

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PROPUESTA PARA LA HABILITACIÓN DEL LABORATORIO
DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FIA-UES.**

PRESENTADO POR:

Br. FRANCISCO EDGARDO ESTRADA DELGADO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL :

M.Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

Dr. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

Ing. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR :

Ing. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNANDEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO MECÁNICO

Título:

**PROPUESTA PARA LA HABILITACIÓN DEL LABORATORIO
DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FIA-UES.**

Presentado por:

FRANCISCO EDGARDO ESTRADA DELGADO

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

Ing. FRANCISCO ALFREDO DE LEÓN TORRES

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

Ing. FRANCISCO ALFREDO DE LEÓN TORRES

PROPUESTA PARA LA HABILITACIÓN DEL LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FIA UES

Estudiantes: Br Francisco Edgardo Estrada Delgado.

Docente asesor: Ing. Francisco Alfredo De León Torres.

Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Universidad de El Salvador

Resumen.

En este proyecto se desarrolla la propuesta para la habilitación de un laboratorio de prácticas para la disciplina de refrigeración y aire acondicionado para el uso pedagógico de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, como parte del apoyo práctico en el proceso de aprendizaje, en el tema de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, de tal forma que facilite el aprendizaje teórico desarrollado con actividades prácticas.

El primer paso es definir la zona en la que se implementaría el laboratorio dentro de la infraestructura de la UES-FIA-EIM, determinando el área a ser requerida en base al tamaño del equipo a implementar, el cual ya se encuentra en las instalaciones. Este equipo ha sido desarrollado en actividades anteriores, producto de trabajos coordinados por docentes dentro de la UES-FIA-EIM, estas unidades serán el equipamiento idóneo a implementar para las prácticas pedagógicas. La propuesta de la infraestructura del laboratorio, ha tomado como base tres aspectos muy importantes, una es las dimensiones del equipamiento, el otro es el número de estudiantes a implementar en cada práctica para los procesos que se desarrollaran en las prácticas y el tercero la

seguridad que el espacio ofrecerá para estas actividades. Estos parámetros determinan las propuestas de espacios, carga eléctrica a considerar, distribución de luminaria y ventilación de la zona para evitar riesgos en las prácticas a implementarse.

Índice

Introducción	1
1.0 Marco Teórico	3
1.1 Termodinámica	3
1.2 Primer y segundo principio de la Termodinámica	5
1.2.1 Primer principio de la Termodinámica	5
1.2.2 Segundo principio de la Termodinámica	6
1.3 La refrigeración	7
1.3.1 Refrigeración natural	7
1.3.2 Refrigeración mecánica	7
1.3.3 Ciclo de refrigeración	9
1.4 Gases refrigerantes	10
1.4.1 Clasificación de refrigerantes por sus componentes químicos	13
1.4.2 Nomenclatura de los refrigerantes	15
1.4.3 Seguridad en el manejo de refrigerantes	17
1.4.4 La norma 34 ASHRAE	19
1.5 La capa de Ozono y el calentamiento global	20
1.5.1 Agotamiento de la capa de Ozono	24
1.5.2 Contribución directa de los CFC´s	28
1.6 Convenios Internacionales	29
1.7 Buenas prácticas en la refrigeración y el aire acondicionado	31

2.0	Requerimientos para la implementación de un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado	37
2.1.	Organización de los grupos de laboratorio	38
2.2	Normas para planificar un laboratorio educacional.....	40
2.2.1	Acondicionamiento de calor	42
2.2.2	Colores de alarma.....	45
2.2.3	Código de colores	46
2.2.4	Iluminación	46
2.2.5	Ventilación del laboratorio	50
2.2.6	Influencia del sonido	51
2.2.7	Adquisición de maquinaria	51
2.2.8	Factores a considerar al seleccionar la maquinaria	52
2.2.9	Características básicas de la selección y adquisición de la maquinaria	53
2.2.10	Uso y mantenimiento de las máquinas	53
2.3	La seguridad industrial.....	54
2.3.1	Medidas generales a implementar ante un incendio	56
2.4	Equipamiento a ser implementado en el laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES	56
2.5	Procesos a ser implementados en las prácticas de laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES	59
2.5.1	Metodos de recuperación de refrigerantes	64

2.5.2	Consideraciones que se deben tomarse en cuenta antes de proceder a un cambio de gas	67
2.5.3	Principales reglas a seguir para realizar el cambio de gases CFC a mezclas	68
2.6	Presencia de humedad en los sistemas	68
2.6.1	Consecuencias de la presencia de humedad en los sistemas de refrigeración	69
2.6.2	Sintomas de la presencia de humedad en el sistema.....	71
2.6.3	Purga de los sistemas de refrigeración	73
2.6.4	Vació en los sistemas de refrigeración	74
2.6.5	Proceso de vació en un sistema de refrigeración	77
2.6.6	Como evacuar un sistema de refrigeración	77
2.6.7	Aceites y cambio de aceite en el sistema de refrigeración	79
2.7	Tipos de lubricantes	80
2.7.1	Lubricantes minerales	81
2.7.2	Lubricantes sintéticos tipo Alquibenceno	82
2.7.3	Lubricantes sintéticos tipo Poliolésteres	82
2.7.4	Lubricantes sintéticos tipo Alquilglicoles	82
2.7.5	Cambio de aceite en el sistema de refrigeración	83
2.7.6	Como recargar el aceite de un compresor hermético	84
2.7.7	Como agregar aceite a un compresor semihermético o abierto	84
2.7.8	Impacto de lubricantes en las medidas de recuperación	85

2.7.9 Hígroscopia y contaminación	86
2.8 Principales contaminantes en los sistemas de refrigeración	87
2.9 Mantenimiento en unidades de refrigeración y aire acondicionado	88
2.9.1 Inspección periódica y mantenimiento preventivo	88
2.9.2 Detección de fugas	90
2.9.3 Las causas de las fugas	91
2.9.4 Métodos de detección de fugas	92
2.10 Limpieza de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado	95
2.11 Detección de fallas mecánicas en los compresores	96
2.12 Cambio de compresores en unidades de refrigeración y aire acondicionado	101
2.12.1 Cambio de compresor sin válvulas de servicio	101
2.12.2 Cambio de compresor con válvulas de servicio	103
2.12.3 Sustitución de un compresor dañado debido a fallas eléctricas ..	103
2.13 Medidas de seguridad personal para la realización de trabajos de mantenimiento, reparación e instalación de equipos de refrigeración y aire acondicionado	105
2.13.1 Seguridad personal	106
2.14 Equipos y herramientas requeridas para realizar trabajos de mantenimiento, reparación e instalación de unidades de refrigeración y aire acondicionado	109
2.15 Seguridad en el manejo y resguardo de refrigerantes	132

2.15.1	Procedimientos, reglas y medidas de seguridad para el manejo, transporte y almacenamiento de gases refrigerantes	134
2.15.2	Peligros de recargar un cilindro desechable	135
2.15.3	Reglas de seguridad para el transporte de cilindros con gases refrigerantes	136
2.15.4	Cilindros para recuperar refrigerante	136
2.15.5	Rellenado de cilindros	136
2.16	Manejo y resguardo de instrumentación y herramientas	137
2.16.1	Riesgos en el manejo de herramientas	139
2.16.2	Medidas preventivas en el manejo de herramientas	140
2.17	Manual de uso del laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES	142
2.17.1	Introducción general del manual	145
2.17.2	Elementos de una práctica	146
2.17.3	Condiciones de manejo	153
2.17.4	Preparación de prácticas	154
2.17.5	Registro de observaciones	156
3.0	Criterios a considerar en la propuesta de un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES	158
3.1	Criterios a considerar para establecer áreas en el laboratorio de prácticas.....	158

3.2 Criterios a considerar para elaborar propuesta de ventilación en un laboratorio de prácticas	162
3.3 Criterios a considerar para la iluminación de un laboratorio de prácticas	163
3.4 Criterios a ser considerados para la propuesta de seguridad en un laboratorio de prácticas	164
3.5 Criterios para elaborar propuesta de instalaciones eléctricas para un laboratorio de prácticas	169
3.6 Criterio para la propuesta de instalaciones hidráulicas para el laboratorio de prácticas	170
3.7 Criterios para elaborar propuesta de evacuación de desechos de un laboratorio de prácticas	170
3.8 Almacenaje de instrumentación, herramientas y materiales a ser utilizadas en el laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado	171
3.9 Manual de uso de laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES	175
3.10 Manual de buenas prácticas en el uso del equipo de laboratorio de refrigeración y aire acondicionado	178

3.11 Equipamiento a ser implementado en el laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado EIM-FIA-UES	183
3.12 Procedimientos a implementar en el laboratorio para las buenas prácticas en el mantenimiento preventivo y correctivo, de equipos de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES	187
3.13 Listado de instrumentación requerida para las prácticas y el mantenimiento de equipos refrigeración y aire acondicionado para el laboratorio de la EIM-FIA-UES	195
4.0 Propuesta de laboratorio de prácticas en equipos de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES	200
4.1 Propuesta de planta arquitectonica de la distribución de la infraestructura física del laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES	200
4.2 Propuesta de suministro de agua potable y evacuación de desechos líquidos para el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.....	202
4.3 Propuesta del sistema de suministro eléctrico a las instalaciones del laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA UES	203

4.4 Propuesta del sistema de ventilación como norma de seguridad para la evacuación de gases en caso de fugas críticas en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.....	208
4.5 Especificaciones técnicas de la propuesta del laboratorio de la EIM-FIA-UES.....	214
4.5.1 Infraestructura de delimitación	214
4.5.2 Especificaciones de instalaciones eléctricas	219
4.5.3 Especificaciones de instalaciones de ventilación mecánica	226
4.6 Propuesta de presupuesto	230
5.0 Conclusiones	231
6.0 Recomendaciones	233
7.0 Referencias bibliográficas	234
8.0 Anexos	235

Índice de figuras.

Figura 1.1 Ciclo de refrigeración	10
Figura 1.2 Factores a considerar para la elección de un refrigerante	12
Figura 1.3 Seguridad en los refrigerantes según estandar 34 ASHRAE	22
Figura 1.4 Capas de la atmosfera terrestre	23
Figura 1.5 Proceso de degradación del Ozono	26
Figura 1.6 Calentamiento global de La Tierra.....	27
Figura 2.1 Cilindros de reciclado	66
Figura 2.2 Corrosión de cigüeñal de compresores	71
Figura 2.3 Piedra de filtro saturada de humedad y corrosión del sistema	72
Figura 2.4 Regulador de presión.....	79
Figura 2.5 Detector de fugas con flama con gas	94
Figura 2.6 Detector electrónico de fugas	95
Figura 2.7 Lámpara ultravioleta.	95
Figura 2.8 Barrido de Nitrógeno.	97
Figura 2.9 Cortador de tubo	110
Figura 2.10 Dobladora de tubos	110
Figura 2.11 Prensa Encharradora	110
Figura 2.12 Llave Ratchet	111
Figura 2.13 Escariador de tubo	111
Figura 2.14 Tenaza de presión	112
Figura 2.15 Válvula perforadora de tubo	112
Figura 2.16 Expansor de golpe para tuberías.....	113
Figura 2.17 Térmómetros.	114
Figura 2.18 Recuperador de refrigerante.....	114

Figura 2.19 Báscula electrónica.....	115
Figura 2.20 Manómetro de presión.....	116
Figura 2.21 Amperímetro.....	117
Figura 2.22 Desatornilladores planos y phillips.....	117
Figura 2.23 Juego de llaves ALE.....	118
Figura 2.24 Juego de llaves fijas.....	118
Figura 2.25 Juego de desatornilladores tipo cubo.....	119
Figura 2.26 Bomba de vacío.....	120
Figura 2.27 Bomba recicladora de refrigerante.....	120
Figura 2.28 Cilindros recuperadores de gas refrigerante.....	121
Figura 2.29 Taladro de mano.....	122
Figura 2.30 Extensión eléctrica a 115 voltios.....	123
Figura 2.31 Lámpara de extensión.....	123
Figura 2.32 Engrasadora manual.....	123
Figura 2.33 Extractor de poleas.....	124
Figura 2.34 Bomba de agua a presión portátil.....	125
Figura 2.35 Manguera de agua reforzada.....	125
Figura 2.36 Pitón para manguera de agua.....	126
Figura 2.37 Tenaza de electricista.....	127
Figura 2.38 Tenaza ponchadora para terminales.....	127
Figura 2.39 Tenaza entalladora para quitar forro de cables.....	129
Figura 2.40 Aceitera manual.....	129
Figura 2.41 Equipo de soldadura oxiacetilénica.....	130
Figura 2.42 Equipo de soldadura a gas propano.....	131
Figura 2.43 Extintor contra incendios.....	131
Figura 4.1 Punto de acometida eléctrica principal del edificio.....	204

Figura 4.2 Tubo cuadrado y rectangular tipo pesado.....	215
Figura 4.3 Lámina desplegada con rombo.....	216
Figura 4.4 Herraje para puertas metálicas.....	217
Figura 4.5 Puerta de madera estampada.	218
Figura 4.6 Extractor de aire tipo pared centrifugo.....	229
Figura 4.7 Rejilla de retorno de aire.....	230

Índice de tablas

Tabla 1.1. Potenciales Agotamiento de capa de Ozono y calentamiento global.	32
Tabla 1.2 Potenciales Agotamiento de capa de Ozono y calentamiento global.	33
Tabla 1.3 Sustancias sujetas al protocolo de Montreal.....	34
Tabla 2.1 Índice m ² /Alumno	42
Tabla 2.2 Indicadores para el diseño ambiente para Laboratorios o talleres educacionales.....	43
Tabla 2.3 Niveles de confort para el practicante.....	44
Tabla 2.4 Efectos del color en el practicante.	44
Tabla 2.5 Índice de reflexión de la luz.....	45
Tabla 2.6 Código de colores.	48
Tabla 2.7 Código de colores en instalaciones de tuberías.....	47
Tabla 2.8 Código de colores en recipientes de gases	48
Tabla 2.9 Secuencia de operaciones para detectar fallas en unidades condensadoras de refrigeración y aire acondicionado.....	62
Tabla 2.10 Secuencia de operaciones para detectar fallas en unidades condensadoras de refrigeración y aire acondicionado.....	61
Tabla 2.11 Secuencia de operaciones para hacer un diagnóstico a un evaporador.....	62
Tabla 2.13 Tecnologías de destrucción de refrigerantes	65
Tabla 3.1 Cuadro de dimensiones de equipo para Laboratorio.	159
Tabla 3.2 Cambios de aire en diferentes locales.....	163
Tabla 3.3 Requerimientos de iluminación, fuente Ministerio de Salud.....	168
Tabla 4.1 Consumo eléctrico de equipamiento	206

Tabla 4.2 Consumos eléctricos adecuados a cada fase	208
Tabla 4.3 Capacidad de conducción eléctrica de cableado	210
Tabla 4.4 Diámetros de conductores y canalizaciones	211
Tabla 4.5 Cuadro de selección de rejillas de extracción.....	213

Símbolos y abreviaturas.

Q: Calor.

W: Trabajo.

U: Energía interna.

BTU: Unidad Térmica Británica.

V: Voltaje.

A: Corriente Alterna.

p: Presión.

t: Temperatura.

v: Volumen.

PAFT: Programa de alternativas para toxicidad del fluorocarbono.

AEL: Niveles autorizados de exposición a los refrigerantes.

EPP: Equipo de protección personal.

SAO: Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono.

DOT: US Department of Transportation.

EDE: Eficacia de Destrucción y Eliminación.

CFM: Pies cúbicos por minuto.

UL: Underwriter Laboratories.

AMCA: Air Movement and Control Association International, INC.

