.2145	488.8	2.108	0.2024	488.7	2.102	0.1917	488.6	2.097	110
115	0.2311	492.6	2.124	0.2174	492.5	2.118	0.2052	492.5	2.112	0.1943	492.4	2.107	115
120	0.2342	496.4	2.133	0.2203	496.3	2.128	0.2079	496.3	2.122	0.1969	496.2	2.117	120

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	200			210			220			230			
	(-25.18°C)			(-23.95°C)			(-22.79°C)			(-21.66°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
(0.1124)	(394.5)	(1.792)	(0.1073)	(395.4)	(1.790)	(0.1027)	(395.9)	(1.788)	(0.0985)	(396.4)	(1.786)		
-25	0.1125	394.9	1.793	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-25
-20	0.1153	398.2	1.806	0.1094	397.9	1.800	0.1042	397.7	1.795	0.0993	397.4	1.790	-20
-15	0.1180	401.4	1.818	0.1121	401.2	1.813	0.1057	401.0	1.808	0.1018	400.7	1.803	-15
-10	0.1207	404.7	1.831	0.1147	404.5	1.825	0.1092	404.3	1.820	0.1042	404.0	1.815	-10
-5	0.1234	408.0	1.843	0.1172	407.8	1.838	0.1117	407.6	1.833	0.1065	407.3	1.828	-5
0	0.1261	411.2	1.855	0.1198	411.0	1.850	0.1141	410.9	1.845	0.1089	410.7	1.840	0
5	0.1287	414.5	1.867	0.1223	414.4	1.862	0.1165	414.2	1.857	0.1112	414.0	1.852	5
10	0.1313	417.8	1.879	0.1249	417.7	1.874	0.1190	417.5	1.869	0.1136	417.3	1.864	10
15	0.1340	421.2	1.891	0.1274	421.0	1.885	0.1214	420.8	1.881	0.1159	420.7	1.876	15
20	0.1366	424.5	1.902	0.1298	424.4	1.897	0.1237	424.2	1.892	0.1182	424.0	1.887	20
25	0.1392	427.9	1.913	0.1323	427.7	1.908	0.1261	427.6	1.904	0.1204	427.4	1.899	25
30	0.1417	431.3	1.925	0.1348	431.1	1.920	0.1285	431.0	1.915	0.1227	430.8	1.910	30
35	0.1443	434.7	1.936	0.1372	434.5	1.931	0.1308	434.4	1.926	0.1250	434.3	1.921	35
40	0.1468	438.1	1.947	0.1397	438.0	1.942	0.1332	437.8	1.937	0.1272	437.7	1.933	40
45	0.1494	441.6	1.958	0.1421	441.4	1.953	0.1355	441.3	1.948	0.1294	441.2	1.944	45
50	0.1519	445.0	1.969	0.1445	444.9	1.964	0.1378	444.8	1.959	0.1317	444.7	1.954	50
55	0.1545	448.5	1.979	0.1470	448.4	1.974	0.1401	448.3	1.970	0.1339	448.2	1.965	55
60	0.1570	452.0	1.990	0.1494	451.9	1.985	0.1424	451.8	1.980	0.1361	451.7	1.976	60
65	0.1595	455.6	2.001	0.1518	455.5	1.996	0.1447	455.4	1.991	0.1383	455.3	1.986	65
70	0.1620	459.1	2.011	0.1542	459.0	2.006	0.1470	458.9	2.001	0.1405	458.8	1.997	70
75	0.1645	462.7	2.021	0.1566	462.6	2.017	0.1493	462.5	2.012	0.1427	462.4	2.007	75
80	0.1670	466.4	2.032	0.1589	466.3	2.027	0.1516	466.2	2.022	0.1449	466.1	2.018	80
85	0.1695	470.0	2.042	0.1613	469.9	2.037	0.1539	469.8	2.032	0.1471	469.7	2.026	85
90	0.1720	473.6	2.052	0.1637	473.6	2.047	0.1561	473.5	2.043	0.1492	473.4	2.038	90
95	0.1745	477.3	2.062	0.1661	477.2	2.057	0.1584	477.2	2.053	0.1514	477.1	2.048	95
100	0.1770	481.0	2.072	0.1685	481.0	2.067	0.1607	480.9	2.063	0.1536	480.8	2.058	100
105	0.1795	484.8	2.082	0.1708	484.7	2.077	0.1630	484.6	2.073	0.1558	484.5	2.068	105
110	0.1820	488.5	2.092	0.1732	488.4	2.087	0.1652	488.4	2.083	0.1579	488.3	2.078	110
115	0.1844	492.3	2.102	0.1755	492.2	2.097	0.1675	492.2	2.092	0.1601	492.1	2.088	115
120	0.1869	496.1	2.111	0.1779	496.0	2.107	0.1697	496.0	2.102	0.1623	495.9	2.098	120
125	0.1894	499.9	2.121	0.1803	499.9	2.116	0.1720	499.8	2.112	0.1644	499.7	2.107	125

Table 2 (continued)

DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	240			250			260			270			
	(-20.57°C)			(-19.51°C)			(-18.48°C)			(-17.45°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0946)	(396.8)	(1.784)	(0.0910)	(397.3)	(1.782)	(0.0877)	(397.7)	(1.780)	(0.0846)	(398.1)	(1.778)	
-20	0.0949	397.2	1.785	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-20
-15	0.0972	400.5	1.796	0.0931	400.3	1.793	0.0903	400.0	1.789	0.0857	399.8	1.785	-15
-10	0.0996	403.8	1.811	0.0953	403.6	1.806	0.0914	403.4	1.802	0.0878	403.2	1.798	-10
-5	0.1019	407.1	1.823	0.0976	406.9	1.819	0.0936	406.7	1.814	0.0899	406.5	1.810	-5
0	0.1041	410.5	1.838	0.0998	410.3	1.831	0.0957	410.1	1.827	0.0919	409.9	1.823	0
5	0.1064	413.8	1.848	0.1019	413.6	1.843	0.0978	413.4	1.839	0.0940	413.2	1.835	5
10	0.1088	417.2	1.860	0.1041	417.0	1.855	0.0998	416.8	1.851	0.0960	416.6	1.847	10
15	0.1108	420.5	1.871	0.1062	420.3	1.867	0.1019	420.2	1.863	0.0980	420.0	1.859	15
20	0.1130	423.9	1.883	0.1083	423.7	1.879	0.1040	423.6	1.875	0.1000	423.4	1.870	20
25	0.1152	427.3	1.894	0.1105	427.1	1.890	0.1060	427.0	1.886	0.1019	426.8	1.882	25
30	0.1174	430.7	1.906	0.1126	430.6	1.902	0.1081	430.4	1.897	0.1039	430.3	1.893	30
35	0.1196	434.1	1.917	0.1146	434.0	1.913	0.1101	433.9	1.909	0.1059	433.7	1.905	35
40	0.1217	437.6	1.928	0.1167	437.5	1.924	0.1121	437.3	1.920	0.1078	437.2	1.916	40
45	0.1239	441.1	1.939	0.1188	440.9	1.935	0.1141	440.8	1.931	0.1097	440.7	1.927	45
50	0.1260	444.5	1.950	0.1208	444.4	1.946	0.1161	444.3	1.942	0.1116	444.2	1.938	50
55	0.1282	448.1	1.961	0.1229	447.9	1.957	0.1180	447.8	1.953	0.1136	447.7	1.949	55
60	0.1303	451.6	1.972	0.1249	451.5	1.967	0.1200	451.4	1.963	0.1154	451.3	1.959	60
65	0.1324	455.2	1.982	0.1270	455.0	1.978	0.1220	454.9	1.974	0.1173	454.8	1.970	65
70	0.1345	458.7	1.993	0.1290	458.8	1.989	0.1239	458.5	1.985	0.1192	458.4	1.981	70
75	0.1366	462.3	2.003	0.1310	462.2	1.999	0.1259	462.1	1.995	0.1211	462.0	1.991	75
80	0.1387	466.0	2.013	0.1331	465.9	2.009	0.1278	465.8	2.005	0.1230	465.7	2.002	80
85	0.1408	469.6	2.024	0.1351	469.5	2.020	0.1298	469.4	2.016	0.1249	469.3	2.012	85
90	0.1429	473.3	2.034	0.1371	473.2	2.030	0.1317	473.1	2.026	0.1267	473.0	2.022	90
95	0.1450	477.0	2.044	0.1391	476.9	2.040	0.1337	476.8	2.036	0.1286	476.7	2.032	95
100	0.1471	480.7	2.054	0.1411	480.6	2.050	0.1356	480.5	2.046	0.1305	480.5	2.042	100
105	0.1492	484.4	2.064	0.1431	484.4	2.060	0.1375	484.3	2.056	0.1323	484.2	2.052	105
110	0.1513	488.2	2.074	0.1451	488.1	2.070	0.1394	488.1	2.066	0.1342	488.0	2.062	110
115	0.1533	492.0	2.084	0.1471	491.9	2.080	0.1414	491.8	2.076	0.1360	491.8	2.072	115
120	0.1554	495.8	2.093	0.1491	495.7	2.089	0.1433	495.7	2.085	0.1379	495.6	2.082	120
125	0.1575	499.6	2.103	0.1511	499.6	2.099	0.1452	499.5	2.095	0.1397	499.4	2.091	125
130	0.1595	503.5	2.113	0.1531	503.4	2.109	0.1471	503.4	2.105	0.1416	503.3	2.101	130

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	280			290			300			310			
	(-16.51°C)			(-15.57°C)			(-14.55°C)			(-13.76°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0818)	(398.9)	(1.777)	(0.0791)	(398.9)	(1.776)	(0.0766)	(399.3)	(1.773)	(0.0742)	(399.7)	(1.772)	
-15	0.0824	399.6	1.781	0.0793	399.3	1.776	-	-	-	-	-	-	-15
-10	0.0844	402.9	1.793	0.0813	402.7	1.789	0.0784	402.5	1.786	0.0757	402.2	1.782	-10
-5	0.0865	406.3	1.806	0.0833	406.1	1.802	0.0803	405.9	1.796	0.0775	405.7	1.795	-5
0	0.0885	409.7	1.819	0.0852	409.5	1.816	0.0822	409.3	1.811	0.0793	409.1	1.807	0
5	0.0904	413.1	1.831	0.0871	412.9	1.827	0.0840	412.7	1.823	0.0812	412.5	1.820	5
10	0.0924	416.4	1.843	0.0890	416.3	1.839	0.0859	416.1	1.835	0.0830	415.9	1.832	10
15	0.0943	419.8	1.855	0.0909	419.7	1.851	0.0877	419.5	1.847	0.0847	419.3	1.844	15
20	0.0962	423.3	1.867	0.0928	423.1	1.863	0.0895	422.9	1.859	0.0865	422.8	1.856	20
25	0.0982	426.7	1.878	0.0946	426.5	1.874	0.0913	426.4	1.871	0.0882	426.2	1.867	25
30	0.1000	430.1	1.890	0.0965	430.0	1.886	0.0931	429.8	1.882	0.0900	429.7	1.879	30
35	0.1019	433.6	1.901	0.0983	433.4	1.897	0.0949	433.3	1.894	0.0917	433.2	1.890	35
40	0.1038	437.1	1.912	0.1001	436.9	1.908	0.0968	436.8	1.905	0.0934	436.7	1.901	40
45	0.1057	440.6	1.923	0.1019	440.4	1.920	0.0984	440.3	1.916	0.0951	440.2	1.913	45
50	0.1075	444.1	1.934	0.1037	443.9	1.931	0.1001	443.8	1.927	0.0968	443.7	1.924	50
55	0.1094	447.6	1.945	0.1055	447.5	1.941	0.1019	447.4	1.938	0.0985	447.2	1.934	55
60	0.1112	451.2	1.956	0.1073	451.0	1.952	0.1038	450.9	1.949	0.1001	450.8	1.945	60
65	0.1130	454.7	1.966	0.1090	454.6	1.963	0.1053	454.5	1.959	0.1018	454.4	1.956	65
70	0.1149	458.3	1.977	0.1108	458.2	1.973	0.1070	458.1	1.970	0.1036	458.0	1.967	70
75	0.1167	461.9	1.987	0.1126	461.8	1.984	0.1087	461.7	1.980	0.1051	461.6	1.977	75
80	0.1185	465.6	1.998	0.1143	465.5	1.994	0.1104	465.4	1.991	0.1068	465.3	1.987	80
85	0.1203	469.2	2.008	0.1161	469.2	2.005	0.1121	469.1	2.001	0.1084	469.0	1.996	85
90	0.1221	472.9	2.018	0.1179	472.6	2.015	0.1138	472.7	2.011	0.1101	472.7	2.008	90
95	0.1239	476.6	2.028	0.1196	476.5	2.025	0.1155	476.5	2.021	0.1117	476.4	2.018	95
100	0.1257	480.4	2.039	0.1213	480.3	2.035	0.1172	480.2	2.032	0.1133	480.1	2.028	100
105	0.1275	484.1	2.049	0.1230	484.0	2.045	0.1189	484.0	2.042	0.1150	483.9	2.038	105
110	0.1293	487.9	2.058	0.1248	487.8	2.055	0.1205	487.7	2.052	0.1166	487.7	2.048	110
115	0.1311	491.7	2.068	0.1265	491.6	2.065	0.1222	491.5	2.061	0.1182	491.5	2.068	115
120	0.1329	495.5	2.078	0.1282	495.4	2.075	0.1239	495.4	2.071	0.1198	495.3	2.068	120
125	0.1347	499.4	2.088	0.1300	499.3	2.084	0.1256	499.2	2.081	0.1214	499.1	2.078	125
130	0.1365	503.2	2.097	0.1317	503.1	2.094	0.1272	503.1	2.091	0.1231	503.0	2.087	130
135	0.1382	507.1	2.107	0.1334	507.0	2.104	0.1289	507.0	2.100	0.1247	506.9	2.097	135

Table 2 (continued)
DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	320			330			340			350			
	(-12.88°C)			(-12.03°C)			(-11.20°C)			(-10.38°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0720)	(400.0)	(1.770)	(0.0699)	(400.4)	(1.769)	(0.0680)	(400.7)	(1.768)	(0.0661)	(401.0)	(1.766)	
-10	0.0731	402.0	1.776	0.0707	401.8	1.774	0.0684	401.5	1.771	0.0663	401.3	1.767	-10
-5	0.0749	405.4	1.791	0.0724	405.2	1.787	0.0701	405.0	1.784	0.0679	404.8	1.781	-5
0	0.0767	408.9	1.804	0.0742	408.7	1.800	0.0718	408.5	1.797	0.0696	408.3	1.793	0
5	0.0785	412.3	1.816	0.0759	412.1	1.813	0.0735	411.9	1.809	0.0713	411.7	1.806	5
10	0.0802	415.7	1.828	0.0776	415.6	1.825	0.0752	415.4	1.822	0.0729	415.2	1.818	10
15	0.0819	419.2	1.840	0.0793	419.0	1.837	0.0769	418.8	1.834	0.0745	418.7	1.830	15
20	0.0836	422.6	1.852	0.0810	422.5	1.849	0.0784	422.3	1.846	0.0761	422.1	1.842	20
25	0.0853	426.1	1.864	0.0826	425.9	1.861	0.0800	425.8	1.857	0.0776	425.6	1.854	25
30	0.0870	429.5	1.875	0.0842	429.4	1.872	0.0816	429.2	1.869	0.0792	429.1	1.866	30
35	0.0887	433.0	1.887	0.0859	432.9	1.884	0.0832	432.7	1.880	0.0807	432.6	1.877	35
40	0.0903	436.5	1.898	0.0875	436.4	1.895	0.0848	436.3	1.892	0.0823	436.1	1.889	40
45	0.0920	440.0	1.909	0.0891	439.9	1.906	0.0864	439.8	1.903	0.0838	439.7	1.900	45
50	0.0936	443.6	1.920	0.0907	443.5	1.917	0.0879	443.3	1.914	0.0853	443.2	1.911	50
55	0.0953	447.1	1.931	0.0923	447.0	1.928	0.0895	446.9	1.925	0.0868	446.8	1.922	55
60	0.0969	450.7	1.942	0.0939	450.6	1.939	0.0910	450.5	1.936	0.0883	450.4	1.933	60
65	0.0985	454.3	1.953	0.0954	454.2	1.949	0.0925	454.1	1.946	0.0898	454.0	1.943	65
70	0.1001	457.9	1.963	0.0970	457.8	1.959	0.0941	457.7	1.957	0.0913	457.6	1.954	70
75	0.1017	461.5	1.974	0.0986	461.4	1.971	0.0956	461.3	1.968	0.0928	461.2	1.965	75
80	0.1033	465.2	1.984	0.1001	465.1	1.981	0.0971	465.0	1.978	0.0942	464.9	1.975	80
85	0.1049	468.9	1.995	0.1017	468.8	1.991	0.0986	468.7	1.988	0.0957	468.6	1.985	85
90	0.1065	472.6	2.005	0.1032	472.5	2.002	0.1001	472.4	1.999	0.0972	472.3	1.996	90
95	0.1081	476.3	2.015	0.1048	476.2	2.012	0.1016	476.1	2.009	0.0986	476.0	2.006	95
100	0.1097	480.0	2.025	0.1063	479.9	2.022	0.1031	479.9	2.019	0.1001	479.8	2.016	100
105	0.1113	483.8	2.035	0.1078	483.7	2.032	0.1046	483.6	2.029	0.1015	483.5	2.026	105
110	0.1129	487.6	2.045	0.1094	487.5	2.042	0.1061	487.4	2.039	0.1030	487.3	2.036	110
115	0.1144	491.4	2.055	0.1109	491.3	2.052	0.1076	491.2	2.049	0.1044	491.1	2.046	115
120	0.1160	495.2	2.065	0.1124	495.1	2.062	0.1091	495.1	2.059	0.1059	495.0	2.056	120
125	0.1176	499.1	2.074	0.1140	499.0	2.071	0.1105	498.9	2.068	0.1073	498.8	2.065	125
130	0.1192	502.9	2.084	0.1155	502.9	2.081	0.1120	502.8	2.078	0.1088	502.7	2.075	130
135	0.1207	506.8	2.094	0.1170	506.8	2.091	0.1135	506.7	2.088	0.1102	506.6	2.085	135
140	0.1223	510.7	2.103	0.1185	510.7	2.100	0.1150	510.6	2.097	0.1118	510.5	2.094	140

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	360			370			380			390			
	(-9.59°C)			(-8.81°C)			(-8.04°C)			(-7.28°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0644)	(401.4)	(1.785)	(0.0627)	(401.7)	(1.784)	(0.0611)	(402.0)	(1.783)	(0.0596)	(402.3)	(1.782)	
-5	0.0659	404.6	1.777	0.0639	404.3	1.774	0.0621	404.1	1.771	0.0603	403.9	1.768	-5
0	0.0675	408.1	1.790	0.0655	407.8	1.787	0.0637	407.6	1.784	0.0619	407.4	1.781	0
5	0.0691	411.5	1.803	0.0671	411.3	1.800	0.0652	411.1	1.798	0.0634	410.9	1.793	5
10	0.0707	415.0	1.815	0.0687	414.8	1.812	0.0667	414.6	1.809	0.0649	414.4	1.806	10
15	0.0723	418.5	1.827	0.0702	418.3	1.824	0.0682	418.1	1.821	0.0663	418.0	1.818	15
20	0.0738	422.0	1.839	0.0717	421.8	1.836	0.0697	421.6	1.833	0.0678	421.5	1.830	20
25	0.0754	425.5	1.851	0.0732	425.3	1.848	0.0711	425.1	1.845	0.0692	425.0	1.842	25
30	0.0769	429.0	1.863	0.0747	429.8	1.860	0.0726	429.7	1.857	0.0706	429.5	1.854	30
35	0.0784	432.5	1.874	0.0761	432.3	1.871	0.0740	432.2	1.868	0.0720	432.0	1.865	35
40	0.0799	436.0	1.886	0.0776	435.9	1.883	0.0755	435.7	1.880	0.0734	435.6	1.877	40
45	0.0814	439.5	1.897	0.0791	439.4	1.894	0.0769	439.3	1.891	0.0746	439.1	1.888	45
50	0.0828	443.1	1.908	0.0805	443.0	1.905	0.0783	442.8	1.902	0.0762	442.7	1.899	50
55	0.0843	446.7	1.919	0.0819	446.5	1.916	0.0797	446.4	1.913	0.0776	446.3	1.910	55
60	0.0858	450.2	1.930	0.0834	450.1	1.927	0.0811	450.0	1.924	0.0789	449.9	1.921	60
65	0.0872	453.9	1.940	0.0848	453.7	1.938	0.0825	453.6	1.935	0.0803	453.5	1.932	65
70	0.0887	457.5	1.951	0.0862	457.4	1.948	0.0838	457.3	1.945	0.0816	457.2	1.943	70
75	0.0901	461.1	1.962	0.0876	461.0	1.959	0.0852	460.9	1.956	0.0830	460.8	1.953	75
80	0.0915	464.8	1.972	0.0890	464.7	1.969	0.0866	464.6	1.966	0.0843	464.5	1.964	80
85	0.0930	468.5	1.982	0.0904	468.4	1.980	0.0879	468.3	1.977	0.0856	468.2	1.974	85
90	0.0944	472.2	1.993	0.0918	472.1	1.990	0.0893	472.0	1.987	0.0869	471.9	1.984	90
95	0.0958	475.9	2.003	0.0932	475.8	2.000	0.0907	475.8	1.997	0.0883	475.7	1.995	95
100	0.0973	479.7	2.013	0.0946	479.6	2.010	0.0920	479.5	2.008	0.0896	479.4	2.005	100
105	0.0987	483.5	2.023	0.0959	483.4	2.020	0.0933	483.3	2.018	0.0909	483.2	2.015	105
110	0.1001	487.3	2.033	0.0973	487.2	2.030	0.0947	487.1	2.028	0.0923	487.0	2.025	110
115	0.1015	491.1	2.043	0.0987	491.0	2.040	0.0960	490.9	2.037	0.0935	490.8	2.035	115
120	0.1029	494.9	2.053	0.1000	494.8	2.050	0.0974	494.8	2.047	0.0948	494.7	2.045	120
125	0.1043	498.8	2.063	0.1014	498.7	2.060	0.0987	498.6	2.057	0.0961	498.6	2.054	125
130	0.1057	502.7	2.072	0.1028	502.6	2.069	0.1000	502.5	2.067	0.0974	502.4	2.064	130
135	0.1071	506.6	2.082	0.1041	506.5	2.079	0.1013	506.4	2.076	0.0987	506.3	2.074	135
140	0.1085	510.5	2.091	0.1055	510.4	2.089	0.1027	510.3	2.086	0.1000	510.3	2.083	140
145	0.1099	514.4	2.101	0.1069	514.4	2.098	0.1040	514.3	2.095	0.1013	514.2	2.093	145