Introducción.

Desde el comienzo de los años setenta, algunos científicos iniciaron las investigaciones sobre los cambios climáticos en el planeta. Al descubrir en los polos el inminente daño que el progreso industrial ha ocasionado a la capa protectora del Ozono en la atmósfera. El planeta ha sufrido un incremento en su temperatura ambiente, algo que en estos días es más evidente con los reportes de sequias en algunas zonas del planeta, esto incremento en el pasar de los años, así mismo los niveles de los océanos ha ido en incremento, como producto de la reducción de las capas de hielo en las capas polares.

Todo esto hoy en día es una alarma, aunque se han realizado esfuerzos en el pasado para reducir la producción de gases que dañen la capa de Ozono y el calentamiento global, por medio de acuerdos entre los países más desarrollados.

Esto es un esfuerzo que inicio en los años ochenta y que hoy en día se ve reflejado en tratados internacionales, que contribuyen con la reducción de producción y distribución de gases refrigerantes a base de Cloro en países desarrollados, y que marcan la pauta para que Latinoamérica hoy en día se lo tome con la seriedad requerida.

Otro punto importante en este esfuerzo, es el desarrollo de tecnologías en el campo de la refrigeración y el aire acondicionado que buscan obtener sistemas más eficientes, energéticamente hablando, para que los nuevos equipos demanden menor consumo energético, con el fin de reducir el uso de combustible fósil para la producción de energía eléctrica.

El contenido de este documento tiene como fin contribuir a este esfuerzo, el de reducir el daño a la capa de Ozono y el calentamiento global, proponiendo la implementación de las buenas prácticas en la especialidad de la refrigeración y el aire acondicionado, haciendo énfasis en la reducción de emisión de gases refrigerantes al ambiente por parte de las personas dedicadas al trabajo en esta especialidad, haciendo conciencia sobre el daño que generan al evacuar los

gases refrigerante al ambiente. Aunque los nuevos refrigerantes tienen un bajo índice en el daño a la capa de Ozono, aún tienen un alto índice en la contribución del calentamiento global.

La mejor forma de contribuir a este fin, es hacer del conocimiento a las personas dedicadas a este rubro, el daño que se está generando actualmente y como pueden evitar ser parte del problema, y más bien ser parte de la solución con la implementación de algunas prácticas en el manejo de gases refrigerantes que serán una contribución a este esfuerzo.

Para ello es importante contar con las instalaciones y equipo para poder desarrollar la capacitación de personas involucradas en el rubro de la refrigeración y el aire acondicionado, en forma teórica y práctica, como desarrollar las actividades de instalación, reparación y mantenimiento de estos equipos de forma eficiente, sin efectos colaterales al medio ambiente. Con la propuesta de un laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado, que cuente con el equipamiento necesario para desarrollar actividades encaminadas a ese objetivo.

1.0 Marco Teórico

1.1 Termodinámica.

La Termodinámica es la rama de la física que estudia los efectos de los cambios de temperatura, presión y volumen de un estado físico a un nivel macroscópico. Estudia cuestiones eminentemente prácticas, no toma en consideración los procesos internos de la materia que no afectan el medio circundante y que no tienen utilidad práctica.

El estudio de la refrigeración involucra el previo conocimiento de los principios de la termodinámica y sus leyes, los cuales se encuentran aplicados en los procesos de la misma, por ello realizaremos un repaso sobre estos principios y algunos conceptos importantes de los fenómenos involucrados.

La investigación realizada en este documento está orientada específicamente a la disciplina de la refrigeración, la cual tiene como objetivo el enfriar un objeto o ambiente por medio de dispositivos mecánicos desarrollados por el ser humano.

Para lograr este propósito, se deben aplicar conocimientos de la física de materiales y en el caso particular de la refrigeración de los gases (gases refrigerantes), ya que el calor como forma de energía tiende a fluir de un entorno relativamente caliente hacia uno más frío. La velocidad del proceso dependerá del medio en que fluya, ya que la resistencia que ofrezca la materia en la que la energía fluye, determinará la velocidad con el que se realice el proceso. La resistencia del material dependerá de su estado, forma, composición y densidad entre otras propiedades.

Esto hace necesario definir una serie de fenómenos involucrados en el proceso de la refrigeración, y el conocimiento de estos fenómenos facilita la comprensión del proceso a través de dispositivos mecánicos.

Sabemos que la técnica de la refrigeración está ligada con la Termodinámica y principalmente con los procesos de la transferencia de calor, para comprenderlo es necesario conocer los principios que gobiernan estos

procesos. A continuación definimos fenómenos involucrados a la Termodinámica:

a) Temperatura.

La temperatura de un cuerpo es su estado relativo de calor o frío. Se han definido dos escalas de temperatura, una en el sistema internacional cuya unidad es el grado Centígrado representado como °C y en el caso del sistema inglés es el grado Fahrenheit representado como °F.

No existe límite conocido para la máxima temperatura alcanzable, pero sí la hay para la temperatura mínima. Este valor se denomina cero absoluto y corresponde a -273.2 °C.

b) Energía.

Un cuerpo posee energía cuando es capaz de hacer el trabajo mecánico mientras realiza un cambio de estado. Las unidades de energía en procesos termodinámicos, utilizada en el Sistema Internacional es la Caloría y en el Sistema Inglés el BTU (British Thermal Unit).

c) Trabajo.

Al trabajo se le representa por la letra **W**, y es el resultado de aplicar una fuerza sobre un objeto y obtener movimiento en el sentido de la fuerza aplicada.

d) Calor.

Al calor se le representa generalmente por la letra **Q**, es una forma en la que se manifiesta la energía. La cantidad de calor que interviene en un proceso, se mide por algún cambio que acompaña este proceso y la unidad de calor se define como el calor necesario para producir alguna transformación convenida.

e) Unidades de Calor.

La Caloría-gramo es la cantidad de calor que ha de suministrarse a un gramo de agua para elevar su temperatura un grado.

El BTU es la cantidad de calor que ha de suministrarse a una libra de agua para elevar su temperatura en un grado Fahrenheit. La equivalencia entre la Caloría y el BTU es la siguiente:

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ Caloría} = 1,055 \text{ Joule}$$

En términos termodinámicos se interpreta que el calor es la forma de energía que pasa de un cuerpo a otro en virtud de una diferencia de temperatura entre ellos.

1.2 Primer y Segundo principio de la Termodinámica.

1.2.1 Primer principio de la termodinámica.

El enunciado del primer principio de la termodinámica nos dice “Nada se pierde, nada se gana, todo se transforma”, lo cual en procesos termodinámicos implica que un sistema termodinámico puede intercambiar energía con su entorno en forma de trabajo y de calor, y acumula energía en forma de energía interna.

Para visualizar termodinámicamente este enunciado analicemos un ciclo cerrado de trabajo y calor de la siguiente manera considerando dos estados posibles $[U1]$ y $[U2]$ de energía interna de un gas, definido su estado por una presión, una temperatura y un volumen, $p1, t1, v1$ y $p2, t2, v2$; confinada en un sistema cerrado, compuesto de dos serpentines $[A]$ y $[B]$, separados por un compresor y un orificio de restricción del flujo, conectados a ambos de manera que el gas pase del serpentín $[A]$ al $[B]$ por el compresor y del $[B]$ al $[A]$ por el orificio, cerrando un circuito; para que haya un cambio desde uno de estos estados, $[U1]$ al otro $[U2]$, hay que realizar un trabajo $[W]$ sobre él, para lo cual empleamos el compresor, enviando el gas hacia el serpentín $[B]$, donde adopta la condición de estado definida por $p2, t2, v2$. Posteriormente se lo devuelve al estado inicial $[U1]$, permitiéndole perder presión hasta el valor inicial haciéndole pasar por el orificio desde el serpentín $[B]$ al serpentín $[A]$, donde alcanza el estado definido por $p1, t1, v1$. La expansión del gas produce un efecto refrigerante que necesita absorber calor $[Q]$. En el proceso descrito vemos que hemos pasado de una condición de estado a otra mediante el aporte de trabajo mecánico $[W]$ y hemos vuelto a la condición de estado inicial, no por vía de trabajo mecánico, sino por absorción de calor $[Q]$.

Se puede hacer la siguiente afirmación, expresada en forma matemática:

$$U_2 - U_1 = Q - W$$

Despejando Q:

$$Q = U_2 - U_1 + W$$

La primera ley de la termodinámica establece la relación que tiene el trabajo, el calor y la energía interna de un sistema.

Conocida como la expresión del primer principio de la termodinámica: "La variación de la energía interna de una sustancia no depende de la manera en que se efectúe el cambio por el cual se haya logrado esa variación". Es el principio fundamental en que se basa la refrigeración y en la práctica significa que es imposible crear o destruir energía.

1.2.2 Segundo principio de la Termodinámica.

El segundo principio de la termodinámica establece que "es imposible construir un motor o máquina térmica tal que, funcionando periódicamente, no produzca otro efecto que el de tomar calor de un foco calorífico y convertir íntegramente este calor en trabajo".

Aplicado a máquinas frigoríficas, las cuales pueden ser consideradas como motores térmicos funcionando en sentido inverso, podemos establecer un enunciado aplicable a estas: *"es imposible construir una máquina frigorífica, que funcionando periódicamente, no produzca otro efecto que transmitir calor de un cuerpo frío a otro caliente."*

Una máquina frigorífica toma calor [**Q1**] a baja temperatura, el compresor suministra trabajo mecánico [**W**] y la suma de ambos se expulsa al exterior en forma de calor [**Q2**] a temperatura más alta.

Del primer principio, esto se expresa:

$$Q_2 = Q_1 + W$$

Esto significa que el serpentín que se emplea para enfriar el gas, cede al medio externo de intercambio, la suma del trabajo realizado por el compresor, además del calor extraído de la máquina frigorífica.

La búsqueda de la eficiencia es una meta principal en refrigeración y para medirla definimos la relación entre trabajo consumido [W] y calor extraído [Q_1], como: Q_1/W y como $W = Q_2 - Q_1$, la expresión para la eficiencia térmica queda:

$$Eficiencia = \frac{Q_1}{Q_2 - Q_1}$$

1.3. La refrigeración.

La refrigeración tiene como objetivos principales la preservación de alimentos y el confort humano, para lograr este objetivo la refrigeración puede clasificarse dependiendo del medio utilizado para la generación de este fenómeno, por medios naturales o por la implementación de un mecanismo para lograrlo.

1.3.1 Refrigeración natural

Antes de que se introdujeran los sistemas de refrigeración mecánicos y térmicos, la gente enfriaba sus alimentos con hielo transportado desde las montañas. Las personas de mayor rango económico utilizaban el hielo, que consistían en fosas cavadas en la tierra y aisladas con madera y paja para almacenar el hielo. De este modo, la nieve y el hielo apisonados se podían conservar por meses. El hielo era el principal medio de refrigeración hasta comienzos del siglo XX. La gente que no disponía de hielo salaba o ahumaba los alimentos para conservarlos.

1.3.2 Refrigeración mecánica

Como una reseña histórica de la refrigeración mecánica debemos hacer mención de algunos eventos históricos que llevaron como consecuencia el progreso de esta industria:

- En 1834, Jacob Perkins solicitó una de las primeras patentes para uso de una máquina práctica de fabricación de hielo.
- En 1880, Carl Linde inició el progreso rápido de construcción de maquinaria de refrigeración en base a la evaporación del amoníaco.
- En 1880 Michael Faraday descubre las leyes de la inducción magnética que fueron la base en el desarrollo del motor eléctrico.
- En 1930, químicos de Dupont desarrollaron los gases refrigerantes.

Desde entonces se creyó haber encontrado en los refrigerantes Clorofluoro Carbonados la solución en la refrigeración; por su seguridad, no toxicidad, no inflamabilidad, bajo costo y fácil manejo, entre otras ventajas.

No fue sino hasta los años 80 cuando los científicos advirtieron sobre los efectos dañinos de algunos productos químicos sobre la capa de ozono en la Antártida, preocupación que condujo a la investigación y selección de las sustancias potencialmente activas que podrían estarlos generando. Desde entonces, los refrigerantes Clorofluorocarbonados principalmente, aunque no son los únicos, quedaron señalados como los causantes de tales efectos. Actualmente se investiga un sin número de procesos de refrigeración tanto en el campo mecánico como en el eléctrico, magnético y otros, según las aplicaciones y exigencias de temperaturas a procesar.

La refrigeración mecánica se usa actualmente en acondicionamiento de aire para el confort así como congelación, almacenamiento, proceso, transporte y exhibición de productos orgánicos. Ampliando estos conceptos, se puede decir que sin la refrigeración sería imposible lograr el cumplimiento de la mayoría de los proyectos que han hecho posible el avance de la tecnología, la construcción de un túnel, el enfriamiento de máquinas, el desarrollo de los plásticos, tratamiento de metales, congelamiento de pescados en altamar, hasta la investigación nuclear y de partículas, aplicaciones en el campo de la salud y otros.

Por su aplicación podemos clasificar a la refrigeración en los siguientes:

1. Refrigeración doméstica.
2. Refrigeración comercial.
3. Refrigeración industrial.
4. Refrigeración marina y de transporte.
5. Acondicionamiento de aire de “confort”.
6. Aire acondicionado automotriz.
7. Acondicionamiento de aire industrial.
8. Criogenia.

1.3.3 Ciclo de Refrigeración.

Los principios de funcionamiento de la refrigeración por compresión de vapor, en forma simplificada pueden dividirse en cuatro operaciones: evaporación, compresión, condensación y expansión. A continuación se describe cada operación:

a) Evaporación.

En esta etapa del ciclo de refrigeración el refrigerante llega al evaporador en estado parcialmente líquido y a baja presión, al ponerse en contacto con el medio que se desea enfriar, el refrigerante al absorber calor del medio, inicia su ebullición evaporándose a lo largo del evaporador hasta llegar a tener un sobrecalentamiento.

b) Compresión.

Una vez que el refrigerante abandona el evaporador, este se encuentra como vapor sobrecalentado y es dirigido hacia el compresor el cual succiona el refrigerante para comprimirlo y elevar su presión, generalmente los compresores son accionados por medios mecánicos obteniendo su energía de motores eléctricos integrados al compresor.

c) Condensación.

El refrigerante ahora se encuentra con una alta presión y un mayor grado de sobrecalentamiento y es enviado hacia el condensador donde puede entonces volver al estado líquido mediante la emisión de calor hacia el

exterior, generalmente la fuente de enfriamiento es el aire. Sin embargo, existen condensadores que utilizan agua como medio de enfriamiento.

d) Expansión.

El líquido de alta presión que abandona el condensador, se traslada hacia el dispositivo de expansión en donde se baja su presión y parte del líquido se evapora. En esta etapa, tenemos un refrigerante parcialmente líquido frío, listo para comenzar todo el ciclo de nuevo. En la figura 1.1, podemos observar gráficamente el ciclo de refrigeración.

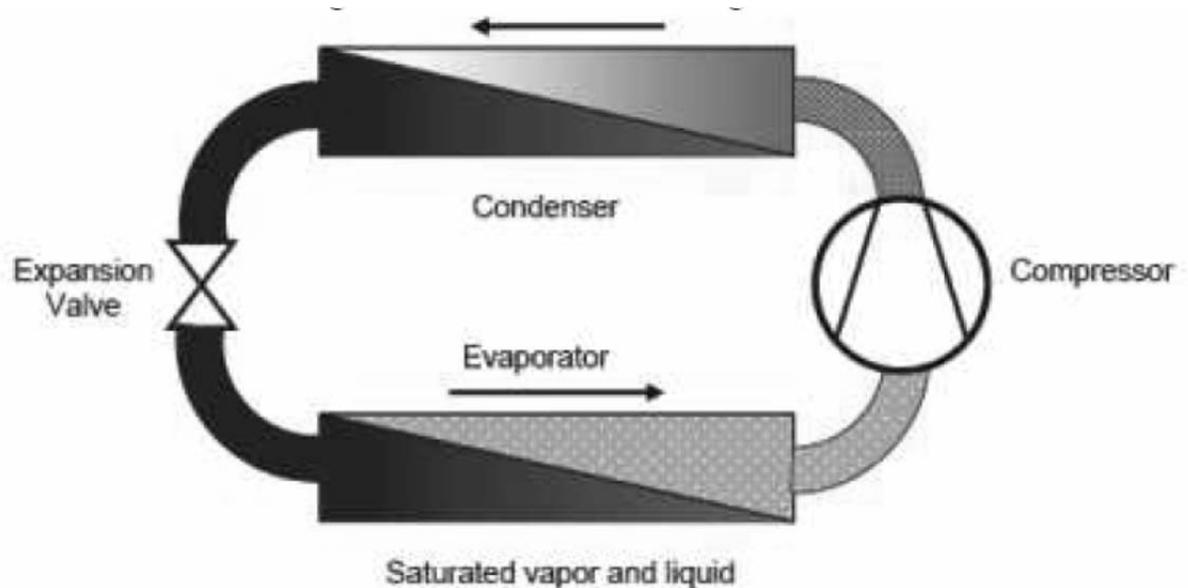


Figura 1.1 Ciclo de refrigeración.

1.4 Gases refrigerantes.

Un refrigerante es un fluido capaz de transportar el calor de un lado a otro en cantidades suficientes para desarrollar una transferencia de calor. Los refrigerantes son los fluidos de trabajo en los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor. Estos productos absorben el calor de un área como el espacio acondicionado de una sala y es expulsado en otra área exterior generalmente por medio del evaporador y del condensador respectivamente.

A lo largo de la historia de la refrigeración, se han utilizado varios tipos de refrigerantes, algunos tóxicos, otros inflamables, algunos más con propiedades ambientales limitadas, etc. Lo que ha llevado a la conclusión de que no existe hasta el momento un refrigerante ideal.

Para poder tener una mejor decisión de qué tipo de refrigerante se debe utilizar en una instalación de refrigeración o aire acondicionado, es importante considerar cuatro factores básicos (Ver figura 1.2):

- Factores Ambientales.
- Factores Económicos.
- Factores de Seguridad.
- Factores de Desempeño.

Cada uno de estos puntos puede influir en forma muy importante, si las instalaciones de refrigeración y aire acondicionado pueden ser viables, para ser operadas a largo tiempo, a continuación se describe cada uno de los factores:

a) Factores Ambientales.

Los Factores como el Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono y el Potencial de Calentamiento Global, pueden influir en forma determinante si una instalación de refrigeración está operando en forma regular y que no va a tener problemas en el futuro para seguir operando.

El caso más drástico en estas fechas es por ejemplo las instalaciones antiguas operando con R-12, un refrigerante que está fuertemente regulado en los países de la región y será muy difícil seguir operando sin hacer cambios de refrigerante apropiado.

Ahora bien, con los ajustes que se han realizado en la regulación de los HCFC's, las instalaciones operando con R-22 pueden ser amenazadas por la limitación de la oferta de este refrigerante en los próximos años.

b) Factores Económicos

El costo de la instalación es el adecuado para la inversión que se está haciendo o representa un fuerte gasto original. El refrigerante puede ser



Figura 1.2. Factores a considerar para la elección de un refrigerante.

manejado en forma adecuada sin hacer grandes inversiones en el manejo, almacenamiento y disposición o representa un gran gasto en la operación de los sistemas.

c) Factores de seguridad

Un aspecto importante a considerar con respecto a los gases a utilizar es identificar si son seguros en su manejo, tóxicos o inflamables. Si tiene alguna de estas propiedades sería importante revisar todos los manuales de seguridad para el manejo seguro del refrigerante debido que algunos refrigerantes no son permitidos en varias aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado. Como ejemplo, se puede citar el Amoniaco, que es un buen refrigerante; sin embargo, no debe ser instalado en equipos domésticos y comerciales.

d) Factores de desempeño

El refrigerante utilizado cumple con su labor o técnicamente es incapaz de poder desempeñar el trabajo en donde fue instalado. Su coeficiente de desempeño es apropiado para la aplicación en donde está instalado o está fuera de lugar según sus propiedades termodinámicas.

Como se comentó anteriormente, el análisis de estos factores es muy importante cuando se tenga que enfrentar a la decisión de instalar nuevas máquinas o hacer las mejores recomendaciones a los propietarios de sistemas para los siguientes años en donde la regulación de muchas sustancias puede hacer que los equipos dejen de operar aun cuando no hayan llegado a su vida útil.

1.4.1 Clasificación de refrigerantes por sus componentes químicos.

En la industria de la refrigeración y aire acondicionado se han utilizado múltiples sustancias químicas con diferentes características, desde los que no son inflamables ni tóxicos hasta los que presentan índices de inflamabilidad y toxicidad que provocan un mayor cuidado en el uso de los equipos y la prevención de fugas, a continuación nombraremos los más utilizados en los sectores de residencial y comercial. A continuación los refrigerantes más utilizados:

a) Clorofluorocarbonos (CFCs).

Compuestos altamente estables debido a su composición química basada principalmente en moléculas de cloro, flúor y carbono. Fueron introducidos al mercado en los años 30 del siglo pasado y tuvieron gran utilización en sectores de refrigeración, aire acondicionado, como solventes en la industria electrónica y metalmecánica, como agentes de espumado para la elaboración del poliuretano y poliestireno, también como esterilizantes médicos.

b) Hidroclorofluorocarbonos (HCFC's).

Compuestos estables de composición química similar a los CFC's pero con menos contenido de Cloro en su molécula que provoca menores

potenciales de agotamiento a la capa de Ozono. Estos productos han sido utilizados en la refrigeración, aire acondicionado, como espumantes en la fabricación de poliuretano y como propelentes en la industria del aerosol.

c) Hidrofluorocarbonos (HFC's).

Compuestos químicos libres de Cloro que tienen cero potencial de agotamiento a la capa de Ozono pero continúan teniendo altos índices de potencial de calentamiento global, estas sustancias han sido elegidas para substituir a las SAO's en las diferentes aplicaciones, sin embargo su futuro es incierto a largo plazo debido a la importancia que ha cobrado el problema de cambio climático en el mundo.

Estas sustancias pueden ser utilizadas en todas las aplicaciones de los CFC's y HCFC's por lo que a corto plazo han sido una solución de sustitución de los SAO's.

d) Hidrocarburos (HC's).

Sustancias con buena capacidad de refrigeración y termodinámicamente aceptables para ser utilizadas en refrigeración, aire acondicionado y como espumante de poliuretano y poliestireno así como propelente en la industria del aerosol.

Tienen propiedades ambientales muy aceptables debido a que no dañan la capa de Ozono y tienen un bajo potencial de cambio climático, sin embargo su alta inflamabilidad los limita a ciertas aplicaciones por los altos costos de instalación y mantenimiento que son necesarios para aumentar la seguridad de los usuarios.

e) Compuestos inorgánicos (R-717, R-744).

El Amoniaco (R-717) es un excelente refrigerante que ha sido utilizado desde los principios de la refrigeración. Tiene una alta capacidad de refrigeración y su aceptación es muy amplia entre los usuarios. Su limitante es su alto nivel de toxicidad que ha provocado que este refrigerante solo sea utilizado en la refrigeración industrial de grandes cargas y lejos de los usuarios finales para evitar el contacto de este refrigerante con las personas.

También es posible utilizarlo como refrigerante secundario en sistemas donde el diseño de los mismos permitan su instalación. El Bióxido de Carbono (R-744) un refrigerante que ha sido probado en varias aplicaciones debido a sus excelentes propiedades ambientales.

La limitante de este refrigerante es su alta presión de operación que no permite hacer diseños en todas las aplicaciones, actualmente es instalado en heladeras domésticas y comerciales con compresores fraccionarios y también es utilizado en sistemas como refrigerante secundario.

f) Hidrofluorolefinas (HFO).

Debido a la creciente preocupación sobre el alto potencial de calentamiento global de los HCFC y de los HFC, actualmente la industria química está desarrollando una nueva generación de productos Fluorocarbonados con bajo PCG, conocidos como Hidrofluorolefinas. Las HFO no agotan la capa de ozono y tienen un bajo potencial de calentamiento global, donde la mayor parte del compuesto mezclado (al menos el 60 por ciento) será R-32. Estos compuestos mezclados se comercializan como HFO, con su cualificación de bajo potencial de calentamiento global. Sin embargo, sobre su disolución atmosférica estas mezclas volverán a sus componentes originales, en consecuencia contribuirán al calentamiento global.

1.4.2 Nomenclatura de los refrigerantes.

Existen diferentes tipos de refrigerantes que son utilizados en la industria de la refrigeración y aire acondicionado actualmente, en seguida se hace una clasificación de los más comunes según la norma 34 del ASHRAE, con la finalidad de no manejar nombres químicos para las sustancias.

a) Refrigerantes Puros.

Los refrigerantes Puros son aquellos que solo tienen un componente químico y su comportamiento está basado en sus propiedades termodinámicas propias de la sustancia como ejemplos se pueden citar el refrigerante 12(R-12), el refrigerante 11 (R-11), el propano (R-290), etc.

b) Refrigerantes Azeotrópicos.

Los refrigerantes Azeotrópicos son mezclas de refrigerantes, principalmente de dos componentes los cuales se comportan como un compuesto puro debido que no tienen variación de temperatura y presión en los cambios de fase si se encuentran en su punto de Azeotropía. Para casos prácticos su comportamiento es muy similar a un compuesto puro. Como ejemplo se puede citar a los refrigerantes R-502, R-507, R-508B, etc.

c) Refrigerantes Zeotrópicos.

Los refrigerantes Zeotrópicos son mezclas de refrigerantes que si tienen variaciones de temperatura cuando existe un cambio de fase (condensación o evaporación) esto se debe principalmente a que los componentes que conforman la mezcla tienen diferentes puntos de ebullición. A esta variación de temperatura se le llama deslizamiento de temperatura o "Glide" que debe ser considerado cuando se instalen este tipo de refrigerantes en los sistemas. Por ejemplo una mezcla Zeotrópica es el refrigerante R-404, compuesto de gases tales como el HFC-125, HFC-143a, HFC-134^a, con esos tres componentes, para reemplazar la operatividad del R-502 y el R-22 entre algunas aplicaciones.

Esta clasificación también se le llama series de refrigerantes donde los componentes puros son de la serie del Metano y Etano (decenas y centenas), Series 400 Refrigerantes Zeótropos y Series 500 Refrigerantes Azeótropos.

La metodología para encontrar los números de refrigerantes puros es la siguiente:

- El dígito de la extrema derecha se refiere a la cantidad de moléculas de flúor que tiene el compuesto.
- El dígito siguiente a la izquierda se refiere a la cantidad de moléculas de hidrógeno que tiene el compuesto más uno.
- El dígito de siguiente a la izquierda se refiere a la cantidad de moléculas de carbono que tiene el compuesto menos uno (cuando este dígito es cero no se escribe).

- El dígito a la extrema izquierda se refiere a los dobles enlaces que tienen las moléculas de carbono. El ejemplo típico es el refrigerante 12 que químicamente se llama Diclorodifluorometano y la fórmula es $\text{Cl}_2\text{F}_2\text{C}$ (dos cloros, dos flúor y un carbono).

También es importante comentar que los refrigerantes hidrocarburos obtienen sus números partiendo de esta regla. Por ejemplo el propano no tiene moléculas de Flúor, tiene 8 Hidrógenos y tres Carbonos si seguimos la regla antes mencionada nos indica que el propano su número es el R-290, para el Butano el número es R-600.

Asimismo se menciona que para los refrigerantes inorgánicos se le ha asignado la serie 700 solo agregando su peso molecular. Por ejemplo el CO_2 tiene como número de refrigerante R-744 (Peso Molecular del $\text{CO}_2 = 44$), el Amoníaco R-717.

1.4.3 Seguridad en el manejo de refrigerantes.

Es importante conocer de qué forma se utilizan los gases refrigerantes, para evitar tener riesgos cuando se trabaje con estos productos, a continuación se detallan algunas recomendaciones y se describen algunas de las precauciones que se deben seguir, para evitar incidentes o accidentes laborales.

- Los gases refrigerantes generalmente son más pesados que el aire, y por consecuencia, cuando se fugan de los sistemas se dirigen hacia las partes bajas del espacio donde se encuentran los sistemas. Es fundamental trabajar en áreas ventiladas que eviten altas concentraciones de refrigerantes.
- Siempre se debe leer la hoja de seguridad del refrigerante a utilizar, aun cuando aparentemente todos los refrigerantes son similares, algunos tienen diferencias significativas.
- Los refrigerantes causan quemaduras por congelación, para evitar estas quemaduras es importante el uso de guantes, gafas, y en la medida de lo posible el uso de mangas largas para evitar contacto con la piel.

- Los cilindros desechables son diseñados para almacenar producto virgen que será vendido a los usuarios finales, no se debe utilizar para recuperar refrigerantes, ni se debe reutilizar para otros servicios.
- Los refrigerantes se descomponen a temperaturas de flama por lo que no se deben utilizar sopletes cuando existan fases de vapor de refrigerante en los sistemas, esto provoca la generación de ácidos peligrosos para la salud humana.
- Nunca utilizar aire comprimido en presencia de refrigerantes para verificar fugas en sistemas, porque la mezcla de aire con refrigerante a alta presión, puede provocar un ambiente explosivo dentro del sistema. Si se requiere verificar fugas se debe utilizar Nitrógeno seco para este fin.

La norma 34 de ASHRAE, clasifica también a los refrigerantes por su toxicidad e inflamabilidad, de acuerdo a las concentraciones que se presentan cuando un refrigerante es emitido a la atmosfera y entra en contacto con las personas. Estas concentraciones de refrigerantes en el medio ambiente, deben tener ciertos límites de seguridad que permitan que un trabajador se encuentre seguro en su lugar de trabajo. Estos índices son el TLV y el PEL.

El TLV (Threshold Limit Value) es la concentración máxima permisible, en la que un trabajador puede estar expuesto a la sustancia durante un periodo diario de ocho horas por cinco días a la semana, durante 40 años, sin tener ningún efecto negativo a su salud.

El PEL es el valor indicador de exposición permitido para el ser humano, para entender en que consisten las propiedades antes mencionadas, a continuación describimos estas propiedades:

a) Toxicidad.

En general, hay límites para la cantidad de refrigerante que una persona puede tolerar en un breve lapso de tiempo (efectos agudos) y en un período prolongado (efectos crónicos de largo plazo). Con base a resultados del programa de alternativas para la toxicidad del fluorocarbono (PAFT), los fabricantes han recomendado concentraciones que el ser humano puede tolerar durante determinado tiempo, sin efectos perjudiciales, denominados

límites permitidos de exposición "Authorized Exposure Levels" (AEL). Estos valores se establecen en partes por millón [ppm], indicando la cantidad máxima de refrigerante que puede tolerarse sin peligro. Otros indicadores de la toxicidad incluyen los valores límites de umbral "Threshold Limit Values" (TLV) y los valores de exposición permitidos "Permitted Exposure Levels" (PEL). Los fabricantes de refrigerantes indican los AEL, TLV y el PEL del refrigerante en la hoja de datos de seguridad del material (MSDS).

b) Inflamabilidad.