Table 2 (continued)
DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	450			425			400			375			
	(-4.56°C)			(-4.78°C)			(-3.08°C)			(-1.44°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0582)	(402.8)	(1.780)	(0.0549)	(403.2)	(1.758)	(0.0520)	(403.8)	(1.755)	(0.0493)	(404.5)	(1.753)	
-5	0.0587	403.7	1.755	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5
0	0.0602	407.2	1.778	0.0583	406.7	1.770	0.0528	406.1	1.763	0.0497	405.6	1.757	0
5	0.0616	410.7	1.790	0.0577	410.2	1.783	0.0542	409.7	1.778	0.0510	409.2	1.770	5
10	0.0631	414.3	1.803	0.0591	413.8	1.796	0.0555	413.3	1.789	0.0523	412.8	1.783	10
15	0.0645	417.8	1.815	0.0604	417.3	1.808	0.0568	416.9	1.802	0.0535	416.4	1.795	15
20	0.0660	421.3	1.827	0.0618	420.9	1.821	0.0581	420.5	1.814	0.0548	420.0	1.808	20
25	0.0674	424.8	1.839	0.0631	424.4	1.833	0.0594	424.0	1.828	0.0560	423.6	1.820	25
30	0.0688	428.4	1.851	0.0644	428.0	1.844	0.0606	427.6	1.838	0.0572	427.2	1.832	30
35	0.0701	431.9	1.863	0.0658	431.5	1.856	0.0619	431.2	1.850	0.0584	430.8	1.844	35
40	0.0715	435.4	1.874	0.0671	435.1	1.868	0.0631	434.8	1.861	0.0596	434.4	1.855	40
45	0.0728	439.0	1.885	0.0683	438.7	1.879	0.0643	438.4	1.873	0.0607	438.0	1.867	45
50	0.0742	442.6	1.897	0.0696	442.3	1.890	0.0655	442.0	1.884	0.0619	441.6	1.878	50
55	0.0755	446.2	1.908	0.0709	445.9	1.901	0.0667	445.6	1.895	0.0630	445.3	1.889	55
60	0.0769	449.8	1.919	0.0721	449.5	1.912	0.0679	449.2	1.908	0.0642	448.9	1.900	60
65	0.0782	453.4	1.929	0.0734	453.1	1.923	0.0691	452.9	1.917	0.0653	452.6	1.911	65
70	0.0795	457.1	1.940	0.0746	456.8	1.934	0.0703	456.5	1.928	0.0665	456.3	1.922	70
75	0.0808	460.7	1.951	0.0759	460.5	1.944	0.0715	460.2	1.938	0.0676	460.0	1.933	75
80	0.0821	464.4	1.961	0.0771	464.2	1.955	0.0727	463.9	1.949	0.0687	463.7	1.943	80
85	0.0834	468.1	1.972	0.0783	467.9	1.965	0.0738	467.6	1.959	0.0698	467.4	1.954	85
90	0.0847	471.8	1.982	0.0796	471.6	1.976	0.0750	471.4	1.970	0.0709	471.1	1.964	90
95	0.0860	475.6	1.992	0.0808	475.4	1.986	0.0762	475.1	1.980	0.0720	474.9	1.974	95
100	0.0873	479.3	2.002	0.0820	479.1	1.996	0.0773	478.9	1.990	0.0731	478.7	1.985	100
105	0.0886	483.1	2.012	0.0832	482.9	2.006	0.0785	482.7	2.000	0.0742	482.5	1.995	105
110	0.0898	486.9	2.022	0.0844	486.7	2.016	0.0796	486.5	2.010	0.0753	486.3	2.005	110
115	0.0911	490.8	2.032	0.0856	490.6	2.026	0.0807	490.4	2.020	0.0764	490.2	2.015	115
120	0.0924	494.6	2.042	0.0868	494.4	2.036	0.0819	494.2	2.030	0.0775	494.0	2.025	120
125	0.0937	498.5	2.052	0.0880	498.3	2.046	0.0830	498.1	2.040	0.0785	497.9	2.034	125
130	0.0949	502.4	2.062	0.0892	502.2	2.055	0.0842	502.0	2.050	0.0796	501.8	2.044	130
135	0.0962	506.3	2.071	0.0904	506.1	2.065	0.0853	505.9	2.059	0.0807	505.8	2.054	135
140	0.0975	510.2	2.081	0.0916	510.0	2.075	0.0864	509.9	2.069	0.0818	509.7	2.063	140
145	0.0987	514.2	2.090	0.0928	514.0	2.084	0.0875	513.8	2.078	0.0828	513.7	2.073	145

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	500			525			550			575			
	(+0.12°C)			(+1.63°C)			(+3.09°C)			(+4.50°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0469)	(405.1)	(1.750)	(0.0448)	(405.8)	(1.748)	(0.0428)	(406.2)	(1.745)	(0.0410)	(406.7)	(1.744)	
5	0.0482	408.7	1.764	0.0456	408.1	1.757	0.0432	407.6	1.751	0.0411	407.1	1.746	5
10	0.0494	412.3	1.777	0.0468	411.8	1.771	0.0444	411.3	1.765	0.0422	410.8	1.759	10
15	0.0506	416.0	1.789	0.0479	415.5	1.783	0.0455	415.0	1.778	0.0433	414.6	1.772	15
20	0.0518	419.6	1.802	0.0491	419.2	1.796	0.0466	418.7	1.790	0.0444	418.3	1.785	20
25	0.0530	423.2	1.814	0.0502	422.8	1.808	0.0477	422.4	1.803	0.0454	422.0	1.797	25
30	0.0541	426.8	1.826	0.0513	426.4	1.820	0.0488	426.0	1.815	0.0465	425.6	1.810	30
35	0.0553	430.4	1.838	0.0524	430.1	1.832	0.0498	429.7	1.827	0.0475	429.3	1.822	35
40	0.0564	434.1	1.849	0.0535	433.7	1.844	0.0509	433.4	1.839	0.0485	433.0	1.834	40
45	0.0575	437.7	1.861	0.0546	437.4	1.855	0.0519	437.0	1.850	0.0495	436.7	1.845	45
50	0.0586	441.3	1.872	0.0557	441.0	1.867	0.0530	440.7	1.862	0.0505	440.4	1.857	50
55	0.0597	445.0	1.884	0.0567	444.7	1.878	0.0540	444.4	1.873	0.0515	444.0	1.868	55
60	0.0608	448.6	1.895	0.0578	448.3	1.889	0.0550	448.0	1.884	0.0524	447.7	1.879	60
65	0.0619	452.3	1.906	0.0588	452.0	1.900	0.0560	451.7	1.895	0.0534	451.5	1.890	65
70	0.0630	456.0	1.916	0.0598	455.7	1.911	0.0570	455.5	1.906	0.0543	455.2	1.901	70
75	0.0640	459.7	1.927	0.0609	459.4	1.922	0.0579	459.2	1.917	0.0553	458.9	1.912	75
80	0.0651	463.4	1.938	0.0619	463.2	1.932	0.0589	462.9	1.927	0.0562	462.7	1.923	80
85	0.0662	467.2	1.948	0.0629	466.9	1.943	0.0599	466.7	1.938	0.0572	466.4	1.933	85
90	0.0672	470.9	1.959	0.0639	470.7	1.953	0.0609	470.5	1.949	0.0581	470.2	1.944	90
95	0.0683	474.7	1.969	0.0649	474.5	1.964	0.0618	474.2	1.959	0.0590	474.0	1.954	95
100	0.0693	478.5	1.979	0.0659	478.3	1.974	0.0628	478.0	1.969	0.0600	477.8	1.964	100
105	0.0704	482.3	1.989	0.0669	482.1	1.984	0.0638	481.9	1.979	0.0609	481.7	1.975	105
110	0.0714	486.1	1.999	0.0679	485.9	1.994	0.0647	485.7	1.989	0.0618	485.5	1.985	110
115	0.0724	490.0	2.009	0.0689	489.8	2.004	0.0657	489.6	1.999	0.0627	489.4	1.995	115
120	0.0735	493.8	2.019	0.0699	493.7	2.014	0.0666	493.5	2.009	0.0636	493.3	2.005	120
125	0.0745	497.7	2.029	0.0709	497.6	2.024	0.0675	497.4	2.019	0.0645	497.2	2.015	125
130	0.0755	501.7	2.039	0.0718	501.5	2.034	0.0685	501.3	2.029	0.0654	501.1	2.024	130
135	0.0766	505.6	2.049	0.0728	505.4	2.044	0.0694	505.2	2.039	0.0663	505.1	2.034	135
140	0.0776	509.5	2.058	0.0738	509.4	2.054	0.0704	509.2	2.048	0.0672	509.0	2.044	140
145	0.0786	513.5	2.068	0.0748	513.3	2.063	0.0713	513.2	2.058	0.0681	513.0	2.053	145
150	0.0796	517.5	2.077	0.0757	517.3	2.072	0.0722	517.2	2.068	0.0690	517.0	2.063	150
155	0.0806	521.5	2.087	0.0767	521.4	2.082	0.0731	521.2	2.077	0.0699	521.0	2.072	155

Table 2 (continued)
DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	600			625			650			675			
	(5.86°C)			(7.15°C)			(8.48°C)			(9.71°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
10	0.0402	410.3	1.754	0.0384	409.8	1.748	0.0366	409.2	1.743	0.0351	408.7	1.738	10
15	0.0413	414.1	1.767	0.0394	413.6	1.762	0.0377	413.1	1.757	0.0361	412.6	1.752	15
20	0.0423	417.8	1.780	0.0404	417.4	1.775	0.0387	416.9	1.770	0.0370	416.4	1.765	20
25	0.0433	421.5	1.792	0.0414	421.1	1.787	0.0396	420.7	1.782	0.0380	420.2	1.778	25
30	0.0443	425.2	1.805	0.0424	424.8	1.800	0.0406	424.4	1.795	0.0389	424.0	1.790	30
35	0.0453	428.9	1.817	0.0433	428.6	1.812	0.0415	428.2	1.807	0.0398	427.8	1.803	35
40	0.0463	432.6	1.829	0.0443	432.3	1.824	0.0424	431.9	1.819	0.0407	431.5	1.815	40
45	0.0473	436.3	1.840	0.0452	436.0	1.836	0.0433	435.6	1.831	0.0416	435.3	1.827	45
50	0.0482	440.0	1.852	0.0461	439.7	1.847	0.0442	439.4	1.843	0.0424	439.0	1.838	50
55	0.0492	443.7	1.863	0.0471	443.4	1.859	0.0451	443.1	1.854	0.0433	442.8	1.850	55
60	0.0501	447.5	1.874	0.0480	447.2	1.870	0.0460	446.8	1.865	0.0441	446.5	1.851	60
65	0.0510	451.2	1.886	0.0489	450.9	1.881	0.0468	450.6	1.877	0.0450	450.3	1.872	65
70	0.0520	454.9	1.897	0.0497	454.6	1.892	0.0477	454.4	1.888	0.0458	454.1	1.883	70
75	0.0529	458.7	1.907	0.0506	458.4	1.903	0.0486	458.1	1.899	0.0466	457.9	1.894	75
80	0.0538	462.4	1.918	0.0515	462.2	1.914	0.0494	461.9	1.909	0.0475	461.7	1.905	80
85	0.0547	466.2	1.929	0.0524	465.9	1.924	0.0503	465.7	1.920	0.0483	465.5	1.916	85
90	0.0556	470.0	1.939	0.0532	469.7	1.935	0.0511	469.5	1.931	0.0491	469.3	1.925	90
95	0.0565	473.8	1.950	0.0541	473.6	1.945	0.0519	473.3	1.941	0.0499	473.1	1.937	95
100	0.0574	477.6	1.960	0.0550	477.4	1.956	0.0527	477.2	1.951	0.0507	477.0	1.947	100
105	0.0582	481.5	1.970	0.0558	481.2	1.966	0.0536	481.0	1.962	0.0515	480.8	1.958	105
110	0.0591	485.3	1.980	0.0567	485.1	1.976	0.0544	484.9	1.972	0.0523	484.7	1.968	110
115	0.0600	489.2	1.990	0.0575	489.0	1.986	0.0552	488.8	1.982	0.0531	488.6	1.978	115
120	0.0609	493.1	2.000	0.0583	492.9	1.996	0.0560	492.7	1.992	0.0539	492.5	1.988	120
125	0.0617	497.0	2.010	0.0592	496.8	2.006	0.0568	496.6	2.002	0.0546	496.4	1.998	125
130	0.0626	500.9	2.020	0.0600	500.7	2.016	0.0576	500.6	2.012	0.0554	500.4	2.008	130
135	0.0635	504.9	2.030	0.0609	504.7	2.026	0.0584	504.5	2.021	0.0562	504.4	2.018	135
140	0.0643	508.9	2.039	0.0617	508.7	2.036	0.0592	508.5	2.031	0.0570	508.3	2.027	140
145	0.0652	512.8	2.049	0.0625	512.7	2.045	0.0600	512.5	2.041	0.0577	512.3	2.037	145
150	0.0661	516.9	2.059	0.0633	516.7	2.054	0.0608	516.5	2.050	0.0585	516.4	2.046	150
155	0.0669	520.9	2.068	0.0642	520.7	2.064	0.0616	520.6	2.060	0.0593	520.4	2.056	155
160	0.0678	524.9	2.077	0.0650	524.8	2.073	0.0624	524.6	2.069	0.0600	524.5	2.065	160

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	700			725			750			775			
	(10.92°C)			(12.10°C)			(13.25°C)			(14.37°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
15	0.0346	412.1	1.747	0.0332	411.5	1.742	0.0319	411	1.737	0.0306	410.5	1.733	15
20	0.0355	415.9	1.760	0.0341	415.5	1.755	0.0328	415	1.751	0.0315	414.5	1.747	20
25	0.0364	419.8	1.773	0.0350	419.3	1.769	0.0337	418.9	1.764	0.0324	418.4	1.760	25
30	0.0373	423.6	1.786	0.0359	423.2	1.781	0.0346	422.7	1.777	0.0332	422.3	1.773	30
35	0.0382	427.4	1.798	0.0367	427.0	1.794	0.0354	426.6	1.790	0.0341	426.2	1.785	35
40	0.0391	431.2	1.810	0.0376	430.6	1.806	0.0362	430.4	1.802	0.0349	430.0	1.798	40
45	0.0399	434.9	1.822	0.0384	434.6	1.818	0.0370	434.2	1.814	0.0357	433.9	1.810	45
50	0.0408	438.7	1.834	0.0392	438.4	1.830	0.0378	438.0	1.826	0.0365	437.7	1.822	50
55	0.0416	442.5	1.846	0.0401	442.1	1.842	0.0386	441.8	1.838	0.0372	441.5	1.834	55
60	0.0424	446.2	1.857	0.0409	445.9	1.853	0.0394	445.6	1.849	0.0380	445.3	1.845	60
65	0.0433	450.0	1.868	0.0417	449.7	1.864	0.0402	449.4	1.860	0.0387	449.1	1.857	65
70	0.0441	453.8	1.879	0.0424	453.5	1.875	0.0409	453.2	1.872	0.0396	453.0	1.868	70
75	0.0449	457.6	1.890	0.0432	457.3	1.886	0.0417	457.1	1.883	0.0402	456.8	1.879	75
80	0.0457	461.4	1.901	0.0440	461.1	1.897	0.0424	460.9	1.893	0.0410	460.6	1.890	80
85	0.0465	465.2	1.912	0.0448	465.0	1.908	0.0432	464.7	1.904	0.0417	464.5	1.901	85
90	0.0472	469.0	1.923	0.0455	468.8	1.919	0.0439	468.6	1.915	0.0424	468.3	1.911	90
95	0.0480	472.9	1.933	0.0463	472.6	1.929	0.0446	472.4	1.925	0.0431	472.2	1.922	95
100	0.0488	476.7	1.943	0.0470	476.5	1.940	0.0454	476.3	1.936	0.0438	476.1	1.932	100
105	0.0496	480.6	1.954	0.0478	480.4	1.950	0.0461	480.2	1.946	0.0445	480.0	1.943	105
110	0.0503	484.5	1.964	0.0485	484.3	1.960	0.0468	484.1	1.957	0.0452	483.9	1.943	110
115	0.0511	488.4	1.974	0.0493	488.2	1.970	0.0475	488.0	1.967	0.0459	487.8	1.963	115
120	0.0519	492.3	1.984	0.0500	492.1	1.980	0.0483	491.9	1.977	0.0466	491.7	1.973	120
125	0.0528	496.2	1.994	0.0507	496.1	1.990	0.0490	495.9	1.987	0.0473	495.7	1.983	125
130	0.0534	500.2	2.004	0.0515	500.0	2.000	0.0497	499.8	1.997	0.0480	499.7	1.993	130
135	0.0541	504.2	2.014	0.0522	504.0	2.010	0.0504	503.8	2.006	0.0487	503.6	2.003	135
140	0.0549	508.2	2.023	0.0529	508.0	2.020	0.0511	507.8	2.016	0.0494	507.6	2.013	140
145	0.0556	512.2	2.033	0.0536	512.0	2.029	0.0518	511.8	2.026	0.0501	511.7	2.022	145
150	0.0564	516.2	2.043	0.0544	516.0	2.039	0.0525	515.9	2.035	0.0507	515.7	2.032	150
155	0.0571	520.3	2.062	0.0551	520.1	2.049	0.0532	519.9	2.045	0.0514	519.8	2.042	155
160	0.0578	524.3	2.062	0.0558	524.2	2.059	0.0539	524.0	2.064	0.0521	523.9	2.061	160
165	0.0585	528.4	2.071	0.0565	528.2	2.067	0.0546	528.1	2.064	0.0528	527.9	2.060	165

Table 2 (continued)

DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	850 (15.46°C)			880 (17.58°C)			900 (19.67°C)			950 (21.55°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0296)	(410.3)	(1.730)	(0.0278)	(410.9)	(1.727)	(0.0263)	(411.5)	(1.724)	(0.0248)	(412.1)	(1.722)	
20	0.0304	414.0	1.742	0.0282	412.9	1.734	0.0264	411.9	1.725	-	-	-	20
25	0.0312	417.9	1.758	0.0291	417.0	1.747	0.0272	416.0	1.739	0.0254	415.0	1.732	25
30	0.0321	421.9	1.789	0.0299	421.0	1.761	0.0279	420.1	1.753	0.0262	419.1	1.745	30
35	0.0329	425.8	1.791	0.0307	424.9	1.774	0.0287	424.1	1.766	0.0269	423.2	1.759	35
40	0.0337	429.6	1.794	0.0314	428.9	1.788	0.0294	428.1	1.779	0.0276	427.3	1.772	40
45	0.0344	433.5	1.806	0.0322	432.8	1.799	0.0301	432.0	1.791	0.0283	431.2	1.784	45
50	0.0352	437.3	1.818	0.0329	436.6	1.811	0.0308	435.9	1.804	0.0290	435.2	1.797	50
55	0.0360	441.2	1.830	0.0336	440.5	1.823	0.0315	439.8	1.816	0.0297	439.2	1.809	55
60	0.0367	445.0	1.841	0.0343	444.4	1.834	0.0322	443.7	1.827	0.0303	443.1	1.821	60
65	0.0374	448.8	1.853	0.0350	448.2	1.846	0.0329	447.6	1.839	0.0310	447.0	1.832	65
70	0.0382	452.7	1.864	0.0357	452.1	1.857	0.0335	451.5	1.850	0.0316	450.9	1.844	70
75	0.0389	456.5	1.875	0.0364	456.0	1.868	0.0342	455.4	1.862	0.0322	454.8	1.855	75
80	0.0396	460.4	1.886	0.0371	459.8	1.879	0.0348	459.3	1.873	0.0329	458.8	1.866	80
85	0.0403	464.2	1.897	0.0377	463.7	1.890	0.0355	463.2	1.884	0.0335	462.7	1.877	85
90	0.0410	468.1	1.908	0.0384	467.6	1.901	0.0361	467.1	1.894	0.0341	466.6	1.888	90
95	0.0417	471.9	1.918	0.0391	471.5	1.912	0.0368	471.0	1.905	0.0347	470.5	1.899	95
100	0.0424	475.8	1.929	0.0397	475.4	1.922	0.0374	474.9	1.916	0.0353	474.5	1.910	100
105	0.0431	479.7	1.939	0.0404	479.3	1.933	0.0380	478.9	1.926	0.0359	478.4	1.920	105
110	0.0437	483.7	1.950	0.0410	483.2	1.943	0.0386	482.8	1.937	0.0365	482.4	1.931	110
115	0.0444	487.6	1.960	0.0417	487.2	1.953	0.0392	486.8	1.947	0.0370	486.4	1.941	115
120	0.0451	491.5	1.970	0.0423	491.1	1.963	0.0398	490.7	1.957	0.0376	490.3	1.951	120
125	0.0458	495.5	1.980	0.0430	495.1	1.973	0.0404	494.7	1.967	0.0382	494.3	1.961	125
130	0.0464	499.5	1.990	0.0436	499.1	1.983	0.0410	498.7	1.977	0.0388	498.4	1.971	130
135	0.0471	503.5	2.000	0.0442	503.1	1.993	0.0416	502.7	1.987	0.0393	502.4	1.981	135
140	0.0478	507.5	2.009	0.0448	507.1	2.003	0.0422	506.8	1.997	0.0399	506.4	1.991	140
145	0.0484	511.5	2.019	0.0455	511.2	2.013	0.0428	510.8	2.007	0.0405	510.5	2.001	145
150	0.0491	515.6	2.029	0.0461	515.2	2.022	0.0434	514.9	2.016	0.0410	514.6	2.010	150
155	0.0497	519.6	2.038	0.0467	519.3	2.032	0.0440	519.0	2.026	0.0416	518.7	2.020	155
160	0.0504	523.7	2.048	0.0473	523.4	2.041	0.0446	523.1	2.035	0.0422	522.8	2.030	160
165	0.0511	527.8	2.057	0.0480	527.5	2.051	0.0452	527.2	2.045	0.0427	526.9	2.039	165
170	0.0517	531.9	2.066	0.0486	531.6	2.060	0.0458	531.3	2.054	0.0433	531.0	2.048	170

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	1000 (23.42°C)			1100 (26.95°C)			1200 (30.26°C)			1300 (33.37°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0236)	(412.8)	(1.719)	(0.0214)	(413.5)	(1.715)	(0.0198)	(414.3)	(1.711)	(0.0180)	(415.0)	(1.707)	
25	0.0239	414.0	1.724	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
30	0.0246	418.2	1.738	0.0219	416.2	1.724	-	-	-	-	-	-	30
35	0.0253	422.3	1.752	0.0225	420.5	1.738	0.0202	418.8	1.725	0.0182	416.5	1.712	35
40	0.0260	426.4	1.765	0.0232	424.7	1.751	0.0209	422.9	1.739	0.0188	421.1	1.726	40
45	0.0267	430.5	1.778	0.0238	428.9	1.765	0.0215	427.2	1.752	0.0194	425.5	1.740	45
50	0.0273	434.5	1.790	0.0245	433.0	1.777	0.0221	431.4	1.765	0.0200	429.8	1.754	50
55	0.0280	438.5	1.802	0.0251	437.1	1.790	0.0226	435.8	1.778	0.0206	434.1	1.767	55
60	0.0286	442.4	1.814	0.0257	441.1	1.802	0.0232	439.7	1.791	0.0211	438.3	1.780	60
65	0.0292	446.4	1.826	0.0263	445.1	1.814	0.0238	443.8	1.803	0.0216	442.5	1.792	65
70	0.0299	450.3	1.838	0.0269	449.1	1.826	0.0243	447.9	1.815	0.0222	446.6	1.804	70
75	0.0305	454.3	1.849	0.0274	453.1	1.838	0.0248	452.0	1.827	0.0227	450.8	1.816	75
80	0.0311	458.2	1.860	0.0279	457.1	1.849	0.0254	456.0	1.838	0.0232	454.9	1.828	80
85	0.0316	462.2	1.871	0.0285	461.1	1.860	0.0259	460.0	1.850	0.0236	459.0	1.840	85
90	0.0322	466.1	1.882	0.0290	465.1	1.871	0.0264	464.1	1.861	0.0241	463.0	1.851	90
95	0.0328	470.1	1.893	0.0296	469.1	1.882	0.0269	468.1	1.872	0.0246	467.1	1.862	95
100	0.0334	474.0	1.904	0.0301	473.1	1.893	0.0274	472.1	1.883	0.0251	471.2	1.873	100
105	0.0339	478.0	1.914	0.0306	477.1	1.904	0.0279	476.2	1.893	0.0255	475.3	1.884	105
110	0.0345	482.0	1.925	0.0312	481.1	1.914	0.0284	480.2	1.904	0.0260	479.3	1.895	110
115	0.0351	485.9	1.935	0.0317	485.1	1.924	0.0289	484.3	1.915	0.0264	483.4	1.905	115
120	0.0356	489.9	1.945	0.0322	489.1	1.935	0.0293	488.3	1.925	0.0269	487.5	1.916	120
125	0.0362	494.0	1.956	0.0327	493.2	1.945	0.0298	492.4	1.935	0.0273	491.6	1.926	125
130	0.0367	498.0	1.966	0.0332	497.2	1.955	0.0303	496.5	1.945	0.0278	495.7	1.936	130
135	0.0373	502.0	1.976	0.0337	501.3	1.965	0.0307	500.6	1.955	0.0282	499.8	1.946	135
140	0.0378	506.1	1.985	0.0342	505.4	1.975	0.0312	504.7	1.965	0.0286	503.9	1.956	140
145	0.0384	510.1	1.995	0.0347	509.5	1.985	0.0317	508.8	1.975	0.0291	508.1	1.966	145
150	0.0389	514.2	2.005	0.0352	513.6	1.995	0.0321	512.9	1.985	0.0295	512.2	1.976	150
155	0.0394	518.3	2.015	0.0357	517.7	2.004	0.0326	517.0	1.995	0.0299	516.4	1.986	155
160	0.0400	522.5	2.024	0.0362	521.8	2.014	0.0330	521.2	2.004	0.0304	520.5	1.996	160
165	0.0405	526.6	2.034	0.0367	526.0	2.023	0.0335	525.4	2.014	0.0308	524.7	2.005	165
170	0.0410	530.7	2.043	0.0372	530.1	2.033	0.0339	529.5	2.024	0.0312	528.9	2.015	170
175	0.0415	534.9	2.052	0.0377	534.3	2.042	0.0344	533.7	2.033	0.0316	533.1	2.024	175