También se mide en el laboratorio la inflamabilidad, o sea, la capacidad de un producto químico de mantener la combustión, lo cual depende del grado de concentración de refrigerante en aire y de la cantidad de energía liberada por la combustión. Los refrigerantes se clasifican en general como: No inflamables, de baja inflamabilidad o de alta inflamabilidad.

1.4.4 La norma 34 de ASHRAE

En concreto la Norma 34 de ASHRAE clasifica la toxicidad en dos grupos:

Clase A: Refrigerantes con baja toxicidad, con un TLV ponderado en función del tiempo superior a 400 ppm. Es decir, que son de preocupar únicamente las concentraciones superiores a 400 ppm durante períodos prolongados.

Clase B: Refrigerantes con toxicidad elevada, con un TLV ponderado en función del tiempo inferior a 400 ppm.

La Norma 34 de ASHRAE, clasifica cada refrigerante en uno de los tres grupos de inflamabilidad.

Hay definiciones científicas rigurosas para estos grupos, pero en general pueden categorizarse como sigue:

- a) Grupo 1: Ninguna inflamabilidad.
- b) Grupo 2: Baja inflamabilidad.
- c) Grupo 3: Alta inflamabilidad.

La Norma 15 de ASHRAE, sobre el código de seguridad para la refrigeración mecánica, trata el tema relativo al modo en que se pueden emplear los refrigerantes que han sido clasificados en la Norma 34 de ASHRAE.

La Norma 15, refleja ya la introducción de refrigerantes de sustitución. Entre otras cosas, esta Norma trata de los requisitos relativos a la instalación.

Señala la necesidad de sensores de oxígeno, detectores de vapores y, en determinadas situaciones, de aparatos para respiración autónomos. Además de la toxicidad y la inflamabilidad, debe recordarse que todos los refrigerantes a base de fluorocarbono son más pesados que el aire y si se liberan en un espacio cerrado pueden causar asfixia.

En la figura 1.3, se muestra gráficamente las diferentes clasificaciones de los refrigerantes según la norma 34 del ASHRAE. Con el objeto de ser más claro se hacen las siguientes aclaraciones con respecto a lo que indica la norma:

La clasificación A1, establece que un refrigerante es no inflamable ni tóxico por encima de concentraciones de 400 partes por millón, generalmente los refrigerantes R-22, R-134a, R-404A son clasificados como A1, debido a que no son inflamables.

Por ejemplo, el refrigerante R-123 es clasificado como un B1, es un refrigerante no inflamable pero debe mantenerse en concentraciones menores de 50 ppm para mantener las condiciones laborales en condiciones de trabajo seguro.

Así todos los refrigerantes son evaluados por sus características de toxicidad e inflamabilidad y en las hojas de seguridad de los mismos se puede observar cómo está clasificado el refrigerante que se desee utilizar.

1.5 La Capa de Ozono y El Calentamiento Global.

La Tierra como planeta, está rodeada de varias zonas con diferentes composiciones químicas que constituyen la atmósfera terrestre y se encuentran localizadas a diferentes alturas (ver figura 1.4), cada una de ellas tiene una función específica y de alguna manera influyen para que exista la vida en el

planeta, en una de estas zonas que rodean La Tierra se encuentra la capa de Ozono, que tiene una importancia fundamental en el desarrollo de la tierra.

Esta capa protectora de la atmósfera ha permitido preservar la vida sobre La Tierra. Dicha capa, compuesta de Ozono, actúa como un escudo para proteger a La Tierra de la radiación ultravioleta perjudicial proveniente del Sol. Si desapareciera, la radiación ultravioleta del Sol esterilizaría la superficie del globo, aniquilando la mayor parte de la vida terrestre.

El Ozono es una forma de Oxígeno con tres átomos en vez de los dos habituales. El átomo adicional transforma el gas que respiramos en veneno; apenas un poco más de una mínima fracción del mismo es suficiente para causar la muerte en caso de inhalación.

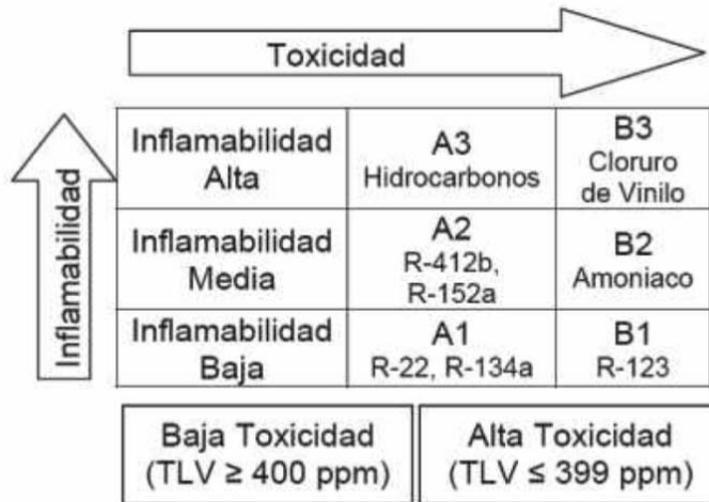
A través de los procesos naturales de la atmósfera, las moléculas de Ozono se crean y se destruyen sin cesar. La radiación ultravioleta del Sol descompone las moléculas de Oxígeno en átomos que seguidamente se combinan con otras moléculas de Oxígeno para formar el Ozono.

El Ozono no es un gas estable y es particularmente vulnerable a la destrucción por los compuestos naturales que contengan Hidrógeno, Nitrógeno y Cloro. Cerca de la superficie de La Tierra (La Troposfera), el Ozono es un contaminante cada vez más nocivo.

En La Estratosfera el Ozono es inocuo, de 11 a 48 Km. por encima de la superficie terrestre, el gas azul y de fuerte olor es tan importante para la vida, protege la vida del planeta de la radiación ultravioleta del Sol; esta radiación tiene una longitud de onda menor que la de la luz visible, pero mayor que los rayos X, en la atmósfera existen tres tipos de radiación A, B y C.

a) La radiación ultravioleta A.

La más cercana al color violeta de la luz visible, pasa en su totalidad a través de la atmósfera y llega a la superficie; es relativamente inofensiva, la emplean las plantas para realizar la fotosíntesis, en exposiciones prolongadas puede ser dañina.



- ⊗ Clase A: TLV/TWA 400 ppm o mayor
- ⊗ Clase B: TLV/TWA 399 ppm o menor

La inflamabilidad también se clasifica:

- ⊗ Clase 1: no propaga la flama
- ⊗ Clase 2: baja propagación de flama
- ⊗ Clase 3: alta propagación de flama

Figura 1.3 Seguridad en los refrigerantes según estándar 34 ASRHAE.

b) La radiación ultravioleta B.

Tiene una longitud de onda intermedia entre las dos anteriores, aunque es menos letal que la C, es también peligrosa aún en cantidades pequeñas, pues produce cáncer de piel, cataratas y otros daños en la vista, afecta el sistema inmunológico, y todas las formas de vida: microbios, algas, hongos, plantas, invertebrados y vertebrados; normalmente es totalmente absorbida por la capa de Ozono.

La exposición a una mayor radiación B, puede suprimir la acción del sistema inmunitario del organismo. Una radiación B también puede causar una disminución del rendimiento de las cosechas y dañar los bosques.

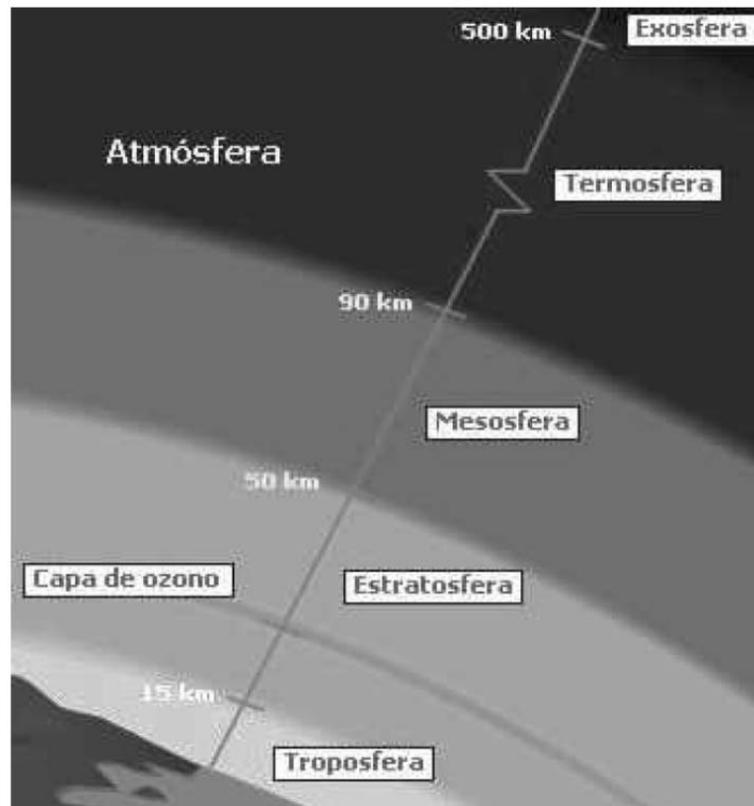


Figura 1.4 Capas de la atmósfera terrestre.

Los materiales utilizados en las construcciones, pinturas, embalajes y otras innumerables sustancias, pueden degradarse rápidamente por un acrecentamiento de la radiación B.

c) La radiación ultravioleta C.

Es la de menor longitud de onda y más cercana a los rayos X, letal para la vida como la conocemos, es totalmente absorbida por encima de la estratosfera, en la ionosfera.

En 1974, los científicos Sherwood Rowland, Paul Crutzen y Mario Molina derivado de sus investigaciones, advirtieron del daño que estaba sufriendo la capa de Ozono. Esta teoría permitió detectar el peligro causado por la emisión de Clorofluorocarbonos y Halones a la atmósfera. Los CFC's han sido utilizados durante años como refrigerantes, disolventes o agentes de espumado principalmente y los Halones como agentes de extinción de fuego.

La estructura estable de estos productos químicos, tan útiles en tierra, les permite atacar la capa de Ozono. Sin sufrir modificaciones, derivan hacia la Estratosfera, donde la intensa radiación C destruye los enlaces químicos, liberando el Cloro que separa un átomo de la molécula de Ozono, transformándolo en Oxígeno ordinario. Los gases más peligrosos de estos productos, tienen una larga vida. El CFC-11 dura un promedio de 50 años, el CFC- 12 un promedio de 102 años y el CFC-13 un promedio de 85 años, Por lo tanto, las emanaciones de estas sustancias químicas influirán en el proceso de agotamiento del Ozono durante muchísimos años.

De no haber dado estos científicos la señal de alerta, el ecosistema terrestre hubiera sufrido un daño irreparable ya que estas sustancias permanecen en la atmósfera alta (Estratosfera) durante décadas enteras.

1.5.1 Agotamiento de la capa de Ozono

La radiación ultravioleta del Sol separa las moléculas de Oxígeno en átomos que seguidamente se combina con otras moléculas de Oxígeno para formar el Ozono. El Cloro liberado de las moléculas que lo contienen por la radiación, puede despojar a la molécula de Ozono de un átomo, dando lugar al ClO (monóxido de cloro) y al Oxígeno normal. Por reacción con un átomo de Oxígeno, el Cloro puede liberarse nuevamente, volviendo a producir una molécula de Oxígeno normal. De esta manera, el Cloro actúa como catalizador, logrando esta destrucción sin que el mismo sufra ninguna modificación permanente, con lo cual el procesos continua repitiéndose. Así pues, cada molécula de CFC destruye miles y miles de moléculas de Ozono, alterando fuertemente el equilibrio natural. Se ha comprobado también que en los CFC's, el Cloro constituyen la causa principal del fenómeno más dramático que se ha constatado en lo que atañe al agotamiento de la capa de Ozono. Cada primavera, en el hemisferio sur, aparece un agujero en la capa de Ozono sobre la Antártida, tan grande como la superficie de los Estados Unidos. El agujero no es en realidad un agujero, sino una región que contiene una concentración inhabitualmente baja de Ozono. En años recientes se han producido agujeros

de la capa donde el Ozono donde se calcula que se ha agotado en más del 60% con respecto a las observaciones anteriores. El agotamiento se produce especialmente en alturas situadas entre 15 y 30 km sobre la superficie de la tierra, que son las que normalmente contienen la mayor cantidad de Ozono. Cabe destacar que las condiciones meteorológicas únicas de la zona, crean una masa de aire aislada, sumamente fría, alrededor del Polo Sur que provoca nubes Estratosféricas, estas nubes contribuyen al deterioro de la capa principalmente en el Otoño-Invierno y que en el 2004 alcanzó una área de 24.2 millones de metros cuadrados. Las reducciones de la capa de Ozono observadas en el hemisferio Norte no son menos angustiantes. En los últimos años, se ha observado un aumento en la concentración de radiación ultravioleta, la diferencia alarmante es que en esta parte de la tierra puede afectar a más de 700 millones de habitantes incluyendo adicionalmente a la flora y la fauna de la región.

En la figura 1.5, se representa de forma esquemática el proceso de degradación del Ozono por los átomos de Cloro, fruto de la descomposición debido a la radiación de las moléculas de los Clorofluorocarbonos.

La temperatura de La Tierra, se mantiene debido a un equilibrio entre el calor de la radiación solar que fluye desde el espacio y el enfriamiento debido a la radiación infrarroja emitida por la superficie caliente de La Tierra y la atmósfera que se escapa volviendo al espacio. El Sol es la única fuente externa de calor de La Tierra. Cuando la radiación solar en forma de luz visible llega a La Tierra, una parte es absorbida por la atmósfera y reflejada desde las nubes y el suelo, el resto es absorbido por la superficie que se calienta y a su vez recalienta la atmósfera. La superficie caliente y la atmósfera de La Tierra emiten radiaciones infrarrojas invisibles (ver figura 1.6).

Si bien la atmósfera es relativamente transparente a la radiación solar, la radiación infrarroja se absorbe en la atmósfera por muchos gases menos abundantes.

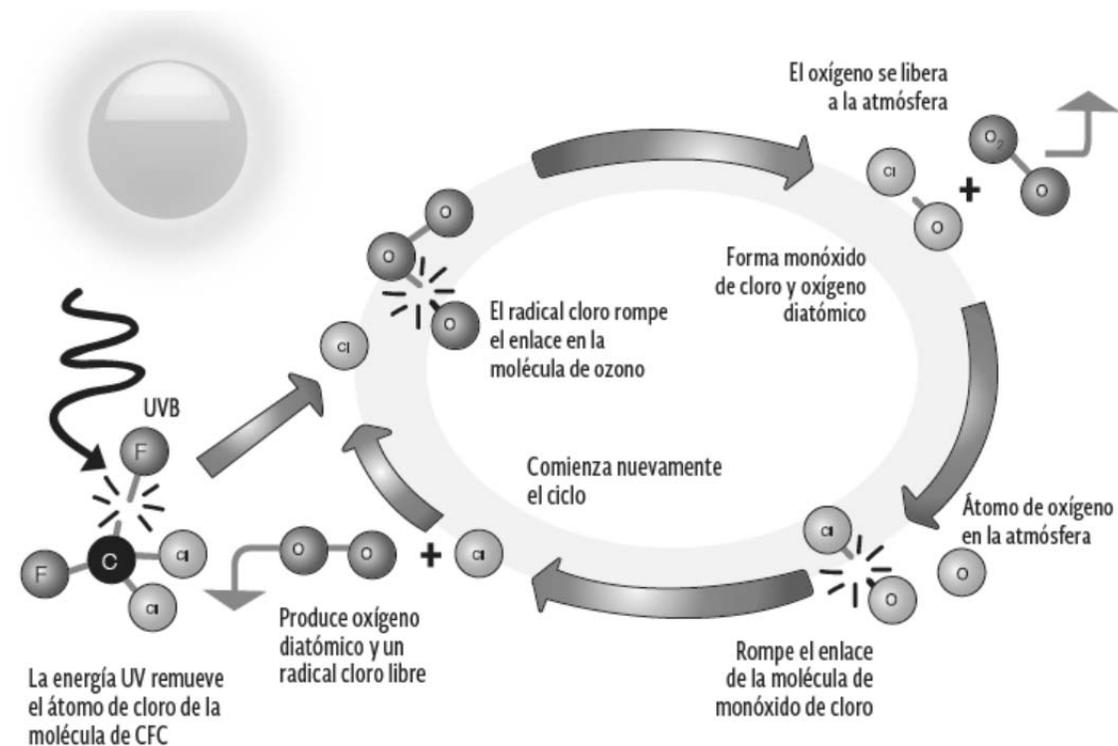


Figura 1.5 Proceso de degradación del Ozono.

Aunque presentes en pequeñas cantidades, estas trazas de gases actúan como un manto que impide que buena parte de la radiación infrarroja se escape directamente hacia el espacio. Al frenar la liberación de la radiación que provoca el enfriamiento, estos gases calientan la superficie terrestre.

En un invernadero, el vidrio permite entrar la luz solar pero impide que una parte de la radiación infrarroja se escape. Los gases en la atmósfera terrestre que ejercen un efecto similar se llaman gases de invernadero, No se trata ni de Nitrógeno ni de Oxígeno, los principales componentes de la atmósfera, lo constituyen el vapor de agua, el Dióxido de carbono y el Ozono. El vapor de agua es el más importante gas natural de invernadero en la atmósfera.

De los gases de invernadero artificiales, los más importantes son el Dióxido de Carbono (CO₂), el Metano (CH₄), el Óxido Nitroso (N₂O) y los halocarbonos de los cuales los clorofluorocarbonos son las más importantes.

El Ozono (O₃), principalmente en la parte inferior de la atmósfera, cuya concentración se ve afectada por las actividades humanas, es también un importante gas de invernadero. Aparte de los CFC's, estos gases existen de modo natural. El vapor de agua tiene un papel preponderante en la cuestión del efecto de invernadero, debido a que su concentración está vinculada a la de los demás gases a través de un mecanismo de retorno.

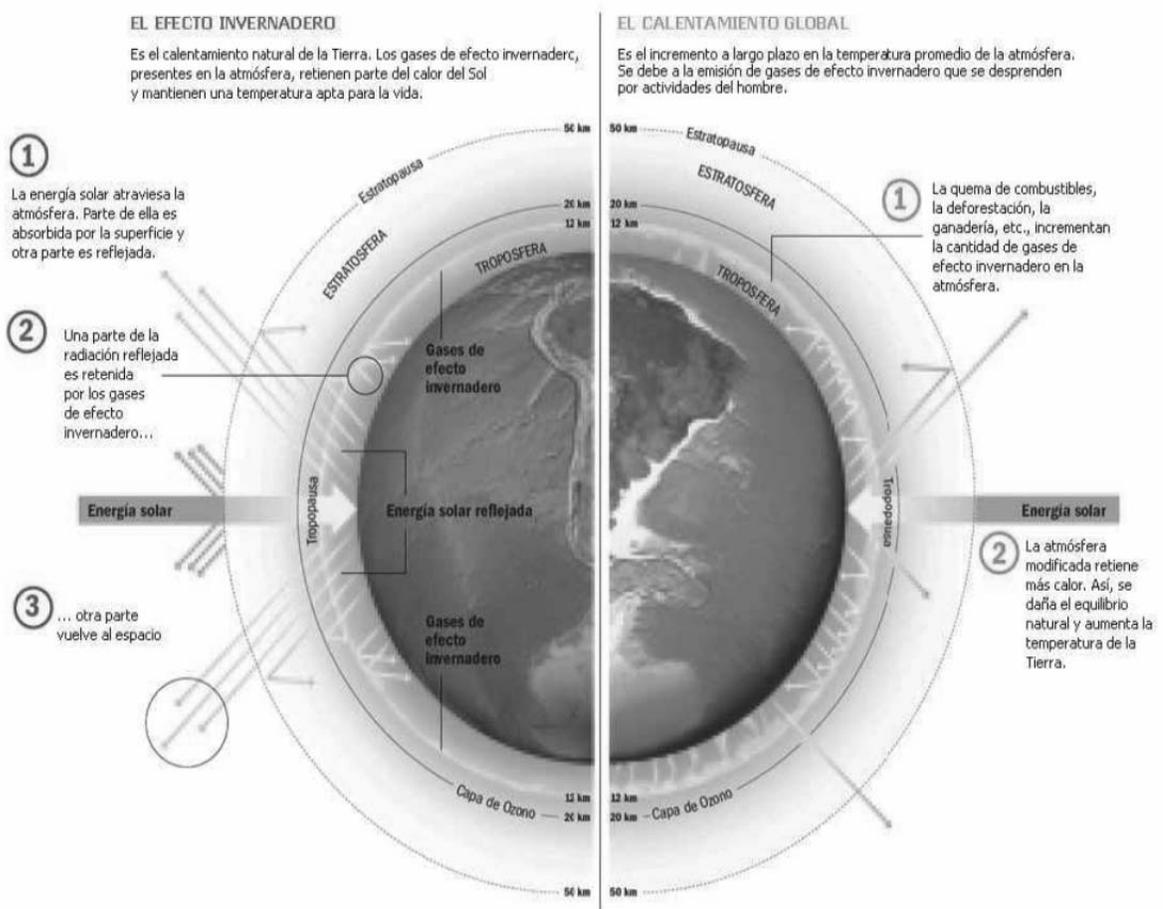


Figura 1.6 Calentamiento Global de la Tierra.

El recalentamiento, producido por los demás gases de invernadero, aumenta la evaporación y hace que la atmósfera puede retener más vapor de agua, aumentando a su vez el recalentamiento.

Los diferentes gases absorben y atrapan cantidades variables de radiación infrarroja. También persisten en la atmósfera por periodos diferentes e influyen en la química atmosférica (especialmente del Ozono) de diferentes maneras. Por ejemplo, una molécula de CFC-12 tiene más o menos el mismo efecto sobre la radiación de 10,600 moléculas de CO₂. El efecto de una molécula de Metano es igual aproximadamente al de 21 veces del efecto del CO₂, pero la vida útil de la misma es mucho más corta.

El Potencial de Calentamiento Global en la atmósfera (PCG) es un índice que compara el efecto del recalentamiento en un lapso de tiempo para diferentes gases, con respecto a emisiones iguales de CO₂ (por peso).

1.5.2 Contribución directa de los CFC's.

Dado que la vida útil de los gases es diferente de la del CO₂, se podrían calcular diferentes PCG, lo cual depende de la extensión de tiempo considerada. La vida útil del CO₂ es del orden de los 200 años en la atmosfera; si se compara con el CO₂, sobre un plazo corto, un gas cuya vida útil es muy corta, se da relieve al potencial de recalentamiento de este gas y se subestima el potencial de recalentamiento del CO₂. Tomando una extensión de tiempo de 500 años se pone el relieve del efecto del CO₂ y se subestima la influencia del gas de vida útil corta en el periodo de los primeros 20 a 50 años.

Normalmente se adopta una extensión de tiempo de 100 años. Reemplazar el CFC-12 por el HFC-134a implicará una reducción por un factor de 6 en el calentamiento mundial de la atmosfera si hay emisión del refrigerante.

Utilizando el PCG de los gases junto con sus concentraciones previstas en el futuro da por resultado escenarios de cambios climáticos en el próximo siglo, un aspecto que recibe más y más atención de los científicos, y responsables de tomar decisiones en todo el mundo.

La contribución directa ya se está reduciendo gracias a la limitación de las emisiones, tanto por los métodos más estrictos para evitar fugas en los sistemas de refrigeración, como por la recuperación de los CFC.

En las tablas 1.1 y 1.2 se encuentran los Potenciales de Agotamiento a la Capa de Ozono y Potenciales de Calentamiento Global de diferentes sustancias utilizadas en refrigeración y aire acondicionado.

1.6 Convenios internacionales

En respuesta a los problemas que representaba la radiación solar y el calentamiento global debido a los daños señalados por los científicos fruto de los gases refrigerantes, se estableció un calendario para establecer convenios con respecto al control de estas sustancias, dentro de los cuales podemos mencionar:

- a) Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, Gaceta Oficial N° 34.818 del 19 de julio de 1988.
- b) Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono, Gaceta Oficial N° 34.134 del 11 de enero de 1989.
- c) Enmienda de Londres al Protocolo de Montreal, Gaceta Oficial N° 4.580 Extraordinario, del 21 de mayo de 1993. Enmienda de Copenhague al Protocolo de Montreal, Gaceta Oficial N° 5.180 Extraordinario, del 4 de noviembre de 1997.
- d) Enmienda de Montreal al Protocolo de Montreal, Gaceta Oficial N° 37.217, del 12 de junio de 2001.
- e) Enmienda de Beijing.
- f) Convenio de Cambios Climáticos Globales, Gaceta Oficial N° 4.825 Extraordinario del 27 de diciembre de 1994.
- g) Protocolo de Kyoto, Gaceta Oficial N° 38.081 de fecha 7 de Diciembre de 2004.
- h) El Convenio de Viena, acordado en 1985 para la protección de la capa de Ozono, establece el compromiso de realizar las investigaciones científicas con el objetivo de mejorar el conocimiento de los procesos atmosféricos, y desarrollar posteriores protocolos para controlar las sustancias agotadoras de la capa de Ozono. Actualmente 190 países han ratificado el Convenio de Viena.

El "Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de Ozono" fue acordado en Septiembre de 1987. El Protocolo identificó las principales sustancias que agotan el Ozono (CFC11, CFC12, CFC113, CFC114, CFC 115 y tres Halones) y estableció los primeros límites para reducir la producción y el consumo de dichas sustancias. Uno de los aspectos resaltantes de este acuerdo es que establece una moratoria para los países en desarrollo, en relación con el cumplimiento del calendario de reducción de las sustancias y la obligación de todos los países de informar anualmente las cantidades producidas, importadas y exportadas de cada sustancia, para verificar progresivamente el cumplimiento de las medidas. Actualmente ha sido ratificado por 189 países.

El avance científico y tecnológico condujo a las partes a realizar la primera Enmienda del Protocolo de Montreal en 1990. Esta es la Enmienda de Londres, en la cual se modifica el calendario de reducción y se acuerda que el consumo y la producción de las ocho sustancias deben ser eliminados entre 1994 y 1996, pero se continua la moratoria de 10 años para los países en desarrollo y se crea el Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal en los países en desarrollo, de manera que puedan ir adoptando las nuevas tecnologías y eliminando el consumo de las sustancias a medida que estén disponibles en el mercado.

En 1992, se acuerda la Enmienda de Copenhague, que extiende la lista de las sustancias controladas y perfecciona el calendario de eliminación tanto para países desarrollados, como para países en desarrollo. Este calendario con algunos ajustes está vigente aún.

En 1997, con motivo de los 10 años del Protocolo de Montreal se acuerda la Enmienda de Montreal, que establece la obligación de contar con un sistema de licencias o similar, que permita controlar las exportaciones e importaciones de las sustancias, con el propósito de combatir el tráfico ilícito de las mismas.

En 1999, se acuerda la Enmienda de Beijing, que perfecciona el calendario de eliminación de los HCFC y del Bromuro de Metilo.

En la tabla 1.3, aparece un resumen de las sustancias sujetas al Protocolo de Montreal y el calendario de eliminación de los CFC en los países en desarrollo pasa por reducciones sucesivas de 50% en el 2005, 85% en el 2007 hasta llegar a la meta de consumo 0% en los años señalados.

Si este calendario se cumple, las investigaciones científicas y los modelos matemáticos indican que la capa de Ozono habrá recuperado los niveles de 1980 en el 2040, pero si al contrario los países hacen caso omiso de los compromisos adquiridos, la capa de Ozono puede tardar más de un siglo en recuperarse y el

calentamiento global por efecto de estas sustancias se habrá magnificado, produciendo cambios inimaginables de consecuencias devastadoras en todos los continentes.

El 11 de Diciembre de 1992 se acordó el Convenio para combatir el cambio climático global y luego en 1997 se acuerda el Protocolo de Kyoto, que fija un calendario para reducir progresivamente las emisiones de gases de efecto invernadero, estableciendo obligaciones diferentes para países desarrollados y en desarrollo.

Es importante señalar que en el Protocolo de Kyoto figuran no solo los CFC y HCFC sino también los sustitutos HFC, de ahí la importancia de incluir el manejo de estas sustancias en el curso de capacitación de las buenas prácticas para combatir la destrucción de la capa de ozono y el calentamiento global.

1.7 Buenas prácticas en la refrigeración y el aire acondicionado.

Las personas que realizan actividades relacionadas con gases refrigerantes debe prestar atención a una cantidad de detalles y tener presente que los sistemas de refrigeración son instalaciones complejas, donde es necesario poseer conocimientos de química, física, electricidad, mecánica, conservación del medio ambiente, medidas de seguridad personal y control de riesgos, para entender realmente lo que allí sucede y las consecuencias de trabajar en refrigeración.

Refrigerante No. ASHRAE	Marca	Potencial de Agotamiento de Ozono*	Potencial de Agotamiento Global. Horizonte a 100 años **	Años de Vida en la atmósfera***
CFCs				
R-11		1.000	4600	45.0
R-12		0.820	10600	100.0
R-13		1.000	14000	640.0
R-113		0.900	6000	85.0
R-114		0.850	9800	300.0
R-115		0.400	7200	1700.0
HCFCs				
R-22		0.034	1700	11.9
R-123		0.012	120	1.4
R-124		0.026	620	6.1
R-141b		0.086	700	9.3
R-142b		0.043	2400	19.0
HFCs				
R-23		0	12000	260.0
R-32		0	550	5.0
R-125		0	3400	29.0
R-134a		0	1300	13.8
R-143a		0	1300	52.0
R-152a		0	120	1.4
ZEOTROPOS				
R-401A	MP39	0.027	1100	
R-401B	MP66	0.028	1200	
R-402A	HP81	0.013	2700	
R-402B	HP80	0.020	2300	
R-403A	RP69S	0.026	3000	
R-403B	RP69L	0.019	4300	

Tabla 1.1 Potencial de Agotamiento de Capa de Ozono y Calentamiento Global

Refrigerante No. ASHRAE	Marca	Potencial de Agotamiento de Ozono*	Potencial de Agotamiento Global. Horizonte a 100 años **	Años de Vida en la atmósfera***
ZEOTROPOS				
R-404A		0	3800	
R-407A		0	2000	
R-407B		0	2700	
R-407C		0	1700	
R-408A	FX	0.016	1500	
R-409A		0.039	3000	
R-409B		0.033	1500	
R-410A	AZ20	0	1500	
R-413A	RP49	0	2000	
R-414B		0.031	1900	
AZEÓTROPOS				
R-500		0.605	7900	
R-502		0.221	4500	
R-503		0.599	13000	
R-507A		0	3900	
R-508A		0	12000	
R-508B		0	12000	

(*) Potencial de Agotamiento a la Capa de Ozono (PAO) Capacidad de una sustancia de destruir la capa de ozono estratosférico sobre la base de su vida en la atmósfera, su nivel de reactividad y la cantidad de elementos que pueden atacar el ozono como el cloro y el bromo. Esta capacidad esta referenciada a la capacidad del CFC-11 con un PAO=1.