Table 2 (continued)

DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	1400			1500			1600			1700			
	(36.31°C)			(39.10°C)			(41.75°C)			(44.28°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
40	0.0167	416.6	1.703	0.0155	416.1	1.700	0.0144	416.5	1.696	0.0135	416.8	1.693	40
45	0.0171	419.1	1.714	0.0156	417.0	1.702	-	-	-	-	-	-	45
50	0.0177	423.7	1.729	0.0162	421.8	1.718	0.0148	419.8	1.708	0.0138	417.6	1.695	50
55	0.0183	428.2	1.743	0.0167	426.4	1.732	0.0153	424.6	1.721	0.0141	422.6	1.711	55
60	0.0188	432.5	1.756	0.0172	430.9	1.746	0.0159	429.2	1.736	0.0146	427.5	1.726	60
65	0.0193	436.9	1.769	0.0177	435.4	1.759	0.0164	433.8	1.750	0.0151	432.2	1.740	65
70	0.0198	441.1	1.782	0.0182	439.7	1.772	0.0168	438.3	1.763	0.0156	436.8	1.754	70
75	0.0203	445.3	1.795	0.0187	444.0	1.785	0.0173	442.7	1.778	0.0160	441.2	1.767	75
80	0.0208	449.5	1.807	0.0192	448.3	1.797	0.0177	447.0	1.788	0.0166	445.7	1.780	80
85	0.0213	453.7	1.819	0.0196	452.5	1.809	0.0182	451.3	1.801	0.0169	450.0	1.792	85
90	0.0217	457.8	1.830	0.0201	456.7	1.821	0.0186	455.6	1.813	0.0173	454.4	1.804	90
95	0.0222	462.0	1.842	0.0205	460.9	1.833	0.0190	459.8	1.824	0.0177	458.7	1.816	95
100	0.0226	466.1	1.853	0.0209	465.1	1.844	0.0194	464.0	1.836	0.0181	463.0	1.828	100
105	0.0231	470.2	1.864	0.0213	469.2	1.855	0.0198	468.2	1.847	0.0185	467.2	1.839	105
110	0.0235	474.3	1.875	0.0218	473.4	1.866	0.0202	472.4	1.858	0.0189	471.5	1.851	110
115	0.0239	478.4	1.886	0.0222	477.5	1.877	0.0206	476.6	1.869	0.0193	475.7	1.862	115
120	0.0244	482.6	1.896	0.0226	481.7	1.888	0.0210	480.8	1.880	0.0196	479.9	1.873	120
125	0.0248	486.7	1.907	0.0230	485.8	1.899	0.0214	485.0	1.891	0.0200	484.1	1.884	125
130	0.0252	490.8	1.917	0.0234	490.0	1.909	0.0218	489.2	1.902	0.0204	488.3	1.894	130
135	0.0256	494.9	1.928	0.0238	494.1	1.920	0.0222	493.4	1.912	0.0207	492.8	1.905	135
140	0.0260	499.1	1.938	0.0242	498.3	1.930	0.0225	497.5	1.922	0.0211	496.8	1.915	140
145	0.0265	503.2	1.948	0.0246	502.5	1.940	0.0229	501.7	1.933	0.0214	501.0	1.925	145
150	0.0269	507.4	1.958	0.0249	506.7	1.950	0.0233	505.9	1.943	0.0218	505.2	1.936	150
155	0.0273	511.5	1.968	0.0253	510.9	1.960	0.0236	510.2	1.953	0.0221	509.5	1.946	155
160	0.0277	515.7	1.978	0.0257	515.1	1.970	0.0240	514.4	1.963	0.0225	513.7	1.956	160
165	0.0281	519.9	1.987	0.0261	519.3	1.980	0.0243	518.6	1.972	0.0228	518.0	1.965	165
170	0.0285	524.1	1.997	0.0264	523.5	1.989	0.0247	522.9	1.982	0.0231	522.2	1.975	170
175	0.0289	528.3	2.007	0.0268	527.7	1.999	0.0250	527.1	1.992	0.0235	526.5	1.985	175
180	0.0292	532.6	2.016	0.0272	532.0	2.009	0.0254	531.4	2.001	0.0238	530.8	1.995	180
185	0.0296	536.8	2.026	0.0276	536.2	2.018	0.0257	535.6	2.011	0.0241	535.1	2.004	185
190	0.0300	541.1	2.035	0.0279	540.5	2.027	0.0261	539.9	2.020	0.0245	539.4	2.014	190
195	0.0304	545.3	2.044	0.0283	544.8	2.037	0.0264	544.2	2.030	0.0248	543.7	2.023	195

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	1800			1900			2000			2100			
	(48.71°C)			(49.03°C)			(51.27°C)			(53.43°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
50	0.0127	417.1	1.690	0.0119	417.4	1.687	0.0113	417.5	1.683	0.0106	417.6	1.680	50
55	0.0130	420.6	1.700	0.0120	418.4	1.690	-	-	-	-	-	-	55
60	0.0135	425.6	1.716	0.0126	423.7	1.706	0.0116	421.8	1.696	0.0108	419.4	1.686	60
65	0.0140	430.5	1.731	0.0130	428.7	1.721	0.0121	426.9	1.712	0.0113	424.9	1.702	65
70	0.0145	435.2	1.745	0.0135	433.6	1.736	0.0126	431.9	1.727	0.0118	430.1	1.716	70
75	0.0149	439.8	1.758	0.0139	438.3	1.750	0.0130	436.6	1.741	0.0122	435.1	1.733	75
80	0.0154	444.3	1.771	0.0143	442.9	1.763	0.0134	441.5	1.755	0.0126	440.0	1.747	80
85	0.0158	448.8	1.784	0.0147	447.5	1.776	0.0138	446.1	1.768	0.0130	444.7	1.760	85
90	0.0162	453.2	1.796	0.0151	451.9	1.788	0.0142	450.7	1.781	0.0134	449.4	1.773	90
95	0.0166	457.5	1.808	0.0155	456.4	1.801	0.0146	455.2	1.793	0.0137	454.0	1.786	95
100	0.0169	461.9	1.820	0.0159	460.8	1.813	0.0149	459.6	1.806	0.0141	458.5	1.798	100
105	0.0173	466.2	1.832	0.0162	465.1	1.825	0.0153	464.1	1.817	0.0144	463.0	1.811	105
110	0.0177	470.5	1.843	0.0166	469.5	1.836	0.0156	468.5	1.829	0.0148	467.4	1.822	110
115	0.0180	474.7	1.854	0.0170	473.8	1.847	0.0160	472.8	1.841	0.0151	471.8	1.834	115
120	0.0184	479.0	1.866	0.0173	478.1	1.859	0.0163	477.2	1.852	0.0154	476.2	1.845	120
125	0.0188	483.3	1.877	0.0176	482.4	1.870	0.0166	481.5	1.863	0.0157	480.6	1.857	125
130	0.0191	487.5	1.887	0.0180	486.7	1.880	0.0170	485.8	1.874	0.0160	484.9	1.868	130
135	0.0194	491.8	1.898	0.0183	490.9	1.891	0.0173	490.1	1.885	0.0163	489.3	1.878	135
140	0.0198	496.0	1.908	0.0186	495.2	1.902	0.0176	494.4	1.896	0.0166	493.6	1.889	140
145	0.0201	500.3	1.919	0.0190	499.5	1.912	0.0179	498.7	1.906	0.0169	498.0	1.900	145
150	0.0205	504.5	1.929	0.0193	503.8	1.922	0.0182	503.0	1.916	0.0172	502.3	1.910	150
155	0.0208	508.8	1.939	0.0196	508.1	1.932	0.0185	507.3	1.926	0.0175	506.6	1.920	155
160	0.0211	513.0	1.949	0.0199	512.3	1.943	0.0188	511.7	1.936	0.0178	511.0	1.931	160
165	0.0214	517.3	1.959	0.0202	516.6	1.953	0.0191	516.0	1.946	0.0181	515.3	1.941	165
170	0.0218	521.6	1.969	0.0205	520.9	1.962	0.0194	520.3	1.956	0.0184	519.8	1.951	170
175	0.0221	525.9	1.978	0.0208	525.2	1.972	0.0197	524.6	1.966	0.0187	524.0	1.960	175
180	0.0224	530.2	1.988	0.0211	529.5	1.982	0.0200	529.0	1.976	0.0190	528.3	1.970	180
185	0.0227	534.5	1.998	0.0214	533.9	1.991	0.0203	533.3	1.986	0.0192	532.7	1.980	185
190	0.0230	538.8	2.007	0.0217	538.2	2.001	0.0206	537.7	1.995	0.0195	537.1	1.989	190
195	0.0233	543.1	2.017	0.0220	542.6	2.010	0.0209	542.0	2.005	0.0198	541.5	1.999	195
200	0.0236	547.5	2.026	0.0223	546.9	2.020	0.0211	546.4	2.014	0.0201	545.8	2.008	200

Table 2 (continued)

DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	2200			2300			2400			2500			
	(55.51°C)			(57.53°C)			(59.47°C)			(61.36°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
60	(0.0101)	(417.7)	(1.677)	(0.0098)	(417.8)	(1.674)	(0.0091)	(417.8)	(1.671)	(0.0086)	(417.5)	(1.668)	60
65	0.0105	422.8	1.693	0.0098	420.8	1.683	0.0091	418.2	1.673	-	-	-	65
70	0.0110	428.3	1.709	0.0103	426.3	1.700	0.0096	424.3	1.691	0.0090	422.1	1.682	70
75	0.0114	433.5	1.724	0.0107	431.7	1.718	0.0101	429.9	1.708	0.0095	428.0	1.699	75
80	0.0118	438.5	1.739	0.0111	436.9	1.731	0.0105	435.2	1.723	0.0099	433.5	1.715	80
85	0.0122	443.3	1.753	0.0115	441.9	1.745	0.0109	440.3	1.738	0.0102	438.8	1.730	85
90	0.0126	448.1	1.768	0.0119	446.7	1.758	0.0112	445.3	1.752	0.0106	443.9	1.745	90
95	0.0129	452.7	1.779	0.0122	451.5	1.772	0.0116	450.2	1.765	0.0110	448.8	1.758	95
100	0.0133	457.3	1.792	0.0126	456.1	1.785	0.0119	454.9	1.778	0.0113	453.7	1.772	100
105	0.0136	461.9	1.804	0.0129	460.7	1.797	0.0122	459.6	1.791	0.0116	458.4	1.784	105
110	0.0139	466.4	1.816	0.0132	465.3	1.809	0.0125	464.2	1.803	0.0119	463.1	1.797	110
115	0.0143	470.8	1.828	0.0135	469.8	1.821	0.0128	468.8	1.815	0.0122	467.7	1.809	115
120	0.0146	475.3	1.839	0.0138	474.3	1.833	0.0131	473.3	1.827	0.0125	472.3	1.821	120
125	0.0149	479.7	1.850	0.0141	478.8	1.844	0.0134	477.8	1.838	0.0128	476.9	1.833	125
130	0.0152	484.1	1.861	0.0144	483.2	1.855	0.0137	482.3	1.850	0.0131	481.4	1.844	130
135	0.0155	488.5	1.872	0.0147	487.6	1.867	0.0140	486.7	1.861	0.0134	485.9	1.855	135
140	0.0158	492.8	1.883	0.0150	492.0	1.877	0.0143	491.2	1.872	0.0136	490.4	1.866	140
145	0.0161	497.2	1.894	0.0153	496.4	1.888	0.0146	495.6	1.883	0.0139	494.8	1.877	145
150	0.0164	501.5	1.904	0.0156	500.8	1.899	0.0148	500.0	1.893	0.0142	499.3	1.888	150
155	0.0167	505.9	1.915	0.0158	505.2	1.909	0.0151	504.4	1.904	0.0144	503.7	1.898	155
160	0.0169	510.3	1.925	0.0161	509.6	1.919	0.0154	508.9	1.914	0.0147	508.1	1.909	160
165	0.0172	514.6	1.935	0.0164	513.9	1.930	0.0156	513.3	1.924	0.0149	512.6	1.919	165
170	0.0175	519.0	1.945	0.0167	518.3	1.940	0.0159	517.7	1.934	0.0152	517.0	1.929	170
175	0.0178	523.4	1.955	0.0169	522.7	1.950	0.0161	522.1	1.944	0.0154	521.4	1.939	175
180	0.0180	527.7	1.965	0.0172	527.1	1.959	0.0164	526.5	1.954	0.0157	525.9	1.949	180
185	0.0183	532.1	1.974	0.0174	531.5	1.969	0.0166	530.9	1.964	0.0159	530.3	1.959	185
190	0.0185	536.5	1.984	0.0177	535.9	1.979	0.0169	535.3	1.974	0.0162	534.7	1.969	190
195	0.0188	540.9	1.994	0.0179	540.3	1.988	0.0171	539.8	1.983	0.0164	539.2	1.979	195
200	0.0191	545.3	2.003	0.0182	544.7	1.998	0.0174	544.2	1.993	0.0166	543.6	1.988	200
205	0.0194	549.7	2.012	0.0185	549.2	2.007	0.0178	548.6	2.002	0.0169	548.1	1.999	205
210	0.0196	554.1	2.022	0.0187	553.6	2.017	0.0179	553.1	2.012	0.0171	552.6	2.007	210
215	0.0199	558.6	2.031	0.0190	558.1	2.026	0.0181	557.5	2.021	0.0173	557.0	2.016	215

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	2600			2700			2800			2900			
	(63.20°C)			(64.98°C)			(66.71°C)			(68.40°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
65	(0.0082)	(417.3)	(1.668)	(0.0079)	(417.1)	(1.662)	(0.0075)	(416.8)	(1.659)	(0.0072)	(416.5)	(1.656)	65
70	0.0084	419.7	1.672	0.0079	417.1	1.662	-	-	-	-	-	-	70
75	0.0089	425.9	1.691	0.0083	423.7	1.682	0.0078	421.4	1.673	0.0073	418.8	1.663	75
80	0.0093	431.7	1.707	0.0088	429.8	1.699	0.0083	427.8	1.691	0.0078	425.8	1.683	80
85	0.0097	437.1	1.723	0.0092	435.4	1.715	0.0087	433.7	1.708	0.0082	431.8	1.700	85
90	0.0100	442.4	1.738	0.0095	440.8	1.731	0.0090	439.2	1.724	0.0085	437.6	1.716	90
95	0.0104	447.4	1.752	0.0099	446.0	1.745	0.0094	444.6	1.738	0.0089	443.1	1.732	95
100	0.0107	452.4	1.766	0.0102	451.1	1.759	0.0097	449.7	1.752	0.0092	448.3	1.746	100
105	0.0110	457.2	1.778	0.0105	456.0	1.772	0.0100	454.7	1.766	0.0095	453.5	1.760	105
110	0.0113	462.0	1.791	0.0108	460.8	1.785	0.0103	459.7	1.779	0.0098	458.5	1.773	110
115	0.0116	466.7	1.803	0.0111	465.6	1.797	0.0106	464.5	1.792	0.0101	463.4	1.786	115
120	0.0119	471.3	1.815	0.0114	470.3	1.810	0.0109	469.2	1.804	0.0104	468.2	1.799	120
125	0.0122	475.9	1.827	0.0117	474.9	1.822	0.0111	473.9	1.816	0.0107	472.9	1.811	125
130	0.0125	480.5	1.839	0.0119	479.5	1.833	0.0114	478.6	1.828	0.0109	477.6	1.823	130
135	0.0128	485.0	1.850	0.0122	484.1	1.845	0.0117	483.2	1.839	0.0112	482.3	1.834	135
140	0.0130	489.5	1.861	0.0124	488.7	1.856	0.0119	487.8	1.851	0.0114	486.9	1.848	140
145	0.0133	494.0	1.872	0.0127	493.2	1.867	0.0122	492.4	1.862	0.0117	491.5	1.857	145
150	0.0135	498.5	1.883	0.0130	497.7	1.878	0.0124	496.9	1.873	0.0119	496.1	1.868	150
155	0.0138	503.0	1.893	0.0132	502.2	1.888	0.0127	501.4	1.884	0.0122	500.7	1.879	155
160	0.0140	507.4	1.904	0.0134	506.7	1.899	0.0129	506.0	1.894	0.0124	505.2	1.889	160
165	0.0143	511.9	1.914	0.0137	511.2	1.909	0.0131	510.5	1.905	0.0126	509.8	1.900	165
170	0.0145	516.3	1.924	0.0139	515.7	1.920	0.0134	515.0	1.915	0.0128	514.3	1.910	170
175	0.0148	520.8	1.934	0.0142	520.1	1.930	0.0136	519.5	1.925	0.0131	518.8	1.921	175
180	0.0150	525.2	1.944	0.0144	524.6	1.940	0.0138	524.0	1.935	0.0133	523.3	1.931	180
185	0.0152	529.7	1.954	0.0146	529.1	1.950	0.0140	528.5	1.945	0.0135	527.8	1.941	185
190	0.0155	534.1	1.964	0.0148	533.6	1.960	0.0143	533.0	1.955	0.0137	532.4	1.951	190
195	0.0157	538.6	1.974	0.0151	538.0	1.969	0.0145	537.5	1.965	0.0139	536.9	1.961	195
200	0.0159	543.1	1.983	0.0153	542.5	1.979	0.0147	542.0	1.975	0.0141	541.4	1.970	200
205	0.0162	547.5	1.993	0.0155	547.0	1.988	0.0149	546.5	1.984	0.0144	545.9	1.980	205
210	0.0164	552.0	2.002	0.0157	551.5	1.998	0.0151	551.0	1.994	0.0146	550.4	1.989	210
215	0.0168	556.5	2.012	0.0160	556.0	2.007	0.0153	555.5	2.003	0.0148	555.0	1.999	215
215	0.0168	561.0	2.021	0.0162	560.5	2.017	0.0156	560.0	2.012	0.0150	559.5	2.008	215

Table 2 (continued)

DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	3000			3100			3200			3300			
	(70.04°C)			(71.84°C)			(73.21°C)			(74.73°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0068)	(416.1)	(1.853)	(0.0065)	(415.6)	(1.850)	(0.0063)	(415.2)	(1.846)	(0.0062)	(414.8)	(1.843)	
75	0.0073	423.3	1.874	0.0069	420.9	1.865	0.0065	416.1	1.855	0.0060	415.1	1.844	75
80	0.0077	429.8	1.892	0.0073	427.8	1.884	0.0069	425.5	1.876	0.0065	423.1	1.867	80
85	0.0081	436.8	1.909	0.0077	434.0	1.902	0.0073	432.1	1.896	0.0069	430.1	1.887	85
90	0.0085	441.5	1.925	0.0081	439.9	1.918	0.0077	438.2	1.911	0.0073	436.4	1.905	90
95	0.0088	446.9	1.940	0.0084	445.4	1.933	0.0080	443.9	1.927	0.0076	442.3	1.921	95
100	0.0091	452.1	1.954	0.0087	450.8	1.946	0.0083	449.4	1.942	0.0079	448.0	1.936	100
105	0.0094	457.2	1.967	0.0090	456.0	1.959	0.0086	454.7	1.956	0.0082	453.4	1.950	105
110	0.0097	462.2	1.981	0.0093	461.0	1.975	0.0089	459.9	1.970	0.0085	458.6	1.964	110
115	0.0100	467.1	1.993	0.0096	466.0	1.988	0.0091	464.9	1.983	0.0088	463.8	1.977	115
120	0.0102	471.9	1.806	0.0098	470.9	1.800	0.0094	469.8	1.795	0.0090	468.8	1.790	120
125	0.0105	476.7	1.818	0.0101	475.7	1.813	0.0097	474.7	1.808	0.0093	473.7	1.803	125
130	0.0107	481.4	1.829	0.0103	480.5	1.824	0.0099	479.5	1.820	0.0095	478.6	1.815	130
135	0.0110	486.1	1.841	0.0105	485.2	1.836	0.0101	484.3	1.831	0.0098	483.4	1.827	135
140	0.0112	490.7	1.852	0.0108	489.9	1.847	0.0104	489.0	1.843	0.0100	488.1	1.838	140
145	0.0114	495.3	1.863	0.0110	494.5	1.859	0.0106	493.7	1.854	0.0102	492.9	1.850	145
150	0.0117	499.9	1.874	0.0112	499.1	1.870	0.0108	498.3	1.865	0.0104	497.6	1.861	150
155	0.0119	504.5	1.885	0.0115	503.7	1.880	0.0110	503.0	1.876	0.0106	502.2	1.872	155
160	0.0121	509.0	1.896	0.0117	508.3	1.891	0.0113	507.6	1.887	0.0109	506.9	1.883	160
165	0.0124	513.6	1.906	0.0119	512.9	1.902	0.0115	512.2	1.897	0.0111	511.5	1.893	165
170	0.0126	518.1	1.916	0.0121	517.5	1.912	0.0117	516.8	1.908	0.0113	516.1	1.904	170
175	0.0128	522.7	1.926	0.0123	522.0	1.922	0.0119	521.4	1.918	0.0115	520.7	1.914	175
180	0.0130	527.2	1.937	0.0125	526.6	1.932	0.0121	526.0	1.928	0.0117	525.3	1.924	180
185	0.0132	531.8	1.946	0.0127	531.1	1.942	0.0123	530.5	1.938	0.0119	529.9	1.934	185
190	0.0134	536.3	1.956	0.0129	535.7	1.952	0.0125	535.1	1.948	0.0121	534.5	1.944	190
195	0.0136	540.8	1.966	0.0131	540.2	1.962	0.0127	539.7	1.958	0.0123	539.1	1.954	195
200	0.0138	545.4	1.976	0.0133	544.8	1.972	0.0129	544.2	1.968	0.0124	543.7	1.964	200
205	0.0140	549.9	1.985	0.0135	549.4	1.981	0.0131	548.8	1.977	0.0126	548.3	1.973	205
210	0.0142	554.4	1.995	0.0137	553.9	1.991	0.0133	553.4	1.987	0.0128	552.9	1.983	210
215	0.0144	559.0	2.004	0.0139	558.5	2.000	0.0135	558.0	1.996	0.0130	557.5	1.993	215
220	0.0146	563.6	2.013	0.0141	563.1	2.009	0.0138	562.6	2.006	0.0132	562.1	2.002	220