(**) Potencial de Calentamiento Global (PCG) Medida del efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce una liberación instantánea hoy de 1 kg de un gas efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO2 en base a un tiempo horizonte de 100 años. El caso de la emisión de 1 kg de HCFC-22 equivale a 1.700 kg de CO2.

(***) Años de Vida en la Atmósfera, tiempo estimado que una sustancia convive en la atmósfera una vez que ha sido liberada, las mezclas de refrigerantes no se especifica debido a que en su composición existen varios refrigerantes con diferentes tiempos de vida en la atmósfera.

Tabla 1.2 Potencial de agotamiento de capa de Ozono y calentamiento global.

Al trabajar en sistemas de refrigeración se debe proceder de acuerdo con principios de seguridad, puesto que las normas establecidas le protegen en contra de accidentes de trabajo y previenen que sus actos puedan afectar a terceros o causar daños materiales.

Además, se debe tomar conciencia de la necesidad de corregir malos hábitos de trabajo, si bien hasta ahora han dado resultado puesto que el usuario final normalmente acepta como buena una reparación que a simple vista produce el resultado esperado (enfriar algo).

CALENDARIO DE ELIMINACION MUNDIAL DEL SAO

Anexos del protocolo de Montreal	Tipo de SAO	Eliminación en países desarrollados (Artículo 5)	Eliminación en países en desarrollo (Artículo 5)
CFC	CFC (5 tipos principales)	1996	2010
A-II	Halones	1994	2010
B-I	Otros CFC	1996	2010
B-II	Tetracloruro de carbono	1996	2010
B-III	Metilcloroformo	1996	2015
C-I	CFC	2030	2040
C-II	HBFC	1996	1996
C-III	Bromoclorometano	2002	2002
E	Bromuro de metilo	2005	2015

Nota Aclaratoria: Se consideran países que operan al amparo del artículo 5 los países en desarrollo que consumen anualmente menos de 0.3 Kg per capital de SAO, es decir CFC11, CFC12, CFC113, CFC114, CFC115 y los Halones.

Tabla 1.3. Sustancias sujetas al protocolo de Montreal

Si los trabajos no se realizan según las normas y respetando todas las especificaciones del fabricante, y en caso de modificaciones necesarias, aplicando los conocimientos técnicos necesarios para una decisión correcta; puede tenerse al final un producto deficiente y que al final puede resultar en un daño al ambiente.

En este contexto, es necesario que se entienda que la aplicación de buenas prácticas es imprescindible para que los equipos alcancen su vida útil esperada

y el número de reparaciones necesarias sea el mínimo posible, a excepción del imprescindible mantenimiento preventivo.

Con relación a la protección de la capa de Ozono, principalmente, es importante las personas que trabajan con este tipo de sistemas tomen conciencia y actúen previniendo fugas de refrigerante empleando los siguientes procedimientos:

- a) Buenas técnicas de conexión de tuberías.
- b) Buenas técnicas de soldadura.
- c) Buenas técnicas de amortiguación de vibraciones.
- d) Buenas prácticas de diseño de circuitos de refrigeración.

Adicionalmente se deben aprender técnicas de servicio que reduzcan significativamente la cantidad de gases refrigerantes que se expelen durante los procedimientos de servicio y mantenimiento. En todos estos casos, el personal que manipula estas sustancias tiene en sus manos la decisión de contribuir a la solución de un problema o ser parte de este.

Cada persona puede pensar que la cantidad de refrigerante que él deja escapar en un servicio es insignificante y que por lo tanto, no es grave. Este es un error de interpretación que se debe corregir porque el problema es la suma de todas esas "insignificantes" cantidades que cada uno de estas personas aporta, día tras día.

Para ayudarle a mejorar su desempeño se han recopilado las siguientes recomendaciones basadas en la experiencia, y que de aplicarse a conciencia, pueden ser de gran ayuda para reducir notablemente la cantidad de SAO y otros gases refrigerantes que contribuyen al calentamiento global, que se liberan a la atmósfera, así como a mejorar las condiciones de seguridad.

Se ha hecho hincapié en el aspecto seguridad pues se ha considerado necesario ir creando conciencia de seguridad en la profesión, con vistas al futuro posible empleo de sustancias cuyo uso va a generar situaciones de riesgo que ameritan una profunda conciencia de seguridad.

Para una correcta interpretación de la gran mayoría de estas recomendaciones es evidente que es imprescindible tener conocimientos de refrigeración.

Algunas buenas prácticas, en el manejo de sistemas de refrigeración son los siguientes:

- 1) Seguridad Personal: Seleccione, verifique y emplee equipos de seguridad y protección personal adecuados.
- 2) Limpieza de tuberías de refrigeración con Nitrógeno.
- 3) Presurización de tuberías para búsqueda de posibles fugas en soldaduras o conexiones roscadas.
- 4) Realizar la deshidratación de la tubería con el proceso de vacío.
- 5) Colocación de accesorios que contribuyan a la limpieza del sistema por posibles rastros de humedad.
- 6) Carga de refrigerante a un sistema. Aplicar procedimientos adecuados para la carga de gas refrigerante a sistemas de refrigeración.
- 7) Realizar las operaciones de mantenimiento, reparaciones o instalaciones cuando las condiciones climáticas lo permitan.
- 8) Realizar procedimientos adecuados al realizar la limpieza de un sistema contaminado.
- 9) Conocimiento de los riesgos que representan los hidrocarburos cuando se emplean como refrigerante.
- 10) Conocimiento en el buen manejo, uso y almacenaje seguro de gases comprimidos.
- 11) Técnicas de trasegado seguro. Aplicación de procedimientos adecuados para la reutilización de gases refrigerantes, en caso de reparaciones.

2.0 Requerimientos para la implementación de un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado.

El concepto básico de un laboratorio se define como el ambiente donde se hacen trabajos de índole técnica e investigación científica. Toda estructura de un laboratorio de trabajo debe poseer una planificación, organización y administración.

En lo que respecta a planificación nos referimos al hecho de que pensamos que es lo que se debe hacer en base al objetivo principal de la naturaleza del laboratorio.

En cuanto a la organización debe planearse que es lo que vamos hacer en las actividades del laboratorio. La administración involucra cuando pensamos como vamos hacer las actividades a desarrollar en el laboratorio.

Conociendo estos conceptos debemos adaptarlos al interés principal del laboratorio a establecer, en lo que respecta a la naturaleza del laboratorio, para hacerlo lo más eficiente posible. Las funciones más importantes de un laboratorio educacional son:

- Poder enseñar a uno o más personas incapacitadas de realizar una actividad específica.
- Enseñar aprendiendo.
- Preparar uno ó varios individuos para que sean productivos para la sociedad.
- Desarrollar habilidades y destrezas en los individuos.
- Formar hombres y mujeres que contribuyan para el desarrollo de un País.

Existen tres tipos de laboratorios característicos:

a) Laboratorio de áreas múltiples.

Provee el equipo y facilidades necesarias para el ofrecimiento adecuado de experiencias en un número de campos industriales. Este tipo de Laboratorio puede proveer facilidades para todos o varios de los campos de las Artes prácticas industriales.

b) Laboratorio general limitado.

Este tipo de laboratorio se organiza para proveer experiencias sobre una familia de industrias estrechamente relacionadas entre sí. Contiene el equipo y organización adecuada para la enseñanza de un área que incluya experiencias en cierto número de actividades íntimamente ligadas.

c) Laboratorio unitario.

Este laboratorio ofrece instrucción en un aspecto o unidad dentro de un área específica, por ejemplo metal mecánica. El objetivo principal de este tipo de laboratorio es ofrecer instrucción extensiva y especializada en ocupaciones industriales.

2.1 Organización de los grupos de laboratorio.

La organización interna que se practique en un laboratorio para el desarrollo de las actividades de enseñanza dependerá en gran medida de las facilidades físicas de que se disponga, del número de docentes y del número de áreas.

El docente de educación industrial dependiendo de los factores antes señalados, necesita planificar cuidadosamente la organización del laboratorio si desea lograr un aprendizaje efectivo, a continuación se mencionan algunos tipos de organización:

a) Laboratorio unitario.

Cuando se dispone de un solo laboratorio es necesario disponer de un ambiente lo suficientemente amplio para acomodar la diversidad de equipos y herramientas que permitan desarrollar conocimientos y destrezas en las diferentes áreas que allí se desarrollaran. Regularmente, se utiliza un plan rotativo para que todos los alumnos tengan la oportunidad adquirir experiencias en las diferentes fases a presentarse en el curso. Dependiendo de la complejidad del área en particular objeto de estudio.

Los alumnos pueden pasar un número predeterminado de semanas de una a otra área hasta completar la totalidad de la experiencia a adquirir en dicho laboratorio.

b) La localización del laboratorio.

Existen diferentes tipos de laboratorios, los cuales se pueden mencionar, laboratorio liviano, laboratorio medio y laboratorio pesado. A continuación se describe cada uno de ellos:

- i. Los laboratorios livianos son aquellos en el cual se desarrollan actividades como los son el dibujo técnico, la educación comercial, cosmetología, etc.
- ii. Los laboratorios medianos son aquellos en los que se desarrolla actividades tales como artes gráficas, electricidad, computación, etc.
- iii. Los laboratorios pesados se caracterizan por ser de carácter industrial, en ello se desarrollan actividades ruidosas, como lo son auto-mecánica, soldadura, etc.

En los laboratorios de tipo pesado el cual es del interés de este estudio, tienen una ubicación especial dentro de las instalaciones, ya que son áreas ruidosas, difíciles de limpiar por los productos que se utilizan, en ocasiones fétidos. Los siguientes principios son aplicables al momento de seleccionar la ubicación de un Laboratorio del tipo pesado:

- No deben estar ubicados en zonas donde se restrinja el ruido.
- La ubicación debe tener un fácil acceso para equipamiento o abastecimiento de materia prima.
- El almacén de provisiones debe estar anexo, de tal manera que al abastecer de equipamiento y materiales al laboratorio no interrumpa otras actividades.
- Se sugiere sea de una sola planta, para un fácil acceso y evacuación.
- La ubicación debe permitir el acceso a las instalaciones en horas nocturnas, para los usuarios adultos que por alguna razón no puedan recibir la capacitación en horas habituales de trabajo.
- En algunos casos es conveniente que el área este aledaña a otras áreas de laboratorios con contenidos o de las mismas características, para que puedan compartir materiales y equipamiento que puede ser común a ambas áreas.

-

2.2 Normas para planificar un laboratorio educacional.

La construcción de un laboratorio para impartir programas de educación industrial tiene un desafío interesante.

El laboratorio deberá reunir en su construcción un ambiente parecido al de una fábrica, ya que esta es la principal fuente de adaptación con el medio que les espera a los alumnos. El tipo de construcción requerido debe cumplir los siguientes aspectos:

- Buena ventilación.
- Su mantenimiento es económico.
- Reduce problemas administrativos.
- Dar flexibilidad para realizar las actividades.

Además, debe ser apropiado al tipo de disciplina a implementar y la población a la que va a servir, el laboratorio debe ser dividido para proporcionar diferentes ambientes requeridos para su operatividad:

- Área de actividades prácticas.
- Área de almacenamiento de materiales requeridos para las prácticas.
- Área de almacenamiento de instrumentación a ser utilizada durante las prácticas.
- Área auxiliar para la planeación teórica.
- Área especial para la ejecución de actividades, que representen algún riesgo para el equipamiento o mobiliario del laboratorio.

Se requiere que el área de laboratorio sea independiente, montando paredes que aíslen la zona de practica con todo el recinto en el cual será instalado para resguardo y delimitación, para ello deben emplearse materiales de construcción del recinto deben tener paredes y techos no inflamables, con retardo a la expansión de llama o el humo.

El piso del recinto debe cumplir como requisito que sea de un material durable, de mantenimiento económico, de preferencia anti-resbalante, resistente al impacto y al calor. El tamaño del laboratorio dependerá de la cantidad de equipo a implementar y las actividades que se desean realizar producto de los objetivos a ser cumplidos en el laboratorio y la cantidad de

personas a considerar en las prácticas. A grandes rasgos, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Espacio suficiente para colocar el equipamiento a implementar
- Suficientemente espacioso dependiendo del volumen de aire necesario dependiendo de las actividades a realizar y la cantidad de personas a albergar.
- Altura de techo suficiente para la buena ventilación de la zona para el confort de los usuarios del laboratorio.

En cuanto a la iluminación, debe considerarse de ser posible que esta sea natural para el ahorro energético de la edificación, pero debe tomarse en cuenta que algunas capacitaciones se realizarán en la nocturnidad, por lo que debe considerarse iluminación artificial para poder desarrollar las practicas con normalidad en horas nocturnas.

Existen índices predeterminados para establecer todos los parámetros que hemos analizado para el diseño de un laboratorio de práctica (Ver tablas 2.1/2.2/2.3), en donde se presentan estudios con respecto a estos índices, para poder valorizar los mismos para el diseño del laboratorio.

Uno de los factores fundamentales en la organización de un laboratorio industrial es el uso apropiado de los colores, tanto en la maquinaria y equipos, como en las paredes, pisos y techos, por la forma en que afectan el estado de ánimo y el tipo de trabajo que realiza. En la tabla 2.4, se presentan los colores y el impacto psicológico y fisiológico en los individuos.

Por ello al escoger el acabado de pintura a implementar en el laboratorio, es conveniente tomar en cuenta estas sugerencias, ya que además de generar ambientación proporciona una protección a techos, puertas, paredes y maquinaria evitando corrosión y oxidación.

Es recomendable escoger los colores dependiendo del lugar en el que se va a emplear, tomando en cuenta el índice de reflexión de acuerdo a la tabla 2.5. La maquinaria se pintará de un color que proporcione un ambiente agradable al laboratorio así como señalar los lugares peligrosos.

Capacidad	1.445	3.000	5.000	7.000	8.000	9.000
Áreas						
Área total de construcción	1.74	3.63	6.06	8.46	9.66	10.89
Área de ubicación	0.58	1.21	2.02	2.82	3.22	3.63
Áreas deportivas	0.50	1.04	1.74	2.43	2.78	3.13
Áreas Verdes	0.68	1.42	2.38	3.30	3.78	4.25
Estacionamientos	1.37	2.86	4.76	6.66	7.61	8.56
Circulación del conjunto	0.47	0.98	1.63	2.28	2.61	2.94
Total áreas externas	3.02	6.30	10.49	14.67	16.78	18.88
Aros del terreno	3.60	7.51	12.51	17.49	20.00	22.51

Tomado de: Normas para construcciones escolares. Ministerio de desarrollo Urbajo, en Edificaciones Escolares de Tres (3) plantas.

Tabla 2.1 Índice m² / Alumno.

2.2.1 Acondicionamiento de color.

El color cuando se le emplea adecuadamente logra disminuir la fatiga visual y los accidentes de trabajo. El contraste de colores dentro del campo limitado de la tarea visual inmediata debe reducirse y debe también evitarse los contrastes agudos entre colores, tal como una maquina oscura contra una pared blanca.

Al transcurrir unas horas estas combinaciones oscuras pueden traer como consecuencia el esfuerzo y la fatiga de la vista, eficiencia disminuida y menos calidad del trabajo efectuado.

El acondicionamiento de los colores y el correcto alumbramiento, ayudan a disminuir los contrastes llamativos, para ello se pintan los equipos y máquinas con colores más claros. Para los pisos se recomiendan colores claros que faciliten su mantenimiento y cuidado.

Así el esfuerzo visual y la fatiga se ven reducidos. Estas recomendaciones ofrecen los siguientes beneficios:

- Mejor cuidado y orden en el laboratorio.
- Mejores condiciones de trabajo.
- Se ponen con facilidad de manifiesto los riesgos.
- El pintar alienta a mantener limpias las máquinas y equipos.