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	3400			3500			3600			3700			
	(76.22°C)			(77.68°C)			(79.11°C)			(80.50°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0057)	(414.0)	(1.840)	(0.0055)	(413.3)	(1.836)	(0.0053)	(412.5)	(1.832)	(0.0050)	(411.7)	(1.828)	
80	0.0061	420.5	1.858	0.0058	417.7	1.848	0.0054	414.4	1.838	-	-	-	80
85	0.0066	426.0	1.879	0.0062	425.7	1.871	0.0059	423.2	1.862	0.0055	420.5	1.853	85
90	0.0069	434.6	1.897	0.0068	432.7	1.890	0.0063	430.6	1.883	0.0060	428.5	1.875	90
95	0.0073	440.7	1.914	0.0069	439.0	1.908	0.0066	437.3	1.901	0.0063	435.4	1.894	95
100	0.0076	446.5	1.930	0.0073	445.0	1.924	0.0070	443.4	1.918	0.0066	441.8	1.912	100
105	0.0079	452.0	1.945	0.0078	450.7	1.939	0.0072	449.2	1.933	0.0069	447.8	1.927	105
110	0.0082	457.4	1.959	0.0079	456.1	1.953	0.0075	454.8	1.948	0.0072	453.5	1.942	110
115	0.0084	462.6	1.972	0.0081	461.4	1.967	0.0078	460.2	1.962	0.0075	459.0	1.957	115
120	0.0087	467.7	1.985	0.0084	466.6	1.980	0.0080	465.5	1.975	0.0077	464.3	1.970	120
125	0.0089	472.7	1.998	0.0086	471.6	1.993	0.0083	470.6	1.988	0.0080	469.5	1.983	125
130	0.0092	477.6	1.810	0.0088	476.8	1.805	0.0085	475.6	1.801	0.0082	474.6	1.796	130
135	0.0094	482.5	1.822	0.0091	481.5	1.818	0.0087	480.6	1.813	0.0084	479.6	1.809	135
140	0.0096	487.3	1.834	0.0093	486.4	1.829	0.0090	485.5	1.825	0.0087	484.6	1.821	140
145	0.0098	492.0	1.845	0.0095	491.2	1.841	0.0092	490.3	1.837	0.0089	489.5	1.832	145
150	0.0101	496.8	1.856	0.0097	496.0	1.852	0.0094	495.1	1.848	0.0091	494.3	1.844	150
155	0.0103	501.5	1.868	0.0099	500.7	1.863	0.0096	499.9	1.859	0.0093	499.1	1.855	155
160	0.0105	506.1	1.879	0.0101	505.4	1.874	0.0098	504.7	1.870	0.0095	503.9	1.866	160
165	0.0107	510.8	1.889	0.0103	510.1	1.885	0.0100	509.4	1.881	0.0097	508.6	1.877	165
170	0.0109	515.4	1.900	0.0105	514.8	1.896	0.0102	514.1	1.892	0.0099	513.4	1.888	170
175	0.0111	520.1	1.910	0.0107	519.4	1.906	0.0104	518.7	1.902	0.0100	518.1	1.898	175
180	0.0113	524.7	1.920	0.0109	524.1	1.916	0.0106	523.4	1.913	0.0102	522.8	1.909	180
185	0.0115	529.3	1.930	0.0111	528.7	1.927	0.0108	528.1	1.923	0.0104	527.4	1.919	185
190	0.0117	533.9	1.940	0.0113	533.3	1.937	0.0109	532.7	1.933	0.0106	532.1	1.929	190
195	0.0119	538.5	1.950	0.0115	537.9	1.947	0.0111	537.4	1.943	0.0108	536.8	1.939	195
200	0.0120	543.1	1.960	0.0117	542.6	1.956	0.0113	542.0	1.953	0.0110	541.4	1.949	200
205	0.0122	547.7	1.970	0.0118	547.2	1.966	0.0115	546.6	1.963	0.0111	546.1	1.959	205
210	0.0124	552.3	1.979	0.0120	551.8	1.976	0.0117	551.3	1.972	0.0113	550.8	1.969	210
215	0.0126	557.0	1.989	0.0122	556.4	1.985	0.0118	555.9	1.982	0.0115	555.4	1.978	215
220	0.0128	561.6	1.998	0.0124	561.1	1.995	0.0120	560.6	1.991	0.0116	560.1	1.988	220

Table 2 (continued)

DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	3800			3900			4000			4100			
	(81.87°C)			(83.20°C)			(84.51°C)			(85.50°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
(0.0048)	(410.5)	(1.624)	(0.0046)	(409.8)	(1.620)	(0.0044)	(408.5)	(1.616)	(0.0042)	(407.4)	(1.611)		
85	0.0052	417.5	1.643	0.0048	414.1	1.632	0.0045	410.0	1.620	-	-	-	85
90	0.0056	426.1	1.667	0.0053	423.6	1.659	0.0050	420.9	1.650	0.0047	417.8	1.640	90
95	0.0060	433.5	1.687	0.0057	431.4	1.680	0.0055	429.3	1.673	0.0052	428.9	1.665	95
100	0.0064	440.1	1.705	0.0061	438.3	1.699	0.0058	436.5	1.692	0.0056	434.6	1.686	100
105	0.0067	446.3	1.722	0.0064	444.7	1.716	0.0061	443.1	1.710	0.0059	441.4	1.704	105
110	0.0069	452.1	1.737	0.0067	450.7	1.732	0.0064	449.3	1.726	0.0062	447.8	1.721	110
115	0.0072	457.7	1.752	0.0069	456.4	1.746	0.0067	455.1	1.741	0.0064	453.8	1.736	115
120	0.0075	463.1	1.765	0.0072	462.0	1.751	0.0069	460.7	1.756	0.0067	459.5	1.751	120
125	0.0077	468.4	1.779	0.0074	467.3	1.774	0.0072	466.2	1.769	0.0069	466.0	1.765	125
130	0.0079	473.6	1.792	0.0077	472.6	1.787	0.0074	471.5	1.783	0.0071	470.4	1.778	130
135	0.0081	478.7	1.804	0.0079	477.7	1.800	0.0076	476.7	1.796	0.0074	475.7	1.791	135
140	0.0084	483.7	1.816	0.0081	482.7	1.812	0.0078	481.8	1.808	0.0076	480.9	1.804	140
145	0.0086	488.6	1.826	0.0083	487.7	1.824	0.0080	486.8	1.820	0.0078	485.9	1.816	145
150	0.0088	493.5	1.840	0.0085	492.7	1.836	0.0082	491.8	1.832	0.0080	491.0	1.828	150
155	0.0090	498.3	1.851	0.0087	497.5	1.847	0.0084	496.7	1.843	0.0082	495.9	1.840	155
160	0.0092	503.1	1.862	0.0089	502.4	1.859	0.0086	501.6	1.855	0.0084	500.8	1.851	160
165	0.0094	507.9	1.873	0.0091	507.2	1.870	0.0088	506.5	1.866	0.0086	505.7	1.862	165
170	0.0096	512.7	1.884	0.0093	512.0	1.880	0.0090	511.3	1.877	0.0087	510.5	1.873	170
175	0.0097	517.4	1.895	0.0094	516.7	1.891	0.0092	516.0	1.888	0.0089	515.4	1.884	175
180	0.0099	522.1	1.905	0.0096	521.5	1.902	0.0093	520.8	1.898	0.0091	520.2	1.895	180
185	0.0101	526.8	1.916	0.0098	526.2	1.912	0.0095	525.6	1.909	0.0092	524.9	1.905	185
190	0.0103	531.5	1.926	0.0100	530.9	1.922	0.0097	530.3	1.919	0.0094	529.7	1.915	190
195	0.0105	536.2	1.936	0.0102	535.6	1.932	0.0099	535.0	1.929	0.0096	534.4	1.926	195
200	0.0106	540.9	1.945	0.0103	540.3	1.942	0.0100	539.7	1.939	0.0097	539.2	1.936	200
205	0.0108	545.5	1.956	0.0105	545.0	1.952	0.0102	544.4	1.949	0.0099	543.9	1.946	205
210	0.0110	550.2	1.965	0.0107	549.7	1.962	0.0104	549.1	1.959	0.0101	548.6	1.955	210
215	0.0111	554.9	1.975	0.0108	554.4	1.972	0.0105	553.8	1.966	0.0102	553.3	1.965	215
220	0.0113	559.6	1.984	0.0110	559.0	1.981	0.0107	558.5	1.979	0.0104	558.0	1.975	220

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	4200			4300			4400			4500			
	(87.05°C)			(88.29°C)			(89.50°C)			(90.68°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
(0.0040)	(406.0)	(1.606)	(0.0038)	(404.5)	(1.601)	(0.0036)	(402.7)	(1.595)	(0.0035)	(400.7)	(1.588)		
90	0.0044	414.4	1.629	0.0041	410.2	1.617	0.0037	404.9	1.601	-	-	-	90
95	0.0049	424.4	1.657	0.0047	421.7	1.648	0.0044	418.7	1.639	0.0041	415.3	1.628	95
100	0.0053	432.5	1.679	0.0051	430.4	1.672	0.0048	426.1	1.664	0.0046	425.7	1.666	100
105	0.0056	439.7	1.698	0.0054	437.9	1.692	0.0052	436.0	1.685	0.0049	434.0	1.679	105
110	0.0059	446.2	1.715	0.0057	444.7	1.709	0.0055	443.0	1.704	0.0053	441.3	1.698	110
115	0.0062	452.4	1.731	0.0060	451.0	1.725	0.0058	449.5	1.720	0.0056	448.0	1.715	115
120	0.0064	458.2	1.746	0.0062	457.0	1.741	0.0060	456.6	1.736	0.0058	454.3	1.731	120
125	0.0067	463.9	1.760	0.0065	462.7	1.756	0.0062	461.5	1.751	0.0060	460.3	1.746	125
130	0.0069	469.4	1.774	0.0067	468.2	1.769	0.0065	467.1	1.765	0.0063	466.0	1.761	130
135	0.0071	474.7	1.787	0.0069	473.7	1.783	0.0067	472.6	1.779	0.0065	471.5	1.774	135
140	0.0073	479.9	1.800	0.0071	478.9	1.796	0.0069	478.0	1.792	0.0067	477.0	1.787	140
145	0.0075	485.0	1.812	0.0073	484.1	1.808	0.0071	483.2	1.804	0.0069	482.3	1.800	145
150	0.0077	490.1	1.824	0.0075	489.2	1.820	0.0073	488.4	1.816	0.0071	487.5	1.813	150
155	0.0079	495.1	1.836	0.0077	494.3	1.832	0.0075	493.4	1.828	0.0073	492.6	1.825	155
160	0.0081	500.1	1.847	0.0079	499.3	1.844	0.0077	498.5	1.840	0.0074	497.7	1.836	160
165	0.0083	505.0	1.859	0.0081	504.2	1.855	0.0078	503.5	1.851	0.0076	502.7	1.846	165
170	0.0085	509.8	1.870	0.0082	509.1	1.866	0.0080	508.4	1.863	0.0078	507.7	1.859	170
175	0.0086	514.7	1.881	0.0084	514.0	1.877	0.0082	513.3	1.874	0.0080	512.6	1.870	175
180	0.0088	519.5	1.891	0.0086	518.8	1.888	0.0083	518.2	1.884	0.0081	517.5	1.881	180
185	0.0090	524.3	1.902	0.0087	523.6	1.898	0.0085	523.0	1.895	0.0083	522.3	1.892	185
190	0.0092	529.1	1.912	0.0089	528.4	1.909	0.0087	527.8	1.906	0.0084	527.2	1.902	190
195	0.0093	533.8	1.922	0.0091	533.2	1.919	0.0089	532.6	1.916	0.0086	532.0	1.913	195
200	0.0095	538.6	1.932	0.0092	538.0	1.929	0.0090	537.4	1.926	0.0088	536.8	1.923	200
205	0.0096	543.3	1.942	0.0094	542.8	1.939	0.0091	542.2	1.936	0.0089	541.6	1.933	205
210	0.0098	548.1	1.952	0.0095	547.5	1.949	0.0093	547.0	1.946	0.0091	546.4	1.943	210
215	0.0100	552.8	1.962	0.0097	552.3	1.959	0.0095	551.7	1.956	0.0092	551.2	1.953	215
220	0.0101	557.5	1.972	0.0099	557.0	1.969	0.0096	556.5	1.966	0.0094	556.0	1.963	220

Table 2 (continued)

DuPont™ Freon® 22 Superheated Vapor — Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K Saturation Properties in ()

Temp °C	Absolute Pressure kPa												Temp °C
	4600			4700			4800			4900			
	(91.84°C)			(92.98°C)			(94.1°C)			(95.19°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0033)	(388.3)	(1.561)	(0.0031)	(395.4)	(1.572)	(0.0028)	(391.8)	(1.561)	(0.0026)	(386.1)	(1.545)	
95	0.0038	411.3	1.616	0.0035	406.4	1.602	0.0032	399.4	1.582	-	-	-	95
100	0.0043	423.0	1.648	0.0041	420.1	1.639	0.0039	416.9	1.629	0.0036	413.2	1.619	100
105	0.0047	431.9	1.672	0.0045	429.7	1.665	0.0043	427.4	1.657	0.0041	424.8	1.650	105
110	0.0051	439.6	1.692	0.0049	437.7	1.686	0.0047	435.8	1.679	0.0045	433.8	1.673	110
115	0.0053	446.5	1.710	0.0051	444.9	1.704	0.0050	443.2	1.699	0.0048	441.5	1.693	115
120	0.0056	452.9	1.726	0.0054	451.5	1.721	0.0052	450.0	1.716	0.0050	448.5	1.711	120
125	0.0058	459.0	1.742	0.0056	457.7	1.737	0.0055	456.4	1.732	0.0053	455.1	1.728	125
130	0.0061	464.8	1.756	0.0059	463.7	1.752	0.0057	462.5	1.747	0.0055	461.2	1.743	130
135	0.0063	470.5	1.770	0.0061	469.4	1.766	0.0059	468.3	1.762	0.0057	467.1	1.758	135
140	0.0065	476.0	1.783	0.0063	474.9	1.779	0.0061	473.9	1.775	0.0059	472.9	1.771	140
145	0.0067	481.3	1.796	0.0065	480.4	1.793	0.0063	479.4	1.789	0.0061	478.4	1.785	145
150	0.0069	486.6	1.809	0.0067	485.7	1.805	0.0065	484.8	1.801	0.0063	483.9	1.798	150
155	0.0071	491.8	1.821	0.0069	490.9	1.817	0.0067	490.0	1.814	0.0065	489.2	1.810	155
160	0.0072	496.9	1.833	0.0070	496.1	1.829	0.0069	495.2	1.826	0.0067	494.4	1.822	160
165	0.0074	501.9	1.844	0.0072	501.1	1.841	0.0070	500.4	1.838	0.0068	499.6	1.834	165
170	0.0076	506.9	1.856	0.0074	506.2	1.852	0.0072	505.4	1.849	0.0070	504.7	1.846	170
175	0.0077	511.9	1.867	0.0075	511.2	1.864	0.0074	510.5	1.860	0.0072	509.7	1.857	175
180	0.0079	516.8	1.878	0.0077	516.1	1.875	0.0075	515.4	1.871	0.0073	514.8	1.868	180
185	0.0081	521.7	1.889	0.0079	521.0	1.885	0.0077	520.4	1.882	0.0075	519.7	1.879	185
190	0.0082	526.6	1.899	0.0080	525.9	1.896	0.0078	525.3	1.893	0.0076	524.7	1.890	190
195	0.0084	531.4	1.910	0.0082	530.8	1.907	0.0080	530.2	1.904	0.0078	529.6	1.901	195
200	0.0085	536.3	1.920	0.0083	535.7	1.917	0.0081	535.1	1.914	0.0079	534.5	1.911	200
205	0.0087	541.1	1.930	0.0085	540.5	1.927	0.0083	539.9	1.924	0.0081	539.4	1.921	205
210	0.0088	545.9	1.940	0.0086	545.3	1.937	0.0084	544.8	1.934	0.0082	544.2	1.931	210
215	0.0090	550.7	1.950	0.0088	550.1	1.947	0.0086	549.6	1.944	0.0084	549.1	1.941	215
220	0.0091	555.5	1.960	0.0089	555.0	1.957	0.0087	554.4	1.954	0.0085	553.9	1.951	220

Anexo C. PLANOS

AREA DE MATERNIDAD

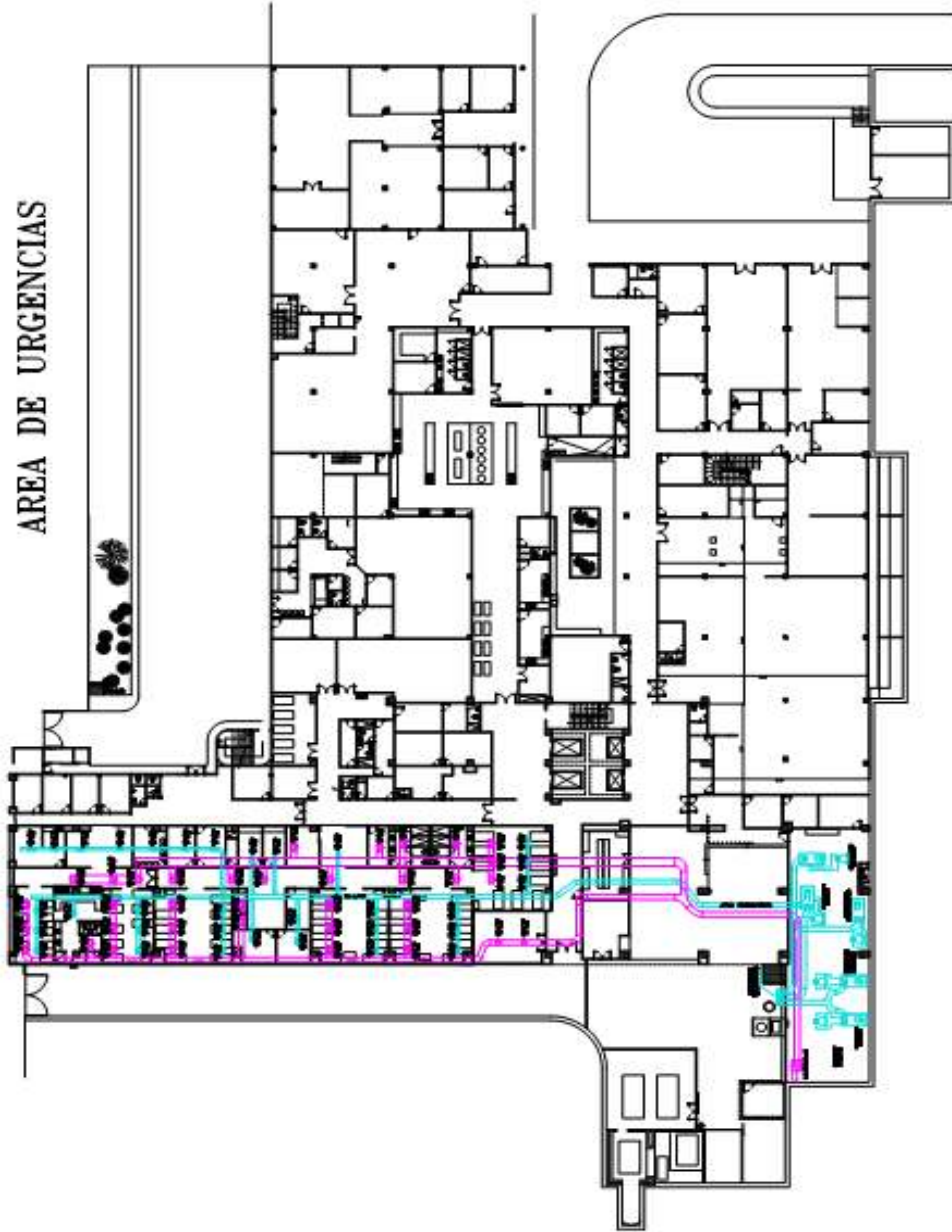


CONVENCIONES	
LINEAS DE CONDICIONADO	
LINEAS DE EXTRACCION	

NOTA: LOS VALORES SON DATOS TOMADOS EN CAMPO

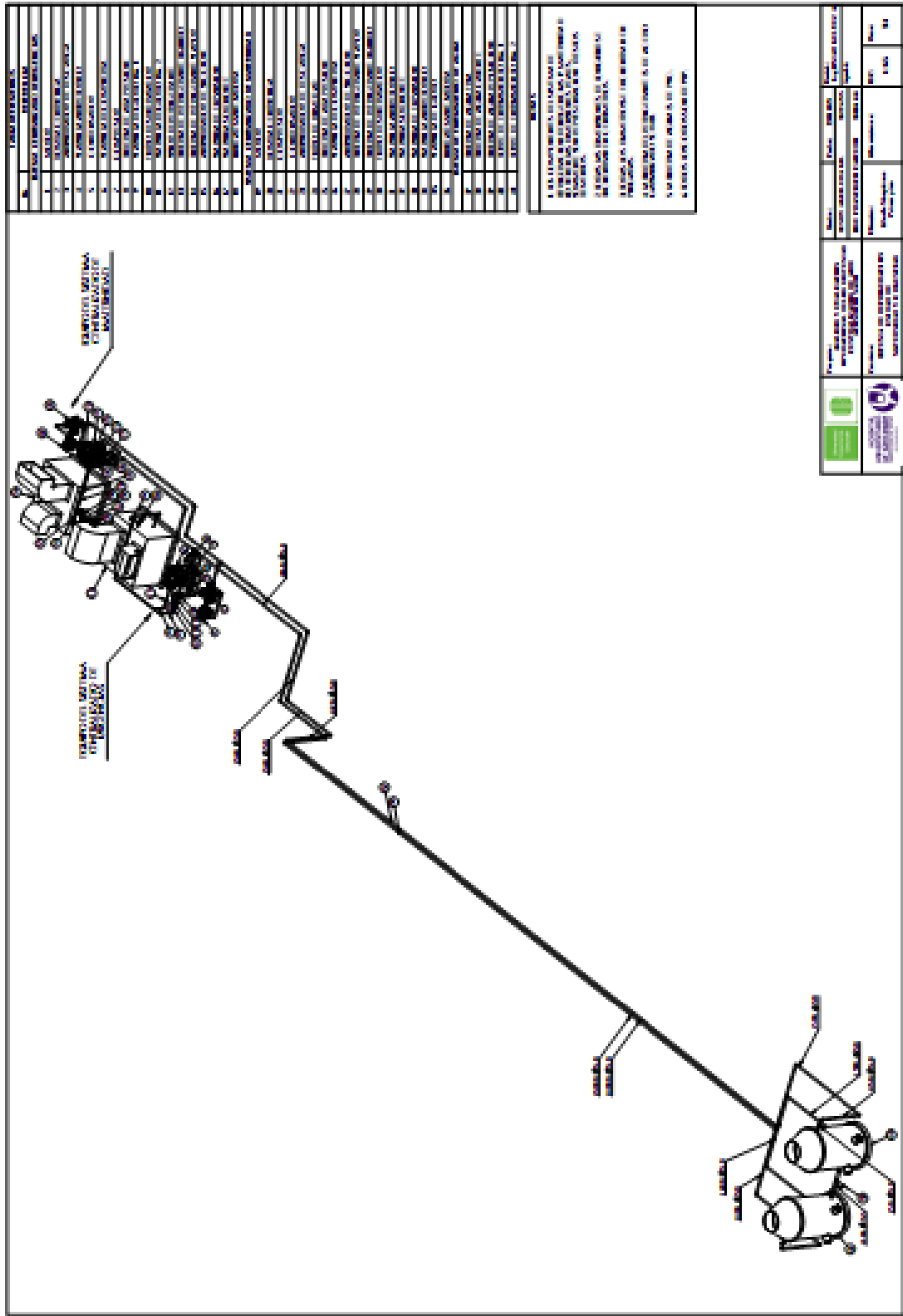
	Proyecto: Ampliación y actualización de la planta de climatización de la sala de partos	Fecha: 22/01/00	Escala: 1/4
	Colaborador: SISTEMA DE CLIMATIZACION Y EXTRACCION DE AEROSOLIZADOS	Proyecto: JORGE FRANCISCO GARCIA SANCHEZ	Ing. en CAROL GONZALEZ A.
	Observaciones:	Rev.: 1/100	Planos: 1/4

AREA DE URGENCIAS



CONVENCIONES	
LINEAS DE SERVICIO	
LINEAS DE EXTRACCION	
NOTA: SISTEMA DE URGENCIAS FUERA DE SERVICIO, NO SE TOMARON MEDIDAS DE CUBRTO	

	Proyecto: AMPLIACION Y RECONSTRUCCION DEL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE CALI	Fecha: 22/01/09	Revisor: Ing. OMAR GONZALEZ A. Aguado
	Cliente: SISTEMA DE URGENCIAS Y EXAMENES DE LABORATORIO	Diseño: J. M. ...	ESC.: 1109
		Revisado: ...	Hoja: 2 / 4



LEGEND

1. WASTEWATER INLET	11. DIFFUSER CONTROL SYSTEM
2. AERATION TANK	12. AERATION TANK CONTROL SYSTEM
3. DIFFUSERS	13. CLARIFIER CONTROL SYSTEM
4. TREATMENT EFFLUENT OUTLET	14. SLUDGE RETURN CONTROL SYSTEM
5. SLUDGE STORAGE TANK	15. WASTEWATER INLET CONTROL SYSTEM
6. SLUDGE RETURN LINE	16. TREATMENT EFFLUENT CONTROL SYSTEM
7. OVERFLOW LINE	17. SLUDGE STORAGE CONTROL SYSTEM
8. UNDERFLOW LINE	18. SLUDGE RETURN CONTROL SYSTEM
9. SLUDGE RETURN PUMP	19. DIFFUSER CONTROL SYSTEM
10. AERATION TANK CONTROL SYSTEM	20. AERATION TANK CONTROL SYSTEM

NOTES

1. THE TREATMENT PLANT IS DESIGNED TO TREAT 100 MGD OF WASTEWATER.
2. THE AERATION TANK IS 100 FEET LONG AND 10 FEET DEEP.
3. THE DIFFUSERS ARE SPACED 10 FEET APART.
4. THE CLARIFIER IS 50 FEET DIAMETER AND 10 FEET DEEP.
5. THE SLUDGE RETURN RATE IS 100%.
6. THE OVERFLOW RATE IS 100%.
7. THE UNDERFLOW RATE IS 100%.
8. THE SLUDGE STORAGE TANK IS 50 FEET DIAMETER AND 10 FEET DEEP.
9. THE SLUDGE RETURN PUMP IS 100% EFFICIENT.
10. THE DIFFUSER CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
11. THE AERATION TANK CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
12. THE CLARIFIER CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
13. THE SLUDGE RETURN CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
14. THE WASTEWATER INLET CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
15. THE TREATMENT EFFLUENT CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
16. THE SLUDGE STORAGE CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
17. THE SLUDGE RETURN CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
18. THE DIFFUSER CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
19. THE AERATION TANK CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.
20. THE CLARIFIER CONTROL SYSTEM IS 100% EFFICIENT.

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION	NEW YORK STATE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION	NEW YORK STATE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION
DESIGNER: [Name]	DATE: [Date]	SCALE: [Scale]
PROJECT NO. [Number]	SHEET NO. [Number]	TOTAL SHEETS [Number]

**Anexo D. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS AHU YORK
CSIC270SHFCCE**

TABLE 1 - UNIT AND COIL QUICK SELECTION CHARTS

CDW COILS (5/8")

UNIT MODEL NUMBER	FACE VELOCITY (FPM)						COIL DIMENSIONS (inches)		1 COIL TYPE	COIL FACE AREA
	450	475	500	525	550	575	FH	FL		
	CFM									
32	1,430	1,509	1,589	1,668	1,747	1,827	15.25	30	Full	3.2
	1,620	1,710	1,800	1,890	1,980	2,070	15.25	34	Wide	3.6
	1,811	1,912	2,012	2,113	2,213	2,314	15.25	38	X-Wide	4.0
50	2,258	2,383	2,509	2,634	2,760	2,885	21.25	34	Full	5.0
	2,523	2,664	2,804	2,944	3,084	3,224	21.25	38	Wide	5.6
	2,789	2,944	3,099	3,254	3,409	3,564	21.25	42	X-Wide	6.2
74	3,334	3,520	3,705	3,890	4,075	4,261	24.25	44	Full	7.4
	3,638	3,840	4,042	4,244	4,446	4,648	24.25	48	Wide	8.1
	3,941	4,160	4,378	4,597	4,816	5,035	24.25	52	X-Wide	8.8
113	5,105	5,388	5,672	5,955	6,239	6,523	30.25	54	Full	11.3
	5,483	5,787	6,092	6,397	6,701	7,006	30.25	58	Wide	12.2
	5,861	6,187	6,512	6,838	7,163	7,489	30.25	62	X-Wide	13.0
156	7,023	7,414	7,804	8,194	8,584	8,974	36.25	62	Full	15.6
	7,477	7,892	8,307	8,723	9,138	9,553	36.25	66	Wide	16.6
	7,930	8,370	8,811	9,251	9,692	10,132	36.25	70	X-Wide	17.6
217	9,770	10,313	10,856	11,399	11,941	12,484	42.25	74	Full	21.7
	10,298	10,871	11,443	12,015	12,587	13,159	42.25	78	Wide	22.9
	10,827	11,428	12,030	12,631	13,232	13,834	42.25	82	X-Wide	24.1
270	12,161	12,837	13,512	14,188	14,863	15,539	45.25	86	Full	27.0
	12,727	13,434	14,141	14,848	15,555	16,262	45.25	90	Wide	28.3
	13,292	14,031	14,769	15,508	16,246	16,984	45.25	94	X-Wide	29.5

TABLE 1 (Cont'd) - UNIT AND COIL QUICK SELECTION CHARTS

BDW COILS (1/2")

UNIT MODEL NUMBER	FACE VELOCITY (FPM)						COIL DIMENSIONS (inches)		1 COIL TYPE	COIL FACE AREA
	450	475	500	525	550	575	FH	FL		
	CFM									
32	1,406	1,484	1,563	1,641	1,719	1,797	15.00	30	Full	3.1
	1,594	1,682	1,771	1,859	1,948	2,036	15.00	34	Wide	3.5
	1,781	1,880	1,979	2,078	2,177	2,276	15.00	38	X-Wide	4.0
50	2,125	2,243	2,361	2,479	2,597	2,715	20.00	34	Full	4.7
	2,375	2,507	2,639	2,771	2,903	3,035	20.00	38	Wide	5.3
	2,625	2,771	2,917	3,063	3,208	3,354	20.00	42	X-Wide	5.8
74	3,094	3,266	3,438	3,609	3,781	3,953	22.50	44	Full	6.9
	3,375	3,563	3,750	3,938	4,125	4,313	22.50	48	Wide	7.5
	3,656	3,859	4,063	4,266	4,469	4,672	22.50	52	X-Wide	8.1
113	5,063	5,344	5,625	5,906	6,188	6,469	30.00	54	Full	11.3
	5,438	5,740	6,042	6,344	6,646	6,948	30.00	58	Wide	12.1
	5,813	6,135	6,458	6,781	7,014	7,427	30.00	62	X-Wide	12.9
156	6,781	7,158	7,535	7,911	8,288	8,665	35.00	62	Full	15.1
	7,219	7,620	8,021	8,422	8,823	9,224	35.00	66	Wide	16.0
	7,656	8,082	8,507	8,932	9,358	9,783	35.00	70	X-Wide	17.0
217	9,828	10,374	10,920	11,466	12,012	12,558	42.50	74	Full	21.8
	10,359	10,935	11,510	12,086	12,661	13,237	42.50	78	Wide	23.0
	10,891	11,496	12,101	12,706	13,311	13,916	42.50	82	X-Wide	24.2
270	12,094	12,766	13,438	14,109	14,781	15,453	45.00	86	Full	26.9
	12,656	13,359	14,063	14,766	15,469	16,172	45.00	90	Wide	28.1
	13,219	13,953	14,688	15,422	16,156	16,891	45.00	94	X-Wide	29.4

TABLE 2 (Cont'd) - FAN QUICK SELECTION CHARTS

CSI FORWARD CURVED

CFM	STATIC PRESSURE (in. W.G.)									UNIT SIZE	
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0		
1,500	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 4	9 x 4	32
2,000	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	9 x 8	
2,500	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 9	10 x 9	10 x 9	10 x 9	50
3,000	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	
3,500	15 x 11	15 x 11	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	74
4,000	15 x 11	15 x 11	15 x 11	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	
4,500	15 x 11	15 x 11	15 x 11	15 x 11	15 x 11	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	12 x 12	
5,000	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	15 x 15	15 x 15	15 x 15	15 x 15	15 x 15	113
5,500	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	15 x 15	15 x 15	15 x 15	15 x 15	
6,000	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	15 x 15	
6,500	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	18 x 13	
7,000	20 x 18	20 x 18	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	18 x 13*	18 x 13*	
7,500	20 x 18	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	156
8,000	20 x 18	20 x 18	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	
8,500	20 x 18	20 x 18	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	
9,000	20 x 18	20 x 18	20 x 18	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	20 x 15	
9,500	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	20 x 18	20 x 18	20 x 18	20 x 18	
10,000	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	20 x 18	20 x 18	20 x 18	20 x 18	217
11,000	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	20 x 18	
12,000	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	
13,000	25 x 22	25 x 22	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	
14,000	25 x 22	25 x 22	25 x 22	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	
15,000	25 x 22	25 x 22	25 x 22	25 x 22	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	22 x 20	270
16,000	27 x 27	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	
17,000	27 x 27	27 x 27	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	
18,000	27 x 27	27 x 27	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	
19,000	27 x 27	27 x 27	27 x 27	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	
20,000	27 x 27	27 x 27	27 x 27	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	27 x 20	336
20,000	30 x 27	30 x 27	30 x 27	27 x 22	27 x 22	27 x 22	27 x 22	27 x 22	27 x 22	27 x 22	
22,000	30 x 27	30 x 27	30 x 27	30 x 27	30 x 27	27 x 22	27 x 22	27 x 22	27 x 22	27 x 22	
24,000	30 x 27	30 x 27	30 x 27	30 x 27	30 x 27	30 x 27	27 x 22	27 x 22	27 x 22	27 x 22	
24,000	33 x 27	33 x 27	33 x 27	27 x 25	27 x 25	27 x 25	27 x 25	27 x 25	27 x 25	27 x 25	
26,000	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	27 x 25	27 x 25	27 x 25	27 x 25	27 x 25	490
28,000	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	27 x 25	27 x 25	27 x 25	27 x 25	27 x 25	
28,000	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	
30,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	578
32,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	
34,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	33 x 27	
34,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	33 x 33	33 x 33	33 x 33	33 x 33	33 x 33	33 x 33	
36,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	33 x 33	33 x 33	33 x 33	33 x 33	666
38,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	33 x 33	33 x 33	33 x 33	33 x 33	
38,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	33 x 33	33 x 33	33 x 33	33 x 33	
42,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	-	754
46,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	
50,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	-	-	-	
54,000	36 x 36	36 x 36	36 x 36	36 x 36	-	-	-	-	-	-	
60,000	36 x 36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
60,000	36 x 36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* Denotes 18 x 13 Forward Curved Fans which require a CSI 113 Unit Size.

NOTE: All fan sizes specified in the chart above are based on the most efficient forward-curved fan for the specified static pressure and CFM.

TABLE 4 - FAN AND MOTOR DATA (Internally Mounted) - CSI FORWARD CURVED FANS

UNIT SIZE	FAN SIZE (in.)	MAX MOTOR HP	MAX MOTOR FRAME	MAXIMUM FAN *		SHAFT DIA. & BEARING SIZE		FAN OUTLET AREA (sq. ft.)	¹ VIV TORQUE (in. lbs.)
				TSP	RPM	STD.	CLII		
32	9 x 4	5	184T	6	2800	3/4	3/4	.48	-
	9 x 8	5	184T	6	2800	3/4	3/4	.75	
50	10 x 9	7 1/2	213T	6	2400	3/4	3/4	.97	-
	10 x 10	7 1/2	213T	5.75	2400	3/4	3/4	1.04	
74	12 x 9	10	215T	6	2000	1	1	1.14	47
	12 x 12	10	215T	6	2100	1	1	1.46	47
	15 x 11	10	215T	6	1700	1 3/16	1 3/16	1.62	47
113	15 x 15	15	254T	6	1700	1 3/16	1 3/16	2.05	47
	18 x 13	15	254T	6	1450	1 3/16	1 3/16	2.28	52
156	20 x 15	20	256T	6	1300	1 7/16	1 7/16	3.39	54
	20 x 18	15	254T	5.5	1200	1 7/16	1 7/16	3.91	54
217	20 x 18	20	256T	6	1300	1 7/16	1 7/16	3.91	54
	22 x 20	15	254T	5.5	1100	1 7/16	2 3/16	4.78	56
270	22 x 20	30	286T	6	1200	1 7/16	2 3/16	4.78	56
	25 x 22	25	284T	6	1000	1 11/16	2 1/16	6.13	60
336	27 x 20	40	324T	6	900	1 11/16	2 7/16	6.36	60
	27 x 27	30	286T	5.75	900	1 11/16	2 7/16	8.15	60
402	27 x 22	40	324T	6	900	1 11/16	2 7/16	6.84	60
	30 x 27	40	324T	6	900	1 11/16	2 11/16	8.74	66
490	27 x 25	50	326T	6	900	1 11/16	2 7/16	7.55	60
	33 x 27	40	324T	6	800	2 3/16	2 11/16	10.21	68
578	33 x 27	60	364T	6	800	2 3/16	2 11/16	10.21	68
	36 x 36	50	326T	5.5	700	2 3/16	2 11/16	12.75	72
666	33 x 33	75	365T	6	800	2 3/16	2 11/16	11.85	68
	36 x 36	75	365T	6	700	2 3/16	2 11/16	12.75	72
754	36 x 36	75	365T	6	700	2 3/16	2 11/16	12.75	72

TABLE 7 - FAN AND MOTOR HEAT (MBH)

HEAT	HORSEPOWER											
	5	7 1/2	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
FAN MOTOR	2.8	3.6	4.4	6.2	7.5	8.7	9.4	13.0	16.0	19.0	21.0	25.0
FAN	12.7	19.1	24.5	38.2	51.0	63.6	76.3	102.0	127.0	153.0	191.0	254.0
FAN & FAN MOTOR	15.5	22.7	29.9	44.4	58.5	72.3	85.7	115.0	143.0	172.0	212.0	279.0

AIR UNIT TEMPERATURE LIMITATIONS

Standard motors (Class B Insulation) - 104°F.
 Motors with Class F Insulation - 140°F.
 Power Wiring - 140°F.
 Controls & Control Wiring - 140°F.

Prefilters - 150°F.
 High Efficiency Filters - 200°F.
 Fan Bearings - 120°F (FC), 180°F (AF).
 Gasketing - 200°F.

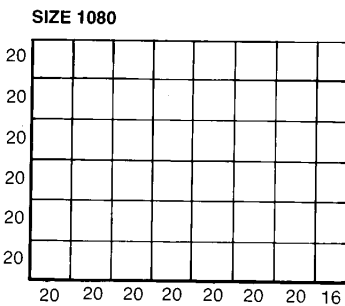
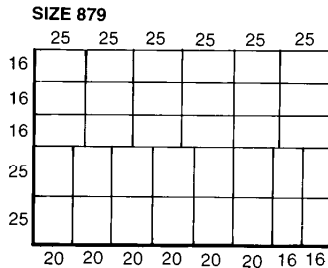
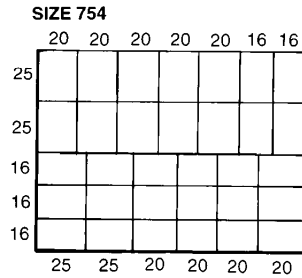
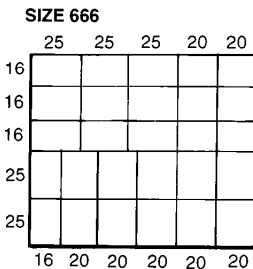
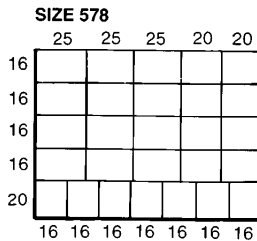
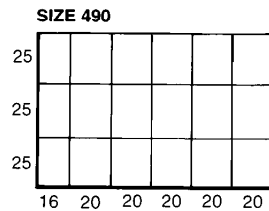
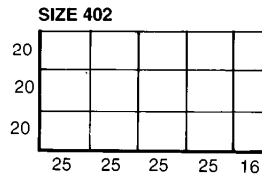
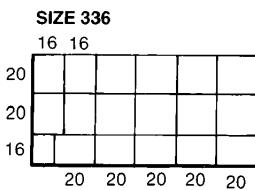
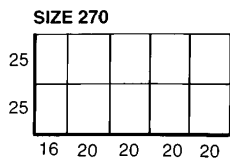
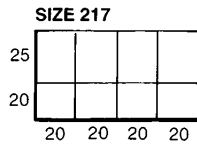
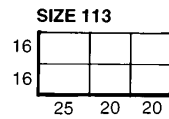
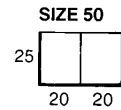
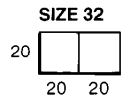
TABLE 8 - FLAT FILTER (C) SECTION - 2" OR 4"

FILTER SIZES AND QUANTITIES PER UNIT SIZE

UNIT SIZE	32	50	74	113	156	217	270	336	402	490	578	666	754	879	1080	
AREA (sq. ft.)	5.6	6.9	9.7	14.4	19.4	25.0	33.2	42.2	48.2	60.2	66.7	78.4	89.2	102.8	130.0	
FILTER SIZE	16" x 20"	-	-	-	4	-	-	-	9	3	-	15	6	12	-	6
	16" x 25"	-	-	1	2	-	-	2	-	-	3	12	11	10	22	-
	20" x 20"	2	-	-	-	2	4	-	8	-	-	-	-	-	-	42
	20" x 25"	-	2	2	-	4	4	8	-	12	15	-	10	10	12	-

NOTES:

1. See the filter configurations below for specific filter arrangements.
2. Flat filters are side-loaded.

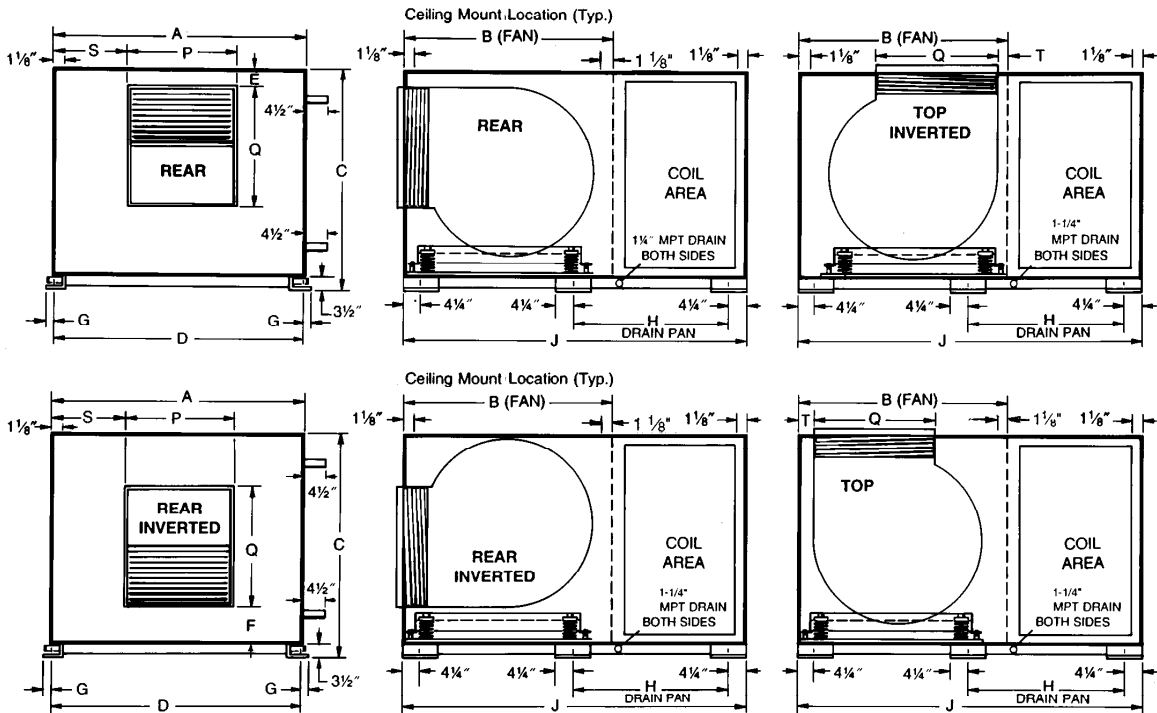


**TABLE 12 - DRAINABLE WATER AND DIRECT EXPANSION COILS
TURBOFIN - CDW, CDX (5/8")**

UNIT SIZE	FULL			WIDE			X-WIDE			REDUCED ¹			HOT DECK		
	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)
32	3.2	15¼	30	3.6	15¼	34	4.0	15¼	38	1.9	9¼	30	-	-	-
50	5.0	21¼	34	5.6	21¼	38	6.2	21¼	42	3.6	15¼	34	2.9	12¼	34
74	7.4	24¼	44	8.1	24¼	48	8.8	24¼	52	5.6	18¼	44	4.7	15¼	44
113	11.3	30¼	54	12.2	30¼	58	13.0	30¼	62	9.1	24¼	54	6.8	18¼	54
156	15.6	36¼	62	16.6	36¼	66	17.6	36¼	70	11.7	27¼	62	9.1	21¼	62
217	21.7	42¼	74	22.9	42¼	78	24.1	42¼	82	17.1	33¼	74	12.5	24¼	74
270	27.0	45¼	86	28.3	45¼	90	29.5	45¼	94	21.6	36¼	86	16.3	27¼	86

UNIT SIZE	FULL			WIDE			TALL + WIDE			TALL + X-WIDE			REDUCED ¹			HOT DECK		
	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)	Area	FH (in.)	FL (in.)
336	33.6	24¼ 24¼	100	35.0	24¼ 24¼	104	37.2	51½	104	38.6	51½	108	25.2	36¼	100	18.9	27¼	100
402	40.2	27¼ 27¼	106	41.6	27¼ 27¼	110	43.9	57½	110	45.5	57½	114	31.1	42¼	106	22.3	30¼	106
490	49.0	33¼ 33¼	106	50.8	33¼ 33¼	110	53.1	69½	110	55.0	69½	114	35.7	24¼ 24¼	106	26.7	36¼	106
578	57.8	39¼ 39¼	106	60.0	39¼ 39¼	110	62.3	81½	110	64.5	81½	114	44.5	30¼ 30¼	106	31.1	42¼	106
666	66.6	45¼ 45¼	106	69.1	45¼ 45¼	110	71.4	93½	110	74.0	93½	114	53.4	36¼ 36¼	106	33.3	45¼	106
754	75.4	45¼ 45¼	120	77.9	45¼ 45¼	124	80.5	93½	124	83.1	93½	128	60.4	36¼ 36¼	120	37.7	45¼	120
879	87.9	45¼ 45¼	140	90.5	45¼ 45¼	144	93.5	93½	144	96.1	93½	148	70.5	36¼ 36¼	140	44.0	45¼	140
1080	108.6	36¼ 36¼ 36¼	144	111.8	36¼ 36¼ 36¼	148	114.9	36¼ 75½	148	118.0	36¼ 75½	152	-	-	-	-	-	-

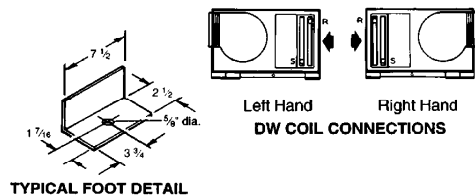
MODEL SH
(Internally Mounted Motors)



UNIT DIMENSIONS

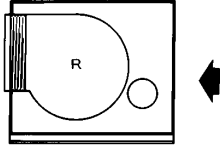
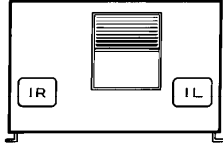
UNIT SIZE	A ¹	B	C	D	G	H (Drain Pan Mtg. Holes)				J			
						10"	20"	28"	36"	10"	20"	28"	36"
32	42"	33"	24 1/2"	40 5/8"	1 7/16"	26 1/2"	36 1/2"	44 1/2"	52 1/2"	47"	57"	65"	73"
50	46"	38"	30 1/2"	44 5/8"	1 7/16"	32 1/2"	42 1/2"	50 1/2"	58 1/2"	52"	62"	70"	78"
74	56"	48 3/4"	33 1/2"	54 5/8"	1 7/16"	34 1/2"	44 1/2"	52 1/2"	60 1/2"	62 3/4"	72 3/4"	80 3/4"	88 3/4"
113	66"	59 1/4"	39 1/2"	64 3/4"	1 7/16"	41 1/2"	51 1/2"	59 1/2"	67 1/2"	73 1/4"	83 1/4"	91 1/4"	99 1/4"
156	74"	60 1/2"	45 1/2"	72 3/4"	1 7/16"	47 1/2"	57 1/2"	65 1/2"	73 1/2"	74 1/2"	84 1/2"	92 1/2"	100 1/2"
217	86"	48"	51 1/2"	84 3/4"	1 7/16"	53 1/2"	63 1/2"	71 1/2"	79 1/2"	62"	72"	80"	88"
270	98"	51"	54 1/2"	96 3/4"	1 7/16"	56 1/2"	66 1/2"	74 1/2"	82 1/2"	65"	77"	83"	91"
336	112"	58"	61 1/2"	110 7/8"	1 7/16"	66 1/2"	76 1/2"	76 1/2"	76 1/2"	75"	85"	93"	101"
402	118"	64"	67 1/2"	116 7/8"	1 7/16"	72 1/2"	82 1/2"	82 1/2"	82 1/2"	81"	91"	99"	107"
490	118"	76"	79 1/2"	116 7/8"	1 7/16"	84 1/2"	82 1/2"	82 1/2"	82 1/2"	93"	103"	111"	119"
578	118"	96"	91 1/2"	116 7/8"	1 7/16"	96 1/2"	82 1/2"	82 1/2"	82 1/2"	113"	123"	131"	139"
666	118"	104"	103 1/2"	116 7/8"	1 7/16"	96 1/2"	82 1/2"	82 1/2"	82 1/2"	121"	131"	139"	147"

- NOTES: 1. For units with Wide Coil Face - add 2 3/4" on the coil connection side.
 For units with X-Wide Coil Face - add 9 1/2" (4 3/4" each side).
 2. For "Top Inverted" fan discharge, allow 8" extra space in coil section to avoid fan scroll interference.
 3. Motor location can be right or left side (standard is coil header side).