TIPO DE LABORATORIO O TALLER	AREA m2 / Alumno	VENTILACION (% de superficie del piso)	ILUMINACION (Niveles en lumenes)	TECHOS (Tipo y altura en m)	PISOS (Tipos y cargas en Kg/m2)	ALMACENES (% del área para instrucción)	PUERTAS (Tipos)
Laboratorio de: Física, metrología, Electrónica, mediciones eléctricas, circuitos electrónicos, electricidad básica, Química.	8 a 10	25% o aire acondicionado . (Química 30% con extractores de aire	600 a 850	Acerolit ó asbesto con cielo falso (3 a 3.5 mts)	500	15%	Batiente hacia afuera
Laboratorio de: mecanismo, ensayos de máquinas eléctricas, ensayo de arenas, ensayo de materiales.	10 a 12	25% ó aire acondicionado	500 a 800	Acerolit, o asbesto con cielo falso (3 a 3.5 mts)	500	15%	Batiente hacia afuera
Taller de: maderas, mecánica de banco, tecnología eléctricas, instalaciones eléctricas.	12 a 16	30% (Maderas con extractores de viruta y aserrín)	450 a 600	Aluminio, zinc o asbesto. (4 a 6.5 mts)	750	20%	Arrollable
Laboratorio de: mecánica de fluidos, termotecnia, refrigeración.	12 a 14	30%	500 a 600	Acerolit o asbesto (3 a 4.5 mts)	750	15%	Arrollable
Taller de: soldadura, herrería, máquinas herramientas, hojalatería, plomería.	16 a 18	30%	500 a 750	Acerolit o asbesto (4 a 7 mts)	1000	20%	Arrollable

Tabla 2.2 Indicadores para el diseño ambiente para Laboratorios o talleres educacionales.

TIPO DE LABORATORIO O TALLER	Área m2 / alumno	VENTILACION (% de la superficie de piso)	ILUMINACION (niveles de lúmenes)	TECHOS (tipo y altura en mts)	PISOS (tipos y carga en Kg/m2)	ALMACENES (% del área para instrucción)	PUERTAS (tipos) **
Taller de: fundición, mecánica automotriz, construcciones metálicas	18 a 20	35%	* 400 a 500	Acerolit o asbesto (4 a 6.5 mts)	1000	25%	Arrollable
Laboratorio de: Dibujo, micro-electrónica, micro-mecánica, instrumentación, microprocesos, computadores.	3 a 3.5	25% ó aire acondicionado con control de humedad	1000 a 1200	Acerolit o asbesto con cielo raso de fibra de vidrio	500	10%	Batiente hacia afuera

(*) Cuando se opera con equipos de altas velocidades se usa la iluminación artificial combinada para eliminar el efecto electroscopico.

(**) Las puertas de emergencia deben ser batientes hacia el exterior del ambiente

Tabla 2.3 Niveles de confort para el practicante.

Color	Efecto Sicologico	Efecto Fisiologico
Rojo	Caliente, dinámico, enervente	Penetrante, calorífico, estimulante mental
Naranja	Ardiente, estimulante, brillante	Favorece la digestión, estimulante, emotivo
Amarillo	Alegre, espiritual, dinámico	Estimulante para la vida y nervios, calmante
Verde	Calma, reposo, frescura, tranquilidad	Calmante, sedante hipnótico, conduce al reposo
Azul	Claridad, frescura, ligero, calma.	Calma
Púrpura	Calma, melancolía, delicadeza, frescura	
Violeta	Frescura	Calmante
Blanco	Sobrio, esperanza, claridad	Limpieza, pulcritud
Negra	Tristeza	Temor, angustia

Tabla 2.4 Efectos del color en el practicante.

Lugar	Índice de reflexión
Techos	Por lo menos el 70%
Muros	Por lo menos el 50%
Suelos	Por lo menos el 20%
Bancos de trabajo	Por lo menos del 20 al 40%

Tabla 2.5 Índice de reflexión de la Luz.

El color por excelencia que permite llamar la atención es el rojo, por ello es empleado con frecuencia en las siguientes condiciones:

- Estaciones y equipos contra incendios.
- Rótulos de salidas de emergencias.
- Cajas de alarmas contra incendios.
- Bombas contra incendios.
- Tuberías del sistema contra incendios.
- Cualquier indicación de peligro que se quiera representar.

Este color debe ser aplicado a cualquier elemento dentro del laboratorio que pueda representar un peligro o riesgo.

2.2.2 Colores de Alarma.

El color anaranjado es un tono que se utiliza fundamentalmente para indicar piezas o partes peligrosas de máquinas, o equipos con energía eléctrica viva, que puede ser causa de lesiones. Igualmente se utiliza para pintar las partes móviles de una máquina con el fin de mantener fija la atención en esas partes ya que son de peligro.

El color anaranjado también se utiliza para pintar las partes sobresalientes, engranajes, mordazas mecánicas y otros dispositivos similares.

El color amarillo representa precaución, se utiliza para señalar riesgos físicos por su gran visibilidad. Igualmente se utiliza este mismo color para indicar las zonas de tránsito y demarcar las zonas de trabajo.

El color azul se utiliza para precaución, este indica cautela, cuyo uso se limita a advertir contra el arranque de un motor, el uso o movimiento de equipo en reparación o en el que se está trabajando.

2.2.3 Código de colores

Para poner en práctica el uso de los colores en áreas de trabajo, se hace necesario que se adapte el laboratorio.

El código debe colocarse en un lugar visible, donde todos los usuarios puedan observarlo frecuentemente. En la tabla 2.6, se presenta el código de cada color.

A continuación se describen algunos elementos en los cuales se aplica el código de colores:

a) Tuberías de servicio en laboratorios.

Es importante que en este tipo de edificación, por su aplicación, se represente claramente la ubicación de válvulas de control, cercanos a los puestos de trabajo y en zonas claramente visibles. Los distintos servicios de las tuberías se identifican por colores, se puede pintar completamente o simplemente anillos.

En la tabla 2.7, se detallan la lista de colores y su aplicación según normas internacionales.

b) Cilindros de almacenamiento de gases.

Al igual que las tuberías, los recipientes de almacenaje de líquidos y gases son identificados con un color específico, dependiendo del contenido del recipiente (ver tabla 2.8).

2.2.4 Iluminación.

La iluminación es un factor importante en nuestro trabajo, porque permite una visión clara de las actividades que desarrollamos.

La percepción rápida y la mayor claridad de la visión, es resultado de una iluminación adecuada que hace posible el reconocimiento inmediato de los riesgos de accidentes con una mayor posibilidad de evitarlos.

CODIGO DE COLORES	
AMARILLO	Índice cuidado, se usa para marcar pasillos, escaleras, zonas de tránsito, de trabajo, etc.
ANARANJADO	Significa "estar alerta" y se recomienda para marcar puntos críticos o de posible peligro.
ROJO	Para casos de peligro o emergencia. Se usa para indicar el sitio donde está ubicado el equipo de prevención de incendio,
AZUL	Para marcar equipo defectuoso o dañado. Se acostumbra colocar cartelones de este color en la maquinaria que está funcionando mal.
VERDE	Significa seguridad, además de identifica el equipo de primera ayuda, salas de emergencia y zonas de seguridad.
BLANCO	Se usa para indicar la zona de almacenaje.

Tabla 2.6 Código de Colores.

Muchos actos inseguros no son precisamente el resultado de la inexperiencia, sino de la iluminación deficiente, por ello el óptimo servicio de iluminación ofrecerá un ambiente de trabajo seguro.

Existen dos tipos de iluminación para proporcionar las condiciones de trabajo seguras como lo son la iluminación natural y la iluminación artificial, el uso de una u otra dependerá de las condiciones de la edificación, se utilizará iluminación natural tanto como lo permita la edificación, de lo contrario se deberá implementar la iluminación artificial que permita las condiciones idóneas para desarrollar las actividades dentro del laboratorio con el menor riesgo.

Si las condiciones de luz no son las adecuadas originara en los practicantes trastornos, que si trabaja en malas condiciones origina la contracción de las pupilas, lo que acarrea mayor esfuerzo para ver y como consecuencia llega el cansancio, aburrimiento, etc.

Estas condiciones inducen en el individuo:

- Falta de atención.
- Pérdida de interés.
- Ejecución de trabajos inexactos.
- Calidad inferior en los trabajos realizados.

GAS	COLOR
Aire	Naranja
Electricidad	Naranja Luminoso
Gas	Amarillo canario
Vapor	Aluminio
Agua (Fría)	Azul marino
Agua (Caliente)	Verde Claro
Agua (Destilada)	Azul celeste

Tabla 2.7 Código de colores en instalaciones de tuberías.

TIPO DE GAS	CODIGO DE COLOR
Oxígeno (no aplicable a la medicina)	Negro
Gas de alumbrado	Rojo claro en el nombre del gas estampado sobre la botella
Hidrógeno	Rojo Brillante
Nitrógeno	Gris con tapa negra
Acetileno	Marrón
Cloro	Amarillo
Aire	Gris
Propano y Butano	Naranja
Anhídrido Carbónico (No aplicable a la medicina)	Negro

Tabla 2.8 Código de colores en recipientes de Gases.

Es importante tomar en cuenta que la ubicación de la maquinaria no debe permitir sombras o contrastes, además de eliminar los deslumbramientos en el operador para evitar cambios bruscos en la visión, por ellos debe hacerse énfasis en el buen manejo de los rayos luminosos de la luz natural y artificial. A continuación se describen los criterios más importantes a tomar en cuenta en la selección de la iluminación:

a) Elección del tipo de iluminación.

Para la elección del dispositivo a utilizar para la iluminación, se deben tomar en cuenta aspectos como la difusión de la luz, su dirección,

composición espectral, naturaleza de las sombras, todo esto debe estar de acuerdo a la actividad a realizar.

En actividades de precisión es indispensable el tener controlada la intensidad de la luz, por ello es preferible la utilización de Luz artificial, con la cual se puede tener un control de la intensidad de la luz, por medio de lámparas distribuidas convenientemente y de ser requerido con lámparas especiales colocadas en lugares determinados.

Debe tenerse en cuenta que la intensidad de la luz disminuye a razón directa al cuadrado de la distancia de la fuente de luz, partiendo del objeto, siendo así una luz distanciada 60 centímetros del objeto únicamente ilumina una cuarta parte de su intensidad respecto a una luz que este a 30 centímetros.

Cuando las condiciones de luz no son satisfactorias originan en el operario trastornos como dilatación en la pupila, lo que acarrea mayor esfuerzo para ver y como consecuencia desgaste nervioso, fatiga, aburrimiento, etc. Esto genera en los operarios falta de atención, pérdida de interés, trabajos inexactos y calidad inferior en el trabajo del producto que se esté procesando.

b) Elección de la luz.

Para la elección del dispositivo se debe tomar en cuenta la dirección de la luz, su difusión, su composición espectral, naturaleza de las sombras, todo lo anterior debe estar de acuerdo con la actividad a realizar.

Tener en cuenta que una iluminación inadecuada puede generar deslumbramiento, de un emisor como lo puede ser la posición del emisor, forma del emisor, superficie aparente, luminosidad de fondo y luminosidad propia.

El color de la iluminación debe estar acorde a las necesidades de la actividad, debe tomarse en cuenta de que la percepción del color de los objetos depende de la composición espectral de la luz que los ilumina.

En conclusión, el requerimiento de iluminación de las zonas de trabajo dependerá de las condiciones de la infraestructura, para establecer si la

iluminación natural cumple con las condiciones de confort del operario para las actividades que realiza. De no ser así se contemplara el combinar la iluminación natural con la artificial para crear las condiciones idóneas. En horas nocturnas se depende totalmente de la iluminación artificial, por lo que el estudio de esta deberá estar determinado por las necesidades de las actividades a realizar.

2.2.5 Ventilación del laboratorio.

Para tener buenas condiciones ambientales de trabajo, es indudablemente necesario tomar en cuenta el factor de la ventilación del local, para que las actividades se ejecuten en condiciones favorables para los operarios, creando un ambiente confortable para el buen desarrollo de las actividades tecnológicas o de otra índole.

El objetivo de la ventilación es obtener cambios de volumen de aire dentro del local, ya sea con disposición natural o forzada. El número de cambios de aire se ha establecido mediante estudios realizados por instituciones normadas, las cuales han creado un cuadro con las diferentes tipos de actividades, de esa forma podemos establecer el número de cambios de aire basándonos en esos estudios para la actividad que se desarrollara en el local.

La ventilación debe ser capaz de extraer o evacuar vapores olorosos, humo, calor y vapor de agua desprendidos por las personas, polvo en suspensión, etc. La ventilación natural se refiere a aquella que se obtiene sin la intervención del hombre, por medio de ventanas y puertas, las que se deben distribuir y orientar adecuadamente para que se logre el objetivo de las mismas.

La ventilación artificial aplica para los casos específicos donde la ventilación natural no es capaz de lograr el objetivo de crear las condiciones ambientales ideales, sino que se necesita la intervención de ventiladores para la circulación de aire fresco.

Los efectos de una ventilación inadecuada en el ser humano pueden generar problemas de salud como lo son dolores de cabeza, vértigo, inquietud, irritabilidad y confusión. En lo que respecta al control de los polvos suspendidos

en el ambiente, su presencia puede generar intoxicación, infecciones, irritaciones, problemas respiratorios, alergias, etc.

Por lo tanto se vuelve una necesidad el generar las condiciones de apropiadas para la permanencia de personas en un lugar, el mantener una ventilación adecuada y que las actividades se realicen en un ambiente confortable para los operarios.

2.2.6 Influencia del sonido.

Este es un elemento importante que no puede pasar desapercibido, el sonido va íntimamente ligado a la vibración, este se desplaza en el aire con un movimiento ondulatorio longitudinal, el cual es percibido por el oído, éste tiene sus cualidades como lo son intensidad, timbre y tono. La intensidad la determina si el sonido es fuerte o débil, su timbre y tono determinar si el sonido es grave o agudo.

La diferencia entre un sonido y un ruido, son el tipo de vibraciones, si estas son regulares se determina como sonido y si estas son irregulares se determina que es un ruido.

2.2.7 Adquisición de maquinaria.

Dependiendo de la aplicación del Laboratorio, el coordinador debe establecer el tipo de maquinaria a adquirir, dependiendo de los objetivos del mismo y a la especialidad que está encaminada la enseñanza, ya que esto determina las actividades a realizar y los procesos a implementar. En base a estos parámetros el coordinador establecerá la maquinaria idónea a adquirir para equipar al laboratorio.

Los criterios más importantes a tomar en cuenta con respecto a la selección de la maquinaria pueden establecerse como los siguientes:

- Enumerar los factores que afectan la selección y compra de equipo.
- Seleccionar las características básicas desde el punto de vista funcional.
- Establecer los aspectos fundamentales que el docente del laboratorio debe tomar en cuenta en la selección y compra de la maquinaria.

- Establecer los aspectos principales que un docente de laboratorio debe considerar en la prueba, uso y mantenimiento de la maquinaria.

Es preciso que definamos en qué consiste el equipamiento que necesita un laboratorio, entre ellos tenemos:

- a) Equipo: Dispositivos estacionarios o móviles no generalmente accionados por motor para ayudar en el manejo, seguridad y servicio de trabajo.
- b) Máquinas: Dispositivos estacionarios o móviles no generalmente accionados por motor para cortar, perfilar o procesar diferentes materiales o transformar energía usadas en un trabajo en particular.
- c) Instrumentos: Elementos pequeños manuales de una sola operación, usadas en el procesamiento de materiales.
- d) Materiales: Materia prima sin procesar, parcial o totalmente elaborada usada en diseños, construcción o servicios.