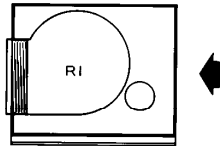
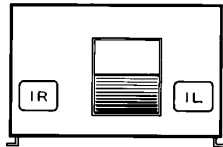


MODEL SH
(Internally Mounted Motors)

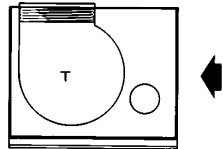
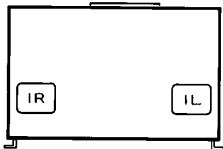
FAN AND MOTOR ARRANGEMENTS
REAR DISCHARGE



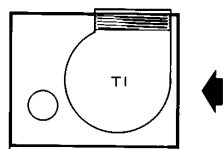
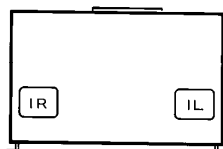
REAR INVERTED DISCHARGE



TOP DISCHARGE



TOP INVERTED DISCHARGE



FAN DISCHARGE DIMENSIONS

UNIT SIZE	FAN SIZE	E	F	P	Q	S	T
32	9 x 8 FC	3 1/4"	3 1/4"	10 1/2"	10 1/4"	15 3/4"	4"
	9 x 4 FC	3 1/4"	3 1/4"	6 7/8"	10 1/4"	17 9/16"	4"
50	10 x 10 FC	5 3/16"	5 3/16"	13 1/8"	11 3/8"	16 7/16"	4"
	10 x 9 FC	5 3/16"	5 3/16"	12 1/4"	11 3/8"	16 7/8"	4"
74	15 x 11 FC	3 3/8"	3 3/8"	14 1 1/16"	15 7/8"	20 7/8"	4"
	12 x 12 FC	5 5/16"	5 5/16"	15 5/8"	13 7/16"	20 3/16"	4"
	12 x 9 FC	5 5/16"	5 5/16"	12 1/4"	13 7/16"	21 7/8"	4"
	13 AF	4"	4"	19 1/4"	14 1/8"	18 3/8"	4"
113	18 x 13 FC	3 3/8"	3 3/8"	17 3/8"	18 7/8"	24 5/16"	4"
	15 x 15 FC	3 7/8"	3 7/8"	18 5/8"	15 7/8"	23 1 1/16"	4"
	16 AF	3 5/8"	3 5/8"	23 3/8"	17 3/4"	21 3/8"	4"
	15 AF	5 7/8"	5 7/8"	21 1/4"	15 7/8"	22 3/8"	4"
156	20 x 18 FC	4"	4"	22 3/4"	24 3/4"	25 5/8"	4"
	20 x 15 FC	4 1/8"	4 1/8"	19 3/4"	24 3/4"	27 1/8"	4"
	20 AF	4"	4"	28 3/4"	20 3/4"	22 5/8"	4"
	18 AF	6"	6"	26"	19 1/8"	24"	4"
217	22 x 20 FC	5 1/4"	5 1/4"	25 1/4"	27 1/4"	32 7/8"	4"
	20 x 18 FC	4 15/16"	9 1/16"	22 3/4"	24 3/4"	34 1/8"	4"
	22 AF	5 3/4"	5 3/4"	31 7/16"	23 7/16"	29 3/4"	4"
	20 AF	5 3/8"	9 5/16"	28 3/4"	20 3/4"	31 1/8"	4"
270	25 x 22 FC	4 1/8"	4 1/8"	28 1/4"	31 1/4"	37 3/8"	4"
	22 x 20 FC	4 3/8"	9 1/16"	25 1/4"	27 1/4"	38 7/8"	4"
	24 AF	5 1/8"	5 1/8"	35"	25 9/16"	34"	4"
	22 AF	5 1/4"	9 1/4"	31 7/16"	23 7/16"	35 3/4"	4"
336	27 x 27 FC	5 1/4"	5 1/4"	34 1/4"	34 1/4"	41 3/8"	4"
	27 x 20 FC	5 1/4"	5 1/4"	26 3/4"	34 1/4"	45 1/8"	4"
	27 AF	6 7/16"	6 7/16"	38 1/2"	28 3/16"	39 1/4"	4"
	24 AF	8 9/16"	8 9/16"	35"	25 9/16"	41"	4"
402	30 x 27 FC	6 1/4"	6 1/4"	34 1/4"	36 3/4"	41 7/8"	4"
	27 x 22 FC	7 1/2"	9"	28 3/4"	34 1/4"	44 5/8"	4"
	30 AF	4 15/16"	9 1/4"	42 7/16"	31 9/16"	37 3/4"	4"
	27 AF	9 1/2"	9 1/2"	38 1/2"	28 3/16"	39 3/4"	4"
490	33 x 27 FC	11 1/4"	9"	34 1/4"	42 15/16"	41 7/8"	4"
	27 x 25 FC	19 1/2"	9"	31 3/4"	34 1/4"	43 1/8"	4"
	33 AF	11 3/8"	9 3/16"	47 1/4"	34 3/8"	35 3/8"	4"
	30 AF	16 15/16"	9 5/16"	42 7/16"	31 9/16"	37 3/4"	4"
578	36 x 36 FC	23"	9 9/16"	42 3/4"	42 15/16"	37 5/8"	6"
	33 x 27 FC	23"	9 3/16"	34 1/4"	42 15/16"	41 7/8"	6"
	36 AF	17 9/16"	9 7/16"	51 7/8"	38 5/16"	33 1/16"	4"
	33 AF	24"	9 3/8"	47 1/4"	34 3/8"	35 3/8"	4"
666	36 x 36 FC	35"	9 1/4"	42 3/8"	42 15/16"	37 5/8"	6"
	33 x 33 FC	35"	9 1/4"	39 3/4"	42 15/16"	39 1/8"	6"
	40 AF	22 7/8"	9 5/8"	57 1/2"	42"	30 1/4"	4"
	36 AF	29 9/16"	9 1/2"	51 7/8"	38 5/16"	33 1/16"	4"

**Anexo E. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS VET ALCO CONTROLS
SERIE TRAE PARA REFRIGERANTE R22**

Válvula de Expansión Thermo® TRAE

Las válvulas termostáticas TRAE componen una serie de gran capacidad para aplicaciones frigoríficas, bomba de calor, refrigeración y aire acondicionado. Su diseño de puerto balanceado otorga control estable y exacto en temperaturas de amplio rango y de evaporador.

Características

- ◆ Adecuada para aplicaciones Bi-Flujo.
- ◆ Ajuste de supercalor externo.
- ◆ Cuerpo integral con conexiones rectas.
- ◆ El diseño de puerto balanceado de TRAE mejora la operatividad y estabilidad de la válvula en condiciones de carga baja.
- ◆ Conexiones de cobre sólido.
- ◆ Gran diafragma que otorga estabilidad superior.
- ◆ Elemento de potencia de acero inoxidable para mayor resistencia a la corrosión

Nomenclatura

EJEMPLO: TRAE 50 HC 10 PIES RECTO ODF 7/8 x 1/8



Opciones

- ◆ Carga HCA diseñada especialmente para aplicaciones de aire acondicionado R22.

Especificaciones

- ◆ Medición de 50 a 70 toneladas.
- ◆ Presión Máxima Operativa: 450 psig

TRA	E	50	H	C	10 PIES	7/8 x 1/8	ODF	RECTO
Serie de Válvula	Equalizador	Capacidad	Código de Refrigerante	Código de Carga	Largo de Tubo Capilar	Medidas de Conexión Entrada x salida	Tipo de Conexión	Configuración
Diseño hermético, Conexiones con soldador, Puerto Balanceado, Gran Tonelaje.	E=Externo 1/4" SAE	Medición Nominal en Toneladas Vea el Cuadro de capacidad nominal (debajo)	F = R12 H = R22 M = R134a N = R407C P = R507 R = R502 S = R404A	C = temp. media CA = bomba de calor/AC WMOP = limitador de pres. Z = temp. baja	10 PIES (estándar) otros largos están disponibles	E S 1/4 3/8 3/8 1/2	ODF = soldador (Solamente)	SIT = Recto (Solamente)

Kit de recambio de Celdas para válvulas Serie TRAE+

Los ensamblajes de celdas de recambio para la serie TRAE+ están disponibles como ítems de venta por separado. Las referencias de capacidad y tonelaje de los kits de Celdas se encuentran en el cuadro de la derecha. Cada kit de celdas consiste en una celda de recambio y una llave para extraer la celda. Además, puede pedir la llave para extraer la celda (KT-20294) por separado.

NCP*	KIT TRAE+	CAPACIDAD NOMINAL- TON.			
		R-22	R-12/R-134a	R-507/R-404A	R-502
063387	KIT DE CELDAS KT-20289	10	9	8	8
063388	KIT DE CELDAS KT-20290	15	13	12	12
063389	KIT DE CELDAS KT-20291	20	14	14	14
063390	KIT DE CELDAS KT-20292	30	22	20	20
063391	KIT DE CELDAS KT-20293	40	30	30	30
063392	KIT DE LLAVE PARA CELDAKT-20294				

RECAMBIO DE ENSAMBLAJE DE POTENCIA	
Descripción	NCP
X-28458 HCA-2	063414
X-28458 HW100-2	063416

Oferta Estándar del Producto
* N° Código del Producto

CUADROS DE CAPACIDAD EXTENDIDA
Válvulas de puerto balanceado R-22 (Toneladas)
HF, TFE, TRAE y Serie T

Tipo de válvula	Medic. Nomin.	TEMPERATURA DE EVAPORACION																	
		50°F						40°F						20°F					
		CAIDA DE PRESIÓN POR LA VÁLVULA (PSI)						CAIDA DE PRESIÓN POR LA VÁLVULA (PSI)						CAIDA DE PRESIÓN POR LA VÁLVULA (PSI)					
		60	80	100	125	150	175	60	80	100	125	150	175	60	80	100	125	150	175
BA/BN	1/2	0.39	0.45	0.50	0.56	0.62	0.67	0.39	0.45	0.50	0.56	0.61	0.66	0.38	0.44	0.49	0.55	0.60	0.65
BA/BN	1	0.75	0.87	0.97	1.08	1.19	1.28	0.74	0.85	0.95	1.06	1.16	1.26	0.72	0.83	0.93	1.04	1.14	1.23
BA/BN	1-1/2	1.16	1.34	1.50	1.67	1.83	1.98	1.15	1.32	1.48	1.65	1.81	1.96	1.12	1.29	1.45	1.62	1.77	1.91
BA/BN	2	1.56	1.80	2.01	2.25	2.47	2.66	1.53	1.77	1.98	2.21	2.42	2.62	1.50	1.73	1.94	2.17	2.37	2.56
BA/BN	2-1/2	1.96	2.26	2.53	2.83	3.10	3.35	1.94	2.24	2.50	2.80	3.06	3.31	1.89	2.18	2.44	2.73	2.99	3.23
BA/BN	3	2.38	2.75	3.07	3.44	3.76	4.06	2.35	2.71	3.03	3.39	3.71	4.01	2.29	2.64	2.96	3.31	3.62	3.91
BA/BN	4	3.08	3.56	3.98	4.45	4.87	5.26	3.04	3.51	3.92	4.38	4.80	5.19	2.97	3.43	3.83	4.29	4.70	5.07
BA/BN	5	3.90	4.50	5.03	5.63	6.17	6.66	3.85	4.45	4.97	5.56	6.09	6.57	3.75	4.33	4.84	5.41	5.93	6.40
BA/BN	6	4.85	5.60	6.26	7.00	7.67	8.28	4.78	5.52	6.17	6.90	7.56	8.16	4.67	5.39	6.03	6.74	7.38	7.98
HF	1/4	0.22	0.25	0.28	0.32	0.35	0.38	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36
HF	1/2	0.42	0.48	0.54	0.61	0.66	0.72	0.41	0.47	0.53	0.59	0.65	0.70	0.40	0.46	0.52	0.58	0.63	0.68
HF	1	0.75	0.87	0.97	1.08	1.19	1.28	0.74	0.85	0.95	1.06	1.16	1.26	0.72	0.83	0.93	1.04	1.14	1.23
HF	1-1/2	1.14	1.32	1.47	1.65	1.80	1.95	1.12	1.30	1.45	1.62	1.78	1.92	1.10	1.27	1.42	1.59	1.74	1.88
HF	2	1.53	1.77	1.98	2.21	2.42	2.61	1.52	1.75	1.96	2.19	2.40	2.59	1.48	1.71	1.91	2.14	2.34	2.53
HF	2-1/2	1.96	2.26	2.53	2.83	3.10	3.35	1.94	2.25	2.51	2.81	3.07	3.32	1.89	2.18	2.44	2.73	2.99	3.23
HF	3	2.59	2.99	3.34	3.74	4.10	4.42	2.56	2.96	3.31	3.70	4.05	4.38	2.50	2.89	3.23	3.61	3.95	4.27
HF	5-1/2	4.61	5.32	5.95	6.65	7.29	7.87	4.56	5.27	5.89	6.59	7.21	7.79	4.44	5.13	5.73	6.41	7.02	7.58
HF	8	6.42	7.41	8.29	9.27	10.15	10.96	6.34	7.33	8.19	9.16	10.03	10.83	6.18	7.14	7.98	8.92	9.77	10.55
HF	10	8.13	9.39	10.50	11.73	12.85	13.88	8.06	9.30	10.40	11.63	12.74	13.76	7.83	9.04	10.11	11.30	12.38	13.37
HF	15	12.05	13.91	15.56	17.39	19.05	20.58	11.91	13.77	15.40	17.22	18.86	20.37	11.61	13.41	14.99	16.76	18.36	19.83
HF	20	15.87	18.33	20.49	22.91	25.09	27.10	15.68	18.07	20.20	22.58	24.74	26.72	15.28	17.64	19.73	22.05	24.16	26.10
TFE	8	6.30	7.27	8.13	9.09	9.96	10.76	6.23	7.19	8.04	8.99	9.85	10.64	6.07	7.01	7.84	8.76	9.60	10.37
TFE	10	8.63	9.97	11.14	12.46	13.65	14.74	8.53	9.85	11.01	12.31	13.48	14.56	8.31	9.60	10.73	11.99	13.14	14.19
TFE	12	10.71	12.37	13.83	15.46	16.93	18.29	10.59	12.23	13.67	15.28	16.74	18.08	10.32	11.92	13.32	14.90	16.32	17.62
TFE	20	16.35	18.88	21.11	23.60	25.85	27.92	16.17	18.67	20.87	23.33	25.56	27.61	15.75	18.19	20.33	22.73	24.90	26.90
TRAE+	10	9.27	10.70	11.97	13.38	14.66	15.83	9.16	10.58	11.83	13.23	14.49	15.65	8.93	10.31	11.53	12.89	14.12	15.25
TRAE+	15	13.52	15.61	17.45	19.51	21.38	23.09	13.36	15.43	17.25	19.29	21.13	22.82	13.02	15.03	16.81	18.79	20.59	22.24
TRAE+	20	15.09	17.42	19.48	21.78	23.86	25.77	14.91	17.22	19.25	21.52	23.58	25.47	14.53	16.78	18.76	20.97	22.97	24.81
TRAE+	30	22.87	26.41	29.53	33.01	36.16	39.06	22.60	26.10	29.18	32.62	35.74	38.60	22.02	25.43	28.43	31.78	34.82	37.61
TRAE+	40	31.43	36.29	40.58	45.37	49.70	53.68	31.07	35.88	40.11	44.84	49.12	53.06	30.27	34.95	39.08	43.69	47.86	51.70
TRAE	50	42.43	48.99	54.78	61.24	67.09	72.46	41.94	48.42	54.14	60.53	66.31	71.62	40.87	47.19	52.76	58.99	64.62	69.80
TRAE	60	46.28	53.44	59.75	66.80	73.18	79.04	45.75	52.82	59.06	66.03	72.33	78.13	44.58	51.48	57.55	64.35	70.49	76.13
TRAE	70	55.09	63.61	71.12	79.52	87.10	94.08	54.45	62.87	70.29	78.59	86.09	92.98	53.06	61.27	68.50	76.59	83.90	90.62
TJR	14	11.55	13.34	14.91	16.67	18.26	19.73	11.42	13.18	14.74	16.48	18.05	19.50	11.13	12.85	14.37	16.06	17.60	19.01
TJR	18	13.83	15.97	17.85	19.96	21.87	23.62	13.67	15.79	17.65	19.73	21.62	23.35	13.32	15.38	17.20	19.23	21.06	22.75
TER	22	17.29	19.96	22.32	24.96	27.34	29.53	17.09	19.73	22.06	24.66	27.02	29.18	16.65	19.23	21.50	24.03	26.33	28.44
TER	26	20.43	23.59	26.38	29.49	32.30	34.89	20.19	23.32	26.07	29.15	31.93	34.49	19.68	22.72	25.41	28.41	31.12	33.61
TER	35	27.50	31.75	35.50	39.69	43.48	46.97	27.18	31.39	35.09	39.23	42.98	46.42	26.49	30.59	34.20	38.24	41.88	45.24
TER	45	35.36	40.83	45.65	51.04	55.91	60.39	34.95	40.36	45.12	50.45	55.26	59.69	34.06	39.33	43.97	49.16	53.85	58.17
TIR	55	43.22	49.91	55.80	62.38	68.34	73.81	42.72	49.33	55.15	61.66	67.54	72.96	41.63	48.07	53.74	60.09	65.82	71.10
THR	75	55.01	63.52	71.02	79.40	86.98	93.95	54.37	62.78	70.19	78.47	85.96	92.85	52.98	61.18	68.40	76.47	83.77	90.48
THR	100	66.79	77.12	86.23	96.40	105.60	114.07	66.02	76.23	85.23	95.29	104.39	112.75	64.33	74.28	83.05	92.85	101.71	109.86
TMR	100	78.58	90.74	101.45	113.42	124.25	134.20	77.67	89.68	100.27	112.11	122.81	132.64	75.69	87.40	97.72	109.25	119.68	129.27

CUADROS DE CAPACIDAD EXTENDIDA
Válvulas de puerto balanceado R-22 (Toneladas)
HF, TFE, TRAE y Serie T (cont.)

Tipo de válvula	Medic. Nomin.	TEMPERATURA DE EVAPORACION																	
		0°F						-20°F						-40°F					
		CAIDA DE PRESIÓN POR LA VÁLVULA (PSI)						CAIDA DE PRESIÓN POR LA VÁLVULA (PSI)						CAIDA DE PRESIÓN POR LA VÁLVULA (PSI)					
		60	80	100	125	150	175	80	100	125	150	175	200	80	100	125	150	175	200
BA/BN	1/2	0.34	0.39	0.44	0.49	0.54	0.58	0.27	0.30	0.34	0.37	0.40	0.43	0.18	0.20	0.23	0.25	0.27	0.28
BA/BN	1	0.65	0.75	0.84	0.94	1.03	1.11	0.52	0.58	0.65	0.71	0.77	0.82	0.34	0.38	0.43	0.47	0.50	0.54
BA/BN	1-1/2	1.02	1.18	1.32	1.47	1.61	1.74	0.81	0.91	1.01	1.11	1.20	1.28	0.53	0.59	0.66	0.73	0.78	0.84
BA/BN	2	1.36	1.57	1.76	1.96	2.15	2.32	1.08	1.21	1.35	1.48	1.60	1.71	0.71	0.79	0.89	0.97	1.05	1.12
BA/BN	2-1/2	1.72	1.99	2.22	2.48	2.72	2.94	1.37	1.53	1.71	1.88	2.03	2.17	0.90	1.01	1.13	1.23	1.33	1.42
BA/BN	3	2.08	2.40	2.69	3.00	3.29	3.55	1.66	1.86	2.08	2.27	2.46	2.62	1.09	1.22	1.36	1.49	1.61	1.72
BA/BN	4	2.69	3.11	3.47	3.88	4.25	4.59	2.15	2.40	2.69	2.94	3.18	3.40	1.41	1.58	1.76	1.93	2.09	2.23
BA/BN	5	3.40	3.93	4.39	4.91	5.38	5.81	2.72	3.04	3.40	3.72	4.02	4.30	1.79	2.00	2.24	2.45	2.65	2.83
BA/BN	6	4.23	4.88	5.46	6.11	6.69	7.22	3.38	3.78	4.23	4.63	5.00	5.34	2.23	2.49	2.79	3.05	3.30	3.53
HF	1/4	0.19	0.22	0.25	0.27	0.30	0.32	0.15	0.17	0.19	0.21	0.22	0.24	0.10	0.11	0.13	0.14	0.15	0.16
HF	1/2	0.36	0.42	0.46	0.52	0.57	0.61	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.46	0.19	0.21	0.24	0.26	0.28	0.30
HF	1	0.65	0.75	0.84	0.94	1.03	1.11	0.52	0.58	0.65	0.71	0.77	0.82	0.34	0.38	0.43	0.47	0.50	0.54
HF	1-1/2	1.00	1.15	1.29	1.44	1.58	1.71	0.79	0.88	0.99	1.08	1.17	1.25	0.52	0.58	0.65	0.71	0.77	0.82
HF	2	1.34	1.55	1.73	1.93	2.12	2.29	1.07	1.20	1.34	1.47	1.58	1.69	0.70	0.78	0.88	0.96	1.04	1.11
HF	2-1/2	1.72	1.99	2.22	2.48	2.72	2.94	1.37	1.53	1.71	1.88	2.03	2.17	0.90	1.01	1.13	1.23	1.33	1.42
HF	3	2.26	2.61	2.92	3.26	3.57	3.86	1.81	2.02	2.26	2.48	2.68	2.86	1.19	1.33	1.49	1.63	1.76	1.88
HF	5-1/2	4.03	4.65	5.20	5.82	6.37	6.88	3.22	3.60	4.03	4.41	4.76	5.09	2.12	2.37	2.65	2.90	3.14	3.35
HF	8	5.61	6.48	7.24	8.10	8.87	9.58	4.48	5.01	5.60	6.13	6.63	7.08	2.95	3.30	3.69	4.04	4.36	4.66
HF	10	7.10	8.20	9.17	10.25	11.23	12.13	5.67	6.34	7.09	7.76	8.39	8.97	3.73	4.17	4.66	5.11	5.52	5.90
HF	15	10.53	12.16	13.59	15.20	16.65	17.98	8.40	9.39	10.50	11.50	12.42	13.28	5.53	6.18	6.91	7.57	8.18	8.74
HF	20	13.86	16.00	17.89	20.01	21.91	23.67	11.06	12.37	13.83	15.14	16.36	17.49	7.28	8.14	9.10	9.97	10.77	11.51
TFE	8	5.50	6.35	7.10	7.94	8.70	9.39	4.39	4.91	5.49	6.01	6.49	6.94	2.89	3.23	3.61	3.96	4.27	4.57
TFE	10	7.54	8.71	9.73	10.88	11.92	12.88	6.02	6.73	7.53	8.24	8.90	9.52	3.96	4.43	4.95	5.42	5.86	6.26
TFE	12	9.35	10.80	12.07	13.50	14.78	15.97	7.47	8.35	9.34	10.23	11.05	11.81	4.92	5.50	6.15	6.74	7.28	7.78
TFE	20	14.28	16.49	18.44	20.61	22.58	24.39	11.40	12.75	14.25	15.61	16.86	18.02	7.51	8.40	9.39	10.28	11.11	11.87
TRAE+	10	8.10	9.35	10.46	11.69	12.81	13.83	6.47	7.23	8.09	8.86	9.57	10.23	4.26	4.76	5.33	5.83	6.30	6.74
TRAE+	15	11.80	13.63	15.23	17.03	18.66	20.15	9.42	10.53	11.78	12.90	13.93	14.89	6.21	6.94	7.76	8.50	9.18	9.82
TRAE+	20	13.18	15.22	17.02	19.02	20.84	22.51	10.52	11.76	13.15	14.41	15.56	16.63	6.93	7.75	8.66	9.49	10.25	10.96
TRAE+	30	19.97	23.06	25.78	28.82	31.58	34.11	15.94	17.82	19.93	21.83	23.58	25.20	10.50	11.74	13.13	14.38	15.53	16.60
TRAE+	40	27.45	31.70	35.44	39.62	43.40	46.88	21.92	24.51	27.40	30.02	32.42	34.66	14.43	16.13	18.04	19.76	21.34	22.82
TRAE	50	37.06	42.79	47.84	53.49	58.60	63.29	29.59	33.08	36.99	40.52	43.76	46.79	19.48	21.78	24.35	26.67	28.81	30.80
TRAE	60	40.42	46.67	52.18	58.34	63.91	69.03	32.27	36.08	40.34	44.19	47.73	51.02	21.25	23.76	26.56	29.10	31.43	33.60
TRAE	70	48.11	55.55	62.11	69.44	76.07	82.16	38.41	42.94	48.01	52.60	56.81	60.73	25.29	28.28	31.61	34.63	37.40	39.99
TJR	14	10.09	11.65	13.03	14.56	15.95	17.23	8.05	9.00	10.06	11.02	11.91	12.73	5.30	5.93	6.63	7.26	7.84	8.38
TJR	18	12.08	13.95	15.60	17.44	19.10	20.63	9.64	10.78	12.05	13.20	14.26	15.24	6.35	7.10	7.94	8.70	9.39	10.04
TER	22	15.10	17.44	19.49	21.79	23.88	25.79	12.05	13.47	15.06	16.50	17.82	19.05	7.94	8.88	9.93	10.87	11.74	12.55
TER	26	17.84	20.60	23.03	25.75	28.21	30.47	14.25	15.93	17.81	19.51	21.08	22.53	9.38	10.49	11.73	12.84	13.87	14.83
TER	35	24.02	27.74	31.01	34.67	37.98	41.02	19.18	21.44	23.98	26.26	28.37	30.33	12.63	14.12	15.79	17.29	18.68	19.97
TER	45	30.88	35.66	39.87	44.57	48.83	52.74	24.66	27.57	30.83	33.77	36.47	38.99	16.24	18.16	20.30	22.24	24.02	25.68
TIR	55	37.75	43.59	48.74	54.49	59.69	64.47	30.13	33.69	37.66	41.26	44.56	47.64	19.84	22.18	24.80	27.17	29.34	31.37
THR	75	48.04	55.47	62.02	69.34	75.96	82.04	38.35	42.88	47.94	52.51	56.72	60.64	25.26	28.24	31.58	34.59	37.36	39.94
THR	100	58.33	67.35	75.30	84.19	92.23	99.62	46.57	52.07	58.21	63.77	68.88	73.63	30.67	34.29	38.34	42.00	45.36	48.49
TMR	100	68.63	79.25	88.60	99.06	108.51	117.21	54.79	61.26	68.49	75.02	81.04	86.63	36.08	40.34	45.10	49.40	53.36	57.05

Anexo F. FORMATO PARA TOMA DE DATOS EN LOS EQUIPOS

Anexo G. FORMATOS MANTENIMIENTO HUS

E.S.E Hospital Universitario de Santander – Formato de Inspección Diaria – Sección
Aire acondicionado

Fecha: Julio 27/08

Operario: *Juan David Celis*

Turno: *Mañana*
5:30AM 1:30PM

PROCEDIMIENTO	ESTADO	VALORES Y/O OBSERVACIONES
1. Químico de las torres	✓	
Aplicación del químico en las torres	✓	<i>Químico Aplicado</i>
2. Tablero principal	✓	
Encendido de torres de enfriamiento	✓	
Encendido equipo de extracción urgencias	✓	
Encendido equipo de extracción Lavandería	✓	
Encendido equipo de extracción Ropería	X	<i>Fuera de Servicio</i>
2.1 Unidad de maternidad	✓	
Encendido de manejador	✓	
Encendido de motobomba	✓	
Encendido de compresor	✓	
Revisión del manómetro de la bomba	✓ 20 P.S.I	<i>OK</i>
2.2 Unidad de Cirugía Ambulatoria	✓	
Encendido de manejador	✓	
Encendido de motobomba	✓	
Encendido de compresor	✓	
Revisión del manómetro de la bomba	✓ 20 P.S.I	<i>OK</i>
2.3 Unidad de Urgencias	✓	
Encendido de manejador	X	
Encendido de motobomba	X	<i>Fuera de Servicio</i>
Encendido de compresor	X	<i>Pendiente Reparación</i>
Revisión del manómetro de la bomba	X	<i>del Compresor</i>
2.4 Unidad de Cirugía	✓	
Encendido de manejador	X	
Encendido de motobomba	X	<i>Fuera de Servicio.</i>
Encendido de compresor	X	<i>Pendiente Reparación</i>
Revisión del manómetro de la bomba	X	<i>del Compresor</i>
2.5 Unidad de Recuperación	✓	
Encendido de manejador	✓	
Encendido de motobomba	✓	
Encendido de compresor	✓	
Revisión del manómetro de la bomba	✓ 20 P.S.I	<i>OK</i>



FECHA: 30 a 31 - 03 - 06	No. INVENTARIO:		
EQUIPO: Aire Industrial	MARCA:	MODELO:	SERIE:
UBICACIÓN: Sala de Partos			

ACTIVIDADES ORDENADAS	
Mantenimientos	General

ACTIVIDADES REALIZADAS	
- Lavado general de equipo: serpentines, parte eléctrica, cspas, manejadora.	
- tuberías	
- Revisión omperios, Gas R 22, Temperaturas	
- Mantenimiento y lavado de rejillas en la zona Sala de partos.	
- rejillas Aire y de Extracción	

ELEMENTOS UTILIZADOS (repuestos e insumos)			
DESCRIPCIÓN	CANT	V/R UNIT.	V/R TOTAL
Químicos: desinfectante,			
desengrasante,			
desplazador de humedad			

OBSERVACIONES:

 Técnico mantenimiento	 Jefe servicio	Ing. Joly Andrea Uribe Gómez Profesional Universitario Mantenimiento ESE - HHS Jefe mantenimiento
---------------------------	-------------------	---



FICHA TECNICA
DE
EQUIPO BIOMEDICO

UBICACION

CODIGO DE ESPACIO _____ PISO 4 SERVICIO _____ AREA _____ CONSTRUCCION ESPECIAL

REGISTRO HISTORICO

FORMA DE ADQUISICION

- COMPRA DIRECTA
 DONADO POR PARTICULAR
 DONADO POR BENEFICENCIA
 ASIGNADO POR EL MINISTERIO
 ASIGNADO POR DEPARTAMENTO
 ASIGNADO POR MUNICIPIO

NOMBRE DEL EQUIPO Compresor - Urgencias
 INVENTARIO HUS 05686

ANO MES DIA _____
 FECHA DE COMPRA _____
 FECHA DE INSTALACION _____
 COSTO EN MILES DE PESOS \$ _____

MARCA Copeland
 MODELO ADR3A 3000 TSC 200
 TIPO Reciprocante
 SERIE E103T301995
 CATALOGO No _____
 AÑO DE FABRICACION _____

FABRICANTE Copeland
 TEL _____ FAX _____
 CIUDAD _____ PAIS _____
 REPRESENTANTE _____
 TEL _____ FAX _____
 CIUDAD _____ PAIS _____

REGISTRO TECNICO

VOLTAJE DE OPERACION 208
 CORRIENTE DE OPERACION 135
 POTENCIA CONSUMIDA 30 Hp
 FRECUENCIA 60
 CAPACIDAD _____

VOLTIOS _____
 AMPERIOS _____
 WATTS _____
 HERTZ _____

PRESION 410 psi
 VELOCIDAD _____ m/s
 TEMPERATURA _____ C
 PESO _____ kg

FUENTES DE ALIMENTACION

AGUA
 AIRE
 GAS
 VAPOR

ELECTRICIDAD
 ENERGIA SOLAR
 DERIVADOS DEL PETROLEO
 OTROS

COMPONENTES	MARCA	MODELO	SERIE

REGISTRO DE APOYO TECNICO

- MANUALES
 OPERACION
 MANTENIMIENTO
 PARTES
 DESPIECES

- PLANOS
 ELECTRICOS
 ELECTRONICOS
 HIDRAULICOS
 NEUMATICOS
 MECANICO

- USO
 MEDICO
 BASICO
 APOYO

- RIESGO
 ALTO
 MEDIO
 BAJO

- CLASE DE TECNOLOGIA PREDOMINANTE
 ELECTRICO
 ELECTRONICO
 MECANICO
 ELECTROMECANICO
- HIDRAULICO
 NEUMATICO
 VAPOR
 SOLAR

- CLASIFICACION BIOMEDICA
 DIAGNOSTICO
 TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA VIDA
 REHABILITACION
 PREVENCIÓN
 ANALISIS DE LABORATORIO

**Anexo H. RESUMEN DE REPORTE TÉCNICOS DE
MANTENIMIENTO**



REPORTES TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO

Equipos: Extractor **No Inventario: HUS** **Modelo:** **Serie:**

No Inventario: HUS **Modelo:** **Serie:**

Ubicación: Terraza Sistema centralizado: Maternidad

Fechas de las intervenciones

29/11/07 15/,18,22/09/07 07/08/07 18,24/07/07

Descripción del trabajo

Desarme y arme del equipo, para limpiarlo	Limpieza del Blower	Limpieza del equipo	Limpieza y cambio de correas
---	---------------------	---------------------	------------------------------

Observaciones

Buen funcionamiento	Equipo en funcionamiento	Equipo en funcionamiento	Equipo en buen estado de funcionamiento
---------------------	--------------------------	--------------------------	---

Fechas de las intervenciones

03/08/06 14/07/06

Descripción del trabajo

Conectar tablero de control, al primer piso del cuarto de máquinas	Conectar tablero de control, al primer piso del cuarto de máquinas		
--	--	--	--

Observaciones

Equipo fuera de servicio	Equipo fuera de servicio		
--------------------------	--------------------------	--	--



REPORTES TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO

Equipos: Extractor	No Inventario: HUS	Modelo:
Serie:		
	No Inventario: HUS	Modelo:
Serie:		
Ubicación: Sala de máquinas (piso 1) Sistema centralizado: Urgencias		

	Fechas de las intervenciones			
	25/11/07	25,27/10/07	27,29/09/07	15/08/07
Descripción del trabajo	Limpieza y cambio de correas defectuosas	Limpieza a Blower, rejillas, ductos de salida y contactos eléctricos	Limpieza a Blower, rejillas, ductos de salida y contactos eléctricos	Limpieza general
Observaciones	Equipo en funcionamiento normal	Equipo en buen estado de funcionamiento	Equipo en buen estado de funcionamiento	Equipo en funcionamiento normal
	Fechas de las intervenciones			
	05,07/07/07			

Descripción del trabajo	Limpieza general y cambio de correas			
Observaciones	Equipo en buen estado de funcionamiento			



REPORTES TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO

Equipos: TORRES DE ENFRIAMIENTO **No Inventario:** HUS **Modelo:** **Serie:**

No Inventario: HUS **Modelo:** **Serie:**

Ubicación: **Sistema centralizado:**

Fechas de las intervenciones


09/02/08

23/01/08

29/11/07

Descripción del trabajo	Lavado de torres de enfriamiento	Cambio del motor de 5 Hp, se instaló un motor siemens	Revisión de las torres, encontrando un motor en mal estado
		Mantenimiento preventivo a 3 motores de ventilador (cambio de salineras, remoción de humedad y grasa, lavado de aspas)	
Observaciones		Las torres quedaron funcionando normalmente	En la torre 1 se encuentra fuera de servicio un motor, y por

		Se recomienda mantenimiento preventivo cada 3 meses	tanto dos compresores (urgencias y maternidad)	
--	--	---	--	--

	REPORTES TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO			
	Equipos: manejadora YORK_No Inventario: HUS-05695_ Modelo: AS-10-H			
	Compresor COPELAND_No Inventario: HUS-05693_Modelo: E10GA04451_Serie: LG63936			
	Ubicación: Sala de máquinas (piso 1)_ Sistema centralizado: maternidad			
	Fechas de las intervenciones			
	13/02/08	07/01/08	05/12/07	08/11/07
Descripción del trabajo	* Lavado exterior del equipo (filtros, campanas extractoras, ductos y tuberías)	* Limpieza general a diferentes partes de los equipos, eléctricas y mecánicas, usando desengrasante, desplazador de humedad y limpieza de rejillas asociadas al equipo.	* Limpieza (filtros, balineras, válvulas, poleas), verificación de conexiones del sistema eléctrico.	* Limpieza del Blower
Observaciones				Equipo en excelentes

	Equipo fuera de servicio			condiciones de funcionamiento
	Fechas de las intervenciones			
	x/x/x	14/09/07	09/05/07	20/01/2007
Descripción del trabajo	* Limpieza con químicos del serpentín, limpia contactos, desengrasante y desplazador de humedad	* Limpieza de los filtros y serpentín con químicos, limpieza del motor con desengrasante, limpieza de contactos de la parte eléctrica, y desplazador de humedad.	* Limpieza general	* Cambio de balineras del motor de maternidad
Observaciones	* El equipo quedó en excelente estado, carga de gas R22 completa, Rango de temperaturas (9–18 °C)	* El equipo quedó en buen estado, carga de gas R22 completa, Rango de temperaturas (9–18 °C)	* Carga de gas completa	



REPORTES TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO

Equipos: manejadora YORK_No Inventario: HUS-05688_Modelo:

**Compresor COPELAND_No Inventario: HUS-05686_Modelo:
4DR3A3000TSK200_Serie: ET031301795**

Ubicación: Sala de máquinas (piso 1)_ Sistema centralizado: urgencias

Fechas de las intervenciones

	04/01/08	06/12/07	23/11/07	13/11/07
Descripción del trabajo	* Limpieza general	* Limpieza de serpentines (desengrase y desplazamiento de humedad)	* Se revisó el compresor, y se encontró que el agua que pasa por la tubería se calienta, debido a los químicos que se están suministrando al tanque , y al calentarse deforma los tubos que son de pasta y ocasiona pequeñas fugas en las uniones de	* Desmonte del compresor de 30 Toneladas, observando que el compresor quedó en dos fases por lo cuál se afectó la bobina, haciendo necesario el cambio de: <ul style="list-style-type: none"> - embobinado del motor - arandelas axiales - kit empaquetadura

			los tubos con las válvulas.	<ul style="list-style-type: none"> - bomba de lubricación - barrido con freol y recargas con gas R22 - reconstrucción parte eléctrica, rectificada del bloque de cuatro cilindros, cambio de dos platos de discos, bielas, pistones, y bujes del eje central
Observaciones	Equipo en buen estado	Equipo en buen estado	El compresor está trabajando normalmente pero hay fugas de agua en las tuberías.	Se requiere urgente el arreglo del compresor

	Fechas de las intervenciones			
	26/10/07	12/10/07	10/10/07	06/10/07
Descripción del trabajo	<p>* Se revisó la unidad y se observó que estaba fuera de servicio porque las correas estaban dañadas, procediendo al cambio de las mismas</p>	<p>* Limpieza con químicos a serpentines, limpia contactos, desengrasante y desplazador de humedad</p>	<p>* Revisión del compresor, encontrando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desajuste partes de control (termostato), se hizo su ajuste. - Se hizo cambio de empaques y se cargó el gas R22 por su ausencia. - Se revisó el motor-extractor, encontrando que los terminales del motor se encontraban dañados, se cambiaron los mismos, se cambio la correa que estaba rota y se 	<p>* Cambio de correas, lubricación de la chumacera del blower.</p>

			engrasaron las balineras y chumaceras.	
Observaciones	* Se hizo el cambio, quedando el equipo en buenas condiciones.	* El equipo quedó en buen estado, carga de gas R22 completa, Rango de temperaturas (9–18 °C)	* Equipo en buen estado	* Equipo en buen estado
	Fechas de las intervenciones			
	02/10/07	01/10/07	04/09/07	10/05/07
Descripción del trabajo	* Cambio de parte de la tubería para corregir fugas	* Se revisó la bomba, se hizo cambio de impulsor y eliminación de fugas.	* Se revisó la bomba, se hizo cambio de retenedores, impulsor, cambio de empaques y calibración de tornillería.	* Limpieza general, aplicación de químico para el lavado, desengrasante, limpia contactos, desplazador de humedad.

Observaciones	* Equipo en buen estado	* Equipo en buen estado	* Las fugas fueron eliminadas, presiones normales en el equipo.	* Equipo en buen estado * Carga de gas * Rango de temperaturas OK
----------------------	-------------------------	-------------------------	---	---

Anexo I. FORMATO INVENTARIO DE FUENTES DE CALOR

**Anexo J. DATOS PARA CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA EN LA
SALA DE URGENCIAS**

1 OBSERVACIÓN HOMBRES									
Área [ft²]		534,4		Altura [ft²]		9,84			
Vidrios al exterior		Fluorescentes		Particiones					
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
		812	39	1	202,4	7,2	1	12,789	5,4
				2	255,64	5,4			
				3	202,4	5,4			
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo		Tipo		Cantidad	W		
				Televisor 14"		1	250		
				Bombas		3	30		
				Visor radiografía		1	40		
Personas				Personas/actividad		horas en el recinto			
Actividad									
Paradas				8		18			
Acostadas				10		24			
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está Acondicionado, las paredes 1 y 3 tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

2 OBSERVACIÓN HOMBRES									
Área [ft²]		693,95		Altura [ft²]		9,84			
Vidrios al exterior		Fluorescentes		Particiones					
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
Sur	71,16	12	39	1	112,117	7,2	1	67,81	5,4
				2	48,05	7,2			
				3	158,23	5,4			
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo		Tipo		Cantidad	W		
Sur	122,9	Ladrillo común con loza		Televisor 14"		1	250		
				Bombas		3	30		
				monitor		5	25		
				Visor radiografía		1	40		
Personas				Personas/actividad		horas en el recinto			
Actividad									
Paradas				10		18			
Acostadas				10		24			
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está Acondicionado, las paredes 1 y 3 tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

3 OBSERVACIÓN MUJERES									
Área [ft²]		685,67		Altura [ft²]		9,84			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
Sur	70,33	12	39	1	129,167	5,4	1	34,34	5,4
				2	59,31	5,4			
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	W
Sur	121,48	Ladrillo común con loza					Televisor 19"	1	300
							Bombas	5	30
							Visor radiografía	2	40
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Paradas			12		18				
Acostadas			15		24				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes 1 y 3 tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

4 CUARTOS VARIOS									
Área [ft²]		780,12		Altura [ft²]		9,84			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
Sur	66,42	16	39						
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	W
Sur	104,3	Ladrillo común con loza					Televisor 14"	1	250
							Grabadora	1	50
							Computador	1	700
							Nevera 12 ft³	1	400
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Sentado escribiendo			3		24				
Parados			5		24				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes 1 y 3 tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

5 OBSERVACIÓN MUJERES										
Área [ft²]		654,3		Altura [ft²]		9,84				
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones					
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]	
Sur	78,15	12	39							
Paredes al exterior							Equipos			
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	W	
Sur	134,98	Ladrillo común con loza					Televisor 14"	1	250	
							Bombas	5	30	
							Monitor	3	25	
							Visor radiografía	1	40	
Personas				Personas/actividad		horas en el recinto				
Actividad										
Sentados				5		24				
Parados				15		16				
Acostados				10		24				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está Acondicionado, las paredes 1 y 3 tienen tableta blanca de 20* 20 cm										

6 CONSULTORIOS OBSERVACIÓN MUJERES										
Área [ft²]		495,14		Altura [ft²]		9,84				
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones					
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]	
		10	39							
Paredes al exterior							Equipos			
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	W	
							Computador	3	500	
							Bombas	3	30	
							Pulsometro	3	24	
Personas				Personas/actividad		horas en el recinto				
Actividad										
Sentados escribiendo				5		24				
Parados				5		24				
Acostados				5		24				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está Acondicionado, las paredes 1 y 3 tienen tableta blanca de 20* 20 cm										

7 PEDIATRÍA									
Área [ft²]		583,63		Altura [ft²]		9,84			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
Oeste	25,19	14	39						
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo		Tipo		Cantidad	W		
Oeste	103,98	Pared con loza		Báscula		13	15		
				Incubadora		1	180		
				Visor radiografía		1	40		
Personas				Pulsometro		1	24		
Actividad	Personas/actividad		horas en el recinto		Tensiómetro		1	60	
Sentados escribiendo	3		18		Carro paros		1	129	
Parados	6		18						
Acostados	4 niños		24						
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está acondicionado, las paredes 1 y 3 tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

8 PEDIATRÍA									
Área [ft²]		1046,79		Altura [ft²]		9,84			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
Sur	102,3	26	39						
Oeste	52,47	2	32						
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo		Tipo		Cantidad	W		

**Anexo K. DATOS PARA CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA EN
LA SALA DE MATERNIDAD**

1 CONSULTORIO									
Área [ft²]		119		Altura [ft²]		8,2			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
		4	39	1	137	4	1	7,3	4
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo		Tipo		Cantidad	W		
						Ecografo	1	126	
						Tensiómetro	1	63	
						Equipo biomédico	1	126	
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Paradas			1		8				
Acostadas			1		8				
Sentadas escribiendo			1		8				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

2 CONSULTORIO									
Área [ft²]		143,8		Altura [ft²]		8,2			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
		4	39						
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo		Tipo		Cantidad	W		
						Lámpara	1	26	
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Sentadas escribiendo			2		8				
Acostadas			1		8				
Paradas			1		8				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

3 CONSULTORIO									
Área [ft²]		149,6		Altura [ft²]		8,2			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
		4	39						
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo			Tipo	Cantidad	W		
					Lámpara	1	113		
					Computador	1	540		
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Paradas			1		8				
Acostadas			1		8				
Sentadas escribiendo			2		8				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

4 SALA DE ESPERA									
Área [ft²]		257,4		Altura [ft²]		8,2			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
		4	39	1	181	5			
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo			Tipo	Cantidad	W		
					Lámpara	1	113		
					Computador	1	540		
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Sentadas			9		18				
Paradas			3		18				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm. En esta área falta una puerta, por lo cual existe un espacio infiltración de 12,92 ft²									

5 TRABAJO DE PARTOS									
Área [ft²]		1007,3		Altura [ft²]		8,2			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
		14	39	1	93,2	1,8			
				2	51	1,8			
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo		Tipo		Cantidad	W		
				Monitor		1	25		
				Bombas		6	18		
				Computador		1	700		
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Acostados			10		24				
Parados			8		24				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está Acondicionado, las paredes 1 y 3 tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

6 HALL SALA DE PARTOS									
Área [ft²]		803,4		Altura [ft²]		8,2			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
Oeste	7,2	28	39	1	453	1,8			
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo		Tipo		Cantidad	W		
Oeste	302	Pared con loza		Fax		1	300		
Norte	166,73			Televisor		1	500		
				Incubadora		2	300		
				Calentadora		2	850		
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto		Monitor		
Sentados escribiendo			3		24		Bomba		
Parados			14		24		Lámpara		
Acostados			11		24				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también está Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

9 RECUPERACIÓN										
Área [ft²]		817,8		Altura [ft²]		8,9				
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones					
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]	
Sur	86,9	20	39	1	181,3	1,8				
Paredes al exterior							Equipos			
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	W	
Sur	186,6	Pared con loza					Monitor	5	96	
Personas										
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto					
Parados			8		24					
Acostados			7		24					
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm										

10 LEGRADOS										
Área [ft²]		204		Altura [ft²]		8,9				
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones					
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]	
Sur	51	7	39							
Paredes al exterior							Equipos			
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	W	
Sur	109,5	Ladrillo común con loza								
Personas										
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto					
Paradas			1		12					
Acostadas			1		12					
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm										

11 PRECLANTICAS									
Área [ft²]		110,11		Altura [ft²]		8,9			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
		4	39						
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	W
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Paradas			1		12				
Acostadas			1		12				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

12 ESTAR									
Área [ft²]		199,11		Altura [ft²]		8,9			
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones				
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]
		8	39	1	240	1,8			
Paredes al exterior							Equipos		
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	Btu/h (S/L)
							Cafetera	1	230/70
							Microondas	1	1600/1000
Personas									
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto				
Acostadas			8		12				
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm									

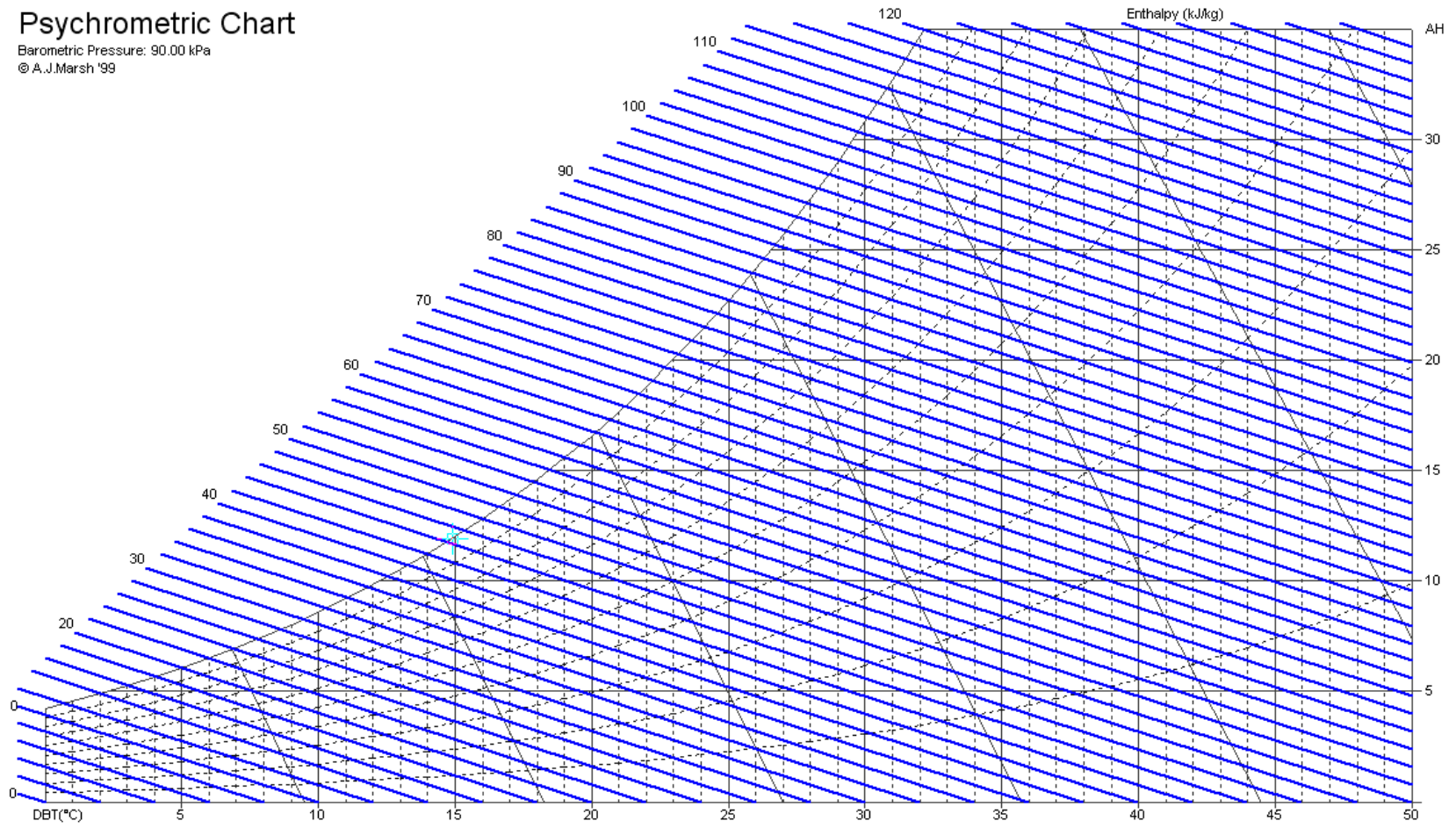
13 ESTAR											
Área [ft²]		93,9		Altura [ft²]		8,2					
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones						
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]		
		4	39								
Paredes al exterior							Equipos				
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	Btu/h (S/L)		
Personas											
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto						
Acostadas			4		12						
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm											

14 PASILLO											
Área [ft²]		483		Altura [ft²]		8,2					
Vidrios al exterior		Fluorescentes			Particiones						
Orientación	Área [ft²]	cantidad	W/u	pared	Área [ft²]	DT [°F]	Vidrio	Área [ft²]	DT [°F]		
		8	39								
Paredes al exterior							Equipos				
Orientación	Área [ft²]	Tipo					Tipo	Cantidad	Btu/h (S/L)		
Personas											
Actividad			Personas/actividad		horas en el recinto						
Paradas			5		24						
Observaciones: vidrios sencillos de 4 mm, techo de color blanco, cielo raso de acrílico, el piso de encima también esta Acondicionado, las paredes tienen tableta blanca de 20* 20 cm, PARA ENTRAR HAY UNA PUERTA DE VAIÉN											

Anexo L. CARTA PSICROMÉTRICA (90 Kpa)

Psychrometric Chart

Barometric Pressure: 90.00 kPa
© A.J.Marsh '99



**Anexo M. PERFIL DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL
HUS**

		HORA													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01/12/2008	KVArHr	106,13	92,30	96,19	97,63	94,46	109,58	141,84	220,61	219,02	216,00	225,50	218,02	214,42	211,39
	KWHr	203,18	185,62	186,19	191,38	188,21	214,27	323,71	495,36	527,04	520,70	531,79	520,42	503,57	498,38
	KVAHr	229,23	207,30	209,57	214,84	210,58	240,67	353,42	542,26	570,74	563,73	577,63	564,24	547,32	541,36
	FP	0,89	0,90	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,92	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	(Q/P)*100	52,23	49,73	51,66	51,02	50,19	51,14	43,82	44,53	41,56	41,48	42,40	41,89	42,58	42,42
02/12/2008	KVArHr	132,34	121,97	110,59	113,33	117,36	123,70	184,46	227,52	231,26	222,48	223,49	222,34	204,62	199,15
	KWHr	271,01	233,86	219,46	214,56	215,28	238,32	412,99	505,87	521,71	526,90	531,22	530,93	497,38	484,27
	KVAHr	301,59	263,75	245,75	242,65	245,19	268,51	452,32	554,68	570,67	571,94	576,31	575,60	537,82	523,62
	FP	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88	0,89	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	(Q/P)*100	48,83	52,16	50,39	52,82	54,52	51,90	44,67	44,98	44,33	42,22	42,07	41,88	41,14	41,12
03/12/2008	KVArHr	125,14	117,94	118,80	117,50	119,66	120,38	163,73	219,17	231,98	237,46	221,04	221,04	195,12	196,99
	KWHr	285,26	273,60	272,30	266,40	268,85	259,06	371,09	501,41	530,35	534,24	530,50	519,98	496,94	497,66
	KVAHr	311,50	297,94	297,09	291,16	294,28	285,66	405,60	547,22	578,87	584,63	574,70	565,02	533,88	535,23
	FP	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,91	0,92	0,92	0,93
	(Q/P)*100	43,87	43,11	43,63	44,11	44,51	46,47	44,12	43,71	43,74	44,45	41,67	42,51	39,26	39,58
04/12/2008	KVArHr	115,38	105,70	106,13	109,15	111,46	120,67	158,11	223,20	223,63	224,93	225,94	208,22	203,33	191,23
	KWHr	228,96	216,86	211,68	212,69	219,17	244,66	367,78	509,90	529,49	534,67	530,78	518,11	500,83	491,76
	KVAHr	256,39	241,25	236,79	239,06	245,88	272,80	400,32	556,62	574,78	580,06	576,87	558,39	540,53	527,63
	FP	0,89	0,90	0,89	0,89	0,89	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93
	(Q/P)*100	50,39	48,74	50,14	51,32	50,85	49,32	42,99	43,77	42,24	42,07	42,57	40,19	40,60	38,89
05/12/2008	KVArHr	113,18	105,70	105,70	110,16	117,65	122,11	173,38	213,98	222,77	223,49	214,13	214,13	200,16	179,42
	KWHr	250,56	237,02	228,67	228,82	239,33	255,46	399,46	488,59	520,70	528,77	510,91	512,35	495,22	432,86
	KVAHr	274,94	259,52	251,92	253,95	266,68	283,14	435,46	533,40	566,36	574,06	553,97	555,30	534,14	468,58
	FP	0,91	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92
	(Q/P)*100	45,17	44,59	46,22	48,14	49,16	47,80	43,40	43,80	42,78	42,27	41,91	41,79	40,42	41,45
06/12/2008	KVArHr	108,14	103,82	99,36	101,52	97,49	108,00	149,62	168,48	174,10	180,72	180,58	174,10	173,38	166,61
	KWHr	228,67	230,11	225,07	221,76	216,58	224,64	347,04	395,42	419,33	433,15	443,81	422,35	419,18	411,98
	KVAHr	252,95	252,45	246,03	243,89	237,51	249,25	377,92	429,82	454,03	469,34	479,14	456,83	453,62	444,40
	FP	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92	0,93
	(Q/P)*100	47,29	45,12	44,15	45,78	45,01	48,08	43,11	42,61	41,52	41,72	40,69	41,22	41,36	40,44

		HORA									
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
01/12/2008	KVArHr	210,67	210,67	203,33	199,73	203,04	178,27	164,74	161,42	150,34	150,77
	KWHr	521,71	523,73	509,04	495,65	474,48	434,59	403,92	387,94	353,09	350,21
	KVAHr	562,64	564,51	548,15	534,38	516,10	469,74	436,22	420,18	383,76	381,28
	FP	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92
	(Q/P)*100	40,38	40,23	39,94	40,30	42,79	41,02	40,78	41,61	42,58	43,05
02/12/2008	KVArHr	206,64	207,79	201,31	200,59	198,00	173,95	161,28	148,18	126,14	128,74
	KWHr	501,70	511,92	506,02	482,83	471,89	430,42	397,87	366,48	300,82	295,06
	KVAHr	542,59	552,48	544,59	522,84	511,74	464,24	429,32	395,30	326,19	321,92
	FP	0,92	0,93	0,93	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
	(Q/P)*100	41,19	40,59	39,78	41,54	41,96	40,41	40,54	40,43	41,93	43,63
03/12/2008	KVArHr	213,12	236,02	221,90	207,94	190,66	171,79	156,96	153,36	148,61	143,14
	KWHr	521,14	556,70	529,63	494,78	458,93	427,25	398,59	388,80	365,62	326,45
	KVAHr	563,03	604,67	574,24	536,70	496,96	460,49	428,38	417,95	394,66	356,45
	FP	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92
	(Q/P)*100	40,90	42,40	41,90	42,03	41,54	40,21	39,38	39,44	40,65	43,85
04/12/2008	KVArHr	218,16	216,72	206,35	204,05	189,36	174,24	165,74	144,43	155,81	134,93
	KWHr	527,47	530,50	500,40	490,75	470,30	431,57	406,37	362,59	358,85	311,18
	KVAHr	570,81	573,06	541,28	531,48	506,99	465,41	438,87	390,30	391,21	339,18
	FP	0,92	0,93	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92
	(Q/P)*100	41,36	40,85	41,24	41,58	40,26	40,37	40,79	39,83	43,42	43,36
05/12/2008	KVArHr	211,97	212,98	206,50	197,86	193,39	122,40	117,94	116,35	112,46	116,93
	KWHr	499,54	498,96	496,66	485,42	461,09	288,14	264,24	259,63	242,35	233,57
	KVAHr	542,65	542,51	537,87	524,20	500,00	313,06	289,36	284,51	267,18	261,20
	FP	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,89
	(Q/P)*100	42,43	42,68	41,58	40,76	41,94	42,48	44,63	44,81	46,41	50,06
06/12/2008	KVArHr	153,79	130,03	106,56	111,46	125,14	122,11	120,10	115,06	137,66	161,14
	KWHr	388,66	330,77	268,85	265,97	270,58	273,46	268,42	267,26	330,34	360,00
	KVAHr	417,98	355,41	289,20	288,38	298,11	299,48	294,06	290,98	357,87	394,42
	FP	0,93	0,93	0,93	0,92	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,91
	(Q/P)*100	39,57	39,31	39,64	41,91	46,25	44,66	44,74	43,05	41,67	44,76

		HORA													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
07/12/2008	KVArHr	154,51	126,14	110,59	101,81	97,92	111,17	131,76	163,30	157,54	148,75	150,19	150,19	135,65	132,05
	KWHr	341,71	260,35	227,23	223,49	226,80	232,13	264,96	358,99	376,70	388,66	398,16	381,46	365,90	364,75
	KVAHr	375,02	289,30	252,72	245,58	247,04	257,37	295,91	394,39	408,32	416,15	425,55	409,96	390,24	387,92
	FP	0,91	0,90	0,90	0,91	0,92	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,93	0,94	0,94
	(Q/P)*100	45,22	48,45	48,67	45,55	43,17	47,89	49,73	45,49	41,82	38,27	37,72	39,37	37,07	36,20
08/12/2008	KVArHr	106,70	104,83	96,62	96,77	97,78	100,22	133,78	162,58	161,86	163,01	170,06	168,62	159,12	147,31
	KWHr	225,65	216,14	201,17	197,71	198,58	210,96	281,95	364,03	376,70	389,66	424,08	416,59	407,38	393,98
	KVAHr	249,61	240,22	223,17	220,12	221,34	233,56	312,08	398,69	410,00	422,39	456,91	449,43	437,35	420,62
	FP	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94
	(Q/P)*100	47,29	48,50	48,03	48,94	49,24	47,51	47,45	44,66	42,97	41,83	40,10	40,48	39,06	37,39
09/12/2008	KVArHr	108,43	109,58	110,16	109,73	108,00	122,98	173,38	226,51	236,30	233,86	237,74	236,45	211,25	203,76
	KWHr	233,14	223,20	218,30	214,47	217,58	250,56	390,24	497,66	525,89	547,20	559,15	552,38	525,46	504,86
	KVAHr	257,12	248,65	244,52	240,91	242,91	279,11	427,02	546,79	576,54	595,08	607,60	600,86	566,33	544,43
	FP	0,91	0,90	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93
	(Q/P)*100	46,51	49,10	50,46	51,16	49,64	49,08	44,43	45,52	44,93	42,74	42,52	42,81	40,20	40,36
10/12/2008	KVArHr	123,26	120,53	120,53	116,50	116,64	119,95	157,25	222,05	228,67	240,34	226,08	223,63	218,59	217,73
	KWHr	271,01	259,34	248,98	245,66	246,96	265,97	356,40	505,73	531,07	561,31	528,05	537,26	530,21	542,59
	KVAHr	297,72	285,98	276,62	271,89	273,12	291,77	389,55	552,33	578,21	610,60	574,41	581,95	573,50	584,65
	FP	0,91	0,91	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93
	(Q/P)*100	45,48	46,47	48,41	47,42	47,23	45,10	44,12	43,91	43,06	42,82	42,81	41,62	41,23	40,13
11/12/2008	KVArHr	126,58	121,10	116,21	117,50	117,65	119,52	162,58	225,22	234,29	228,82	238,32	243,65	221,04	202,75
	KWHr	290,45	267,84	263,95	256,90	258,34	272,30	368,21	512,35	533,66	540,14	554,69	562,46	530,64	500,69
	KVAHr	316,83	293,95	288,40	282,49	283,86	297,38	402,50	559,67	582,83	586,61	603,72	612,97	574,84	540,18
	FP	0,92	0,91	0,92	0,91	0,91	0,92	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93
	(Q/P)*100	43,58	45,22	44,03	45,74	45,54	43,89	44,15	43,96	43,90	42,36	42,96	43,32	41,66	40,49
12/12/2008	KVArHr	152,21	120,67	123,41	122,98	127,73	128,30	170,93	222,34	238,18	227,66	235,30	234,00	217,30	205,49
	KWHr	346,46	267,98	266,11	270,86	279,79	282,96	371,81	494,64	535,39	530,93	540,72	532,94	522,00	501,26
	KVAHr	378,42	293,90	293,33	297,47	307,57	310,69	409,22	542,31	585,98	577,68	589,70	582,05	565,42	541,75
	FP	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93
	(Q/P)*100	43,93	45,03	46,37	45,40	45,65	45,34	45,97	44,95	44,49	42,88	43,52	43,91	41,63	40,99

		HORA									
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
07/12/2008	KVArHr	128,16	125,71	134,50	150,77	154,37	149,47	152,93	157,54	156,82	136,51
	KWHr	358,56	352,08	366,91	366,77	370,22	371,09	361,44	368,06	370,51	306,29
	KVAHr	380,78	373,85	390,79	396,55	401,12	400,06	392,46	400,36	402,33	335,33
	FP	0,94	0,94	0,94	0,92	0,92	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91
	(Q/P)*100	35,74	35,71	36,66	41,11	41,70	40,28	42,31	42,80	42,32	44,57
08/12/2008	KVArHr	148,03	155,81	151,49	151,49	164,02	162,86	160,27	154,51	156,96	121,25
	KWHr	387,36	397,44	403,49	388,51	396,72	394,13	386,50	376,27	376,70	257,18
	KVAHr	414,68	426,89	430,99	417,00	429,29	426,45	418,41	406,76	408,10	284,33
	FP	0,93	0,93	0,94	0,93	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92	0,90
	(Q/P)*100	38,22	39,20	37,54	38,99	41,34	41,32	41,47	41,06	41,67	47,14
09/12/2008	KVArHr	229,10	234,72	219,60	213,26	208,66	197,42	179,42	164,88	157,39	164,88
	KWHr	544,03	569,52	557,71	527,47	503,14	485,14	449,71	419,18	399,89	396,43
	KVAHr	590,30	615,99	599,39	568,95	544,69	523,77	484,18	450,44	429,75	429,35
	FP	0,92	0,92	0,93	0,93	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92
	(Q/P)*100	42,11	41,21	39,38	40,43	41,47	40,69	39,90	39,33	39,36	41,59
10/12/2008	KVArHr	231,41	232,27	214,70	214,70	203,62	182,74	165,60	157,82	149,90	145,73
	KWHr	561,17	560,59	552,53	535,39	511,34	468,43	436,03	410,98	382,18	373,10
	KVAHr	607,01	606,81	592,78	576,84	550,39	502,81	466,42	440,24	410,52	400,55
	FP	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
	(Q/P)*100	41,24	41,43	38,86	40,10	39,82	39,01	37,98	38,40	39,22	39,06
11/12/2008	KVArHr	224,78	232,27	229,68	212,69	196,27	185,47	174,96	172,66	158,98	165,17
	KWHr	538,13	551,23	541,58	512,50	482,23	458,21	433,58	423,07	405,79	388,94
	KVAHr	583,19	598,17	588,27	554,88	520,64	494,32	467,55	456,95	435,82	422,56
	FP	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92
	(Q/P)*100	41,77	42,14	42,41	41,50	40,70	40,48	40,35	40,81	39,18	42,47
12/12/2008	KVArHr	221,33	218,02	218,88	207,50	192,38	182,88	169,06	160,99	163,15	148,18
	KWHr	531,94	534,67	534,96	496,66	466,42	440,93	416,02	399,89	399,31	356,83
	KVAHr	576,14	577,41	578,01	538,26	504,53	477,35	449,05	431,08	431,36	386,37
	FP	0,92	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,92
	(Q/P)*100	41,61	40,78	40,92	41,78	41,25	41,48	40,64	40,26	40,86	41,53

		HORA														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
13/12/2008	KVArHr	126,14	119,38	117,94	123,55	118,66	126,72	142,13	171,07	177,55	185,18	199,44	182,74	169,49	163,73	
	KWHr	262,51	248,69	240,91	239,90	239,76	259,78	313,78	395,57	417,74	430,85	456,34	440,50	420,91	407,81	
	KVAHr	291,25	275,86	268,23	269,85	267,51	289,04	344,46	430,98	453,91	468,96	498,01	476,90	453,75	439,45	
	FP	0,90	0,90	0,90	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	
	(Q/P)*100	48,05	48,00	48,95	51,50	49,49	48,78	45,30	43,25	42,50	42,98	43,70	41,48	40,27	40,15	
14/12/2008	KVArHr	108,58	111,31	107,42	113,76	113,33	113,33	129,74	147,60	141,84	148,46	154,80	154,66	150,91	144,14	
	KWHr	247,82	237,46	222,62	216,43	222,19	239,18	274,90	343,44	345,60	359,42	378,00	376,85	381,46	364,18	
	KVAHr	270,57	262,25	247,19	244,51	249,42	264,67	303,98	373,81	373,57	388,88	408,47	407,35	410,22	391,67	
	FP	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	0,90	0,90	0,92	0,93	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	
	(Q/P)*100	43,81	46,88	48,25	52,56	51,00	47,38	47,20	42,98	41,04	41,31	40,95	41,04	39,56	39,58	
15/12/2008	KVArHr	126,43	117,79	126,43	123,12	118,80	121,39	144,43	209,52	229,54	223,92	222,05	221,18	213,70	205,92	
	KWHr	293,47	279,65	275,76	270,86	223,49	241,34	315,79	468,58	516,24	515,66	508,90	506,74	499,39	495,65	
	KVAHr	319,55	303,44	303,36	297,53	253,10	270,15	347,25	513,29	564,97	562,18	555,23	552,90	543,19	536,72	
	FP	0,92	0,92	0,91	0,91	0,88	0,89	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	
	(Q/P)*100	43,08	42,12	45,85	45,45	53,16	50,30	45,74	44,71	44,46	43,42	43,63	43,65	42,79	41,55	
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23					
13/12/2008	KVArHr	163,15	159,55	161,14	173,38	164,59	164,02	157,82	154,22	156,53	145,15					
	KWHr	409,68	409,25	411,55	417,60	406,94	391,82	367,78	361,30	361,44	349,06					
	KVAHr	440,97	439,25	441,97	452,16	438,97	424,77	400,21	392,84	393,88	378,03					
	FP	0,93	0,93	0,93	0,92	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92					
	(Q/P)*100	39,82	38,99	39,15	41,52	40,45	41,86	42,91	42,69	43,31	41,58					
14/12/2008	KVArHr	136,66	148,46	146,88	156,53	174,38	165,74	159,98	150,48	137,81	135,65					
	KWHr	349,34	363,60	372,53	375,41	397,15	381,60	377,86	351,36	319,54	297,50					
	KVAHr	375,12	392,74	400,44	406,73	433,75	416,04	410,33	382,23	347,99	326,97					
	FP	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91					
	(Q/P)*100	39,12	40,83	39,43	41,70	43,91	43,43	42,34	42,83	43,13	45,60					
15/12/2008	KVArHr	216,86	226,94	220,61	210,10	199,30	186,05	172,66	151,92	138,96	134,06					
	KWHr	513,22	545,76	520,56	507,02	473,76	454,61	420,05	378,43	341,42	324,58					
	KVAHr	557,15	591,06	565,38	548,83	513,97	491,20	454,15	407,79	368,62	351,17					
	FP	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92	0,93	0,93	0,92					
	(Q/P)*100	42,26	41,58	42,38	41,44	42,07	40,92	41,10	40,14	40,70	41,30					