2.2.8 Factores a considerar al seleccionar la maquinaria.

La selección del equipo, máquinas, instrumentos y materiales deben estar acorde a los contenidos establecidos, para alcanzar el objetivo principal de la función del laboratorio, entre los factores a tomar en cuenta podemos mencionar:

- a) Los métodos de enseñanza y procedimientos a realizar.
- b) Determinar la información, los conocimientos y aptitudes a desarrollar en los usuarios de estos laboratorios y los objetivos que deben alcanzar,
- c) Selección de las actividades a desarrollar en el laboratorio por parte de los estudiantes para cumplir los objetivos.
- d) Calidad y cantidad de trabajos a ser desarrollados dentro de las actividades de los estudiantes.
- e) Propósito fundamental del programa a desarrollar.
- f) Tamaño de la clase o cantidad de estudiantes que desarrollaran las actividades en cada sesión.
- g) El tamaño del laboratorio dependerá de la población estudiantes a ser implementada en cada práctica y el equipamiento del laboratorio.

2.2.9 Características básicas de la selección y adquisición de la maquinaria.

Las máquinas deben ser funcionales ya que deben seleccionarse acorde a la disciplina, especialidad en que se desarrollaran las actividades dentro del laboratorio, y que con ellas se puedan lograr cumplir con los objetivos que deben cumplirse al realizar las practicas del estudiante. El equipo seleccionado debe ofrece seguridad a los operarios de las mismas, de tal forma que ofrezcan la garantía que en su diseño no haya partes que puedan poner en peligro la integridad del operario, protegiéndose o cubriéndose las partes móviles para impedir daños personales, así como sus partes filosas o aristas agudas que pongan en peligro la integridad del operario deben ser cubiertas para evitar accidentes.

El diseño del equipo o maquinaria debe ofrecer facilidades para su manejo y de operación silenciosa de preferencia montadas sobre aisladores de vibración, su operación debe ser balaceada y equilibrada, sin sobrecargas en sus partes móviles y motores. Al adquirir la maquinaria debe estar integrada con su manual de instalación y operación, folletos o catálogos proporcionados por el fabricante. Además deben asegurarse de que el equipo sea inspeccionado por personas especializadas antes de hacerla entrar en operación, ya que este especialista debe poner a punto óptimo la máquina para ser operada y capacitar al personal que quedara a cargo de su operación.

2.2.10 Uso y mantenimiento de las máquinas.

Es obligación de los administradores del laboratorio el dar a los equipos y máquinas su debido mantenimiento preventivo o correctivo, y en condiciones de uso efectivo.

Cada máquina o equipo adquirido debe poseer su manual de mantenimiento preventivo, las actividades a realizar y el tiempo de frecuencia en el cual debe realizarse, los cuales debe contemplar los siguientes:

- Ajustes a realizar periódicamente.
- Supervisiones rutinarias organizadas.
- Lubricación de sus partes móviles y los tipos de lubricante a utilizar.

- Los instrumentos y herramientas recomendadas para realizar el mantenimiento.
- Limpiezas de sus partes debido a polvos, material de desperdicio, incrustaciones u otras impurezas que puedan deteriorar sus partes.

En el caso específico del laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado, ya se tiene el equipo a implementar para alcanzar los objetivos del propósito de la propuesta, este equipamiento actualmente se encuentra en las instalaciones de la EIM-FIA-UES, las cuales serán descritas en forma detallada en la sección 2.4 de este documento.

2.3 La Seguridad Industrial

Como objetivo principal en la implementación de un laboratorio debe prevalecer la seguridad industrial, con el fin de reducir al mínimo los accidentes de trabajo.

Con este fin deben conocerse los peligros que involucra las actividades a realizar, en el uso del equipo o maquinaria, o la manipulación del material que está involucrado en los procesos. Es preciso identificar los riesgos y peligros al realizar las actividades para poner en alarma a los estudiantes que deberán realizar las prácticas. Para ello antes de comenzar una práctica, el estudiante que haga uso de las instalaciones debe tener claro a los peligros que se exponen al realizar las operaciones de una forma inadecuada, así como, el tener presente el equipamiento de seguridad personal con el que debe realizar las actividades, para evitar accidentes o daños a personas cercanas a su entorno de trabajo.

Para ello es necesario informar previamente al estudiante de los procesos a realizar, los equipos a utilizar y la indumentaria que prevalece para realizar las diferentes actividades.

El estudiante debe tener conocimiento del área de trabajo, las máquinas a utilizar, las herramientas que operara, el material que manipula y el equipamiento personal que debe poseer para poder realizar las actividades en un ambiente seguro.

Otro factor importante de la seguridad es la limpieza, todo debe estar ordenado desde la colocación de las herramientas, el acopio de materiales y la recolección de los desperdicios fruto de las actividades realizadas.

Es necesario que por lo menos una de las personas que estará realizando las actividades este capacitada para reaccionar ante cualquier tipo de accidente de trabajo que pueda surgir como una emergencia por no seguir las recomendaciones de uso del equipo, entre ellas podemos enumerar muchas malas prácticas que son el origen de accidentes de trabajo.

Entre las causas más comunes de accidentes personales podemos enumerar los siguientes:

- Tratamiento de choque o colapso.
- Quemaduras y escaldaduras por llama.
- Quemaduras por fluidos ácidos, etc.
- Tratamiento de heridas superficiales.
- Tratamiento por desmayo.
- Torceduras de tobillos.
- Envenenamiento por gases.
- Hemorragias.
- Envenenamiento, etc.

Por mencionar algunas, para todo ello debe haber procedimiento o medidas establecidas para reaccionar ante este tipo de acontecimientos, y poseer el conocimiento de cómo se debe proceder ante cada una de estas eventualidades.

2.3.1 Medidas generales a implementar ante un posible incendio.

Al combatir un incendio el objetivo principal es el de evitar que la llama se propague, extinguiendo la misma en el menor tiempo posible.

Para poder realizar esta función, al menos una persona debe ser capaz de identificar tranquilamente la fuente del fuego y acercarse lo más pronto posible para utilizar un extintor y poder extinguir la llama. Los extintores deben estar visibles y rotulados para su rápida ubicación. El contenido químico de los

extintores dependerá del tipo de materiales que se almacenan o con los cuales se realizan las actividades dentro del laboratorio, y el tipo de equipo que se utilizará, en nuestro caso se implementará la soldadura oxiacetilénica lo cual tiene consideraciones especiales a tomar en cuenta para la extinción de llamas.

2.4 Equipamiento a ser implementado en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

El equipamiento para el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES se encuentra actualmente en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Mecánica, estos son producto de trabajos de graduación de años anteriores. Estos equipos deben operar eficientemente para que las pruebas a realizar con los mismos sean libre de errores, y que esta información sea valorada. Entre los equipos que se encuentran disponibles para la implementación del laboratorio podemos mencionar los siguientes:

1) Sistema recuperador de gases refrigerantes didáctico.

Existen máquinas para la recuperación de gases refrigerantes de diferentes diseños, las unidades pequeñas básicas están diseñadas para trabajar con gases refrigerante R-12, R-22, R-500 y R-502, para actuar como estación de recuperación, sin ventilación hacia la atmósfera para que el proceso sea hermético.

El proceso consiste en que la máquina extraiga todo el refrigerante contenido en el sistema de refrigeración y sea depositado en recipientes de almacenamiento, ya sea en un cilindro desechable o transferible. Estos dispositivos remueven el refrigerante en estado de vapor o líquido dependiendo del equipo, sustrayendo junto al refrigerante parte del aceite del sistema, después el refrigerante puede ser utilizado, como parte de las buenas prácticas de refrigeración.

2) Sistema de aire acondicionado didáctico.

Para poder tener una comprensión experimental del proceso de un equipo de refrigeración y sus componentes, es necesario el contar con un equipo que represente las partes básicas de un sistema. Para ello el laboratorio

contara con un equipo en el cual se define claramente los componentes básicos de un sistema y su operatividad en funcionamiento. Con la ayuda de este equipo los estudiantes podrán identificar claramente de la operación de este tipo de sistemas, las posibles fallas, mejoras que pueden efectuarse al sistema, actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

3) Banco didáctico de componentes de un sistema de refrigeración:

Como ayuda o apoyo al material didáctico teórico que se desarrolla en el contenido de algunas cursos que involucra la refrigeración y el aire acondicionado, se cuenta actualmente con un banco en el cual se muestran todos los componentes uno a uno de un sistema de refrigeración.

En este banco didáctico se puede observar la ubicación de los componentes dentro del sistema, su función y como está realizado el montaje de cada componente. Esto contribuye a los objetivos que se persiguen con la implementación del laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES, en este dispositivo se pueden experimentar fallas al operar inadecuadamente un elemento.

4) Equipo de detección de estado de motores eléctricos de compresores didáctico.

El dispositivo esencial de un sistema de refrigeración es el compresor, el cual en pequeñas capacidades viene con sus componentes sellados. Esto quiere decir que la unidad no puede ser inspeccionada interiormente si ocurre una falla. Las fallas en estos componentes pueden ser mecánicas o eléctricas. Cuando un dispositivo falla mecánicamente no tiene reparación.

El compresor posee un motor eléctrico el cual genera el trabajo para comprimir el gas refrigerante, no se tiene acceso a este motor para verificar su estado en las actividades de mantenimientos preventivos, pero con este equipo podemos determinar el estado de funcionamiento del motor eléctrico, en la práctica con este equipo los estudiantes elaboraran sus conclusiones con respecto a este tipo de fallas, que es parte de los objetivos que persigue el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

5) Equipo didáctico de funcionamiento de un sistema de refrigeración.

En las instalaciones de la EIM-FIA-UES se cuenta con un equipamiento didáctico donado por la comunidad europea, con la instrumentación adecuada para comprender los parámetros de funcionamiento de un sistema de refrigeración. Este posee una termocupla con un lector digital, que nos da lectura de los estados de temperatura en diferentes puntos del sistema de refrigeración, tanto del circuito de refrigeración como de su entorno. Con esta instrumentación se pueden determinar los parámetros óptimos de funcionamiento de un sistema de refrigeración partiendo de las condiciones de trabajo del gas refrigerante, determinar sus estados en los diferentes puntos del sistema de refrigeración.

6) Equipo entrenador de prácticas de aire acondicionado.

En las instalaciones de la EIM-FIA-UES se cuenta con un equipamiento didáctico construido por estudiantes de ingeniería mecánica, el cual muestra un sistema más completo de un sistema de aire acondicionado. Cuenta con todos los componentes básicos de un sistema de refrigeración, pero además contempla un sistema de ductería acoplado al serpentín del evaporador, simulando un sistema centralizado de aire acondicionado, en el cual pueden obtenerse lecturas de parámetros de interés en la implementación de la refrigeración al confort humano.

Este dispositivo es un elemento potencial para la implementación de las prácticas de laboratorio, pero por su actual condición deben realizarse mejoras al equipo para integrarlo a la propuesta.

2.5 Procesos a ser implementados en las prácticas de laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

En este apartado se describen los procedimientos a implementar en las prácticas del laboratorio de la EIM-FIA-UES, para cumplir con los objetivos para los cuales se propone la infraestructura.

1) Diagnóstico de fallas en equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Cuando un sistema se daña, bien sea porque se quema el bobinado del motor del compresor o por cualquier otra causa es necesario e importante efectuar un diagnóstico que permita determinar cuál fue la causa principal que provocó el daño al compresor o cualquiera de los elementos que conforman el sistema.

Existe una gran variedad de causas que pudieron originar un desperfecto, es posible que la causa haya sido externa (alimentación eléctrica deficiente) o interna (componente auxiliar o de control del sistema de refrigeración defectuoso) entre las cuales podemos mencionar:

- Alimentación eléctrica deficiente.
- Componente de control ó auxiliar del sistema de refrigeración deficiente.
- Carga de gas incorrecta.
- Empleo de técnicas de limpieza y evacuación del sistema incorrectas.
- Incompatibilidad de lubricante-refrigerante, etc.

Es muy importante conocer el origen de la falla y corregirla antes de sustituirlo; de otra manera, tarde o temprano la falla se repetirá. Cada fabricante de compresores ha publicado guías de diagnóstico de defectos en sistemas de refrigeración. Es responsabilidad de la persona que realiza tareas de diagnóstico de estos equipos aplicar esos criterios sugeridos por cada fabricante en la solución de problemas en la ejecución de sus trabajos.

En las tablas 2.9, 2.10 y 2.11, pueden encontrar las fallas más comunes en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, así como las posibles causas que provocan estas fallas, es de hacer notar que para cada falla existe un procedimiento recomendado tanto en los manuales de fabricante, como en manuales de buenas prácticas para ejecutar dichos trabajos. Es importante que haya un énfasis a los procesos que el técnico desarrollara para poder solventar estas fallas, para no provocar daños al equipo ó a terceros cuando el equipo operé.

2) Recuperación y reciclado de refrigerantes.

Se debe mencionar en este capítulo que los procesos de recuperación, reciclado y regeneración de refrigerantes han evolucionado en gran forma los últimos años debido a las regulaciones ambientales que provocan que los usuarios cada vez más, recuperen sus refrigerantes y los reutilicen. Aquí las definiciones según el manual de refrigeración 2002 del ASHRAE:

- La recuperación, es el proceso que consiste en remover el refrigerante en cualquier condición de un sistema y almacenarlo en un contenedor externo, sin analizarlo ni procesarlo.
- El reciclar, es el proceso que consiste en limpiar el refrigerante removiendo el aceite, la humedad, la acidez y la presencia de sólidos pasando el refrigerante por múltiples dispositivos como filtros deshidratadores con el objetivo de reutilizar el refrigerante. El termino reciclar usualmente se aplica a los procedimientos que se pueden implementar en sitio o en el taller de servicio.
- El regenerar, es el reproceso de un refrigerante hasta que alcance las especificaciones de un refrigerante virgen. Este proceso utiliza en una de sus etapas, la separación vía destilación, y se requiere un análisis del producto final para asegurar que ha llegado a la especificación de producto nuevo. El termino regenerar implica en la mayoría de los casos el uso de procesos que solamente se pueden ejecutar en un equipo de reproceso o en las plantas productoras de refrigerantes. El estándar ARI 700 nos brinda la información de las especificaciones que deben cumplir los refrigerantes regenerados, para la gran mayoría de los refrigerantes utilizados en la industria de la refrigeración y aire acondicionado.

Cuando un refrigerante pasa por un proceso de regeneración, éste debe pasar por un análisis que determine la composición química y el grado de contaminantes que tiene el producto final, la norma 700 del ARI (American Refrigeration Institute) indica las cantidades máximas de contaminantes que debe tener un refrigerante para considerarlo un refrigerante nuevo.

FALLAS COMUNES	POSIBLES CAUSAS
El compresor no funciona.	<ul style="list-style-type: none"> - Interruptor principal abierto. - Fusible fundido. - Los protectores térmicos de sobre carga se abren. - Contactor o bobina defectuosa. - Los mecanismos de seguridad abren el sistema. - Equipo parado por temperatura. - El solenoide de la línea de líquido no abre. - Problemas en el motor eléctrico. - El cableado está suelto. - Fase caída.
Compresor hace ruido o vibra.	<ul style="list-style-type: none"> - Inundación de refrigerante dentro del cárter. - Soporte inadecuado de las tuberías de la línea de líquido y de succión - Compresor deteriorado o desgastado. - Rotación invertida del compresor
Presión de descarga alta.	<ul style="list-style-type: none"> - Gases no condensables en el sistema. - Sistema sobrecargado de refrigerante. - Válvula de cierre de descarga permanentemente cerrada. - Ventilador no funciona. - Control de alta presión mal calibrado. - Serpentín del condensador sucio.
Presión de descarga baja.	<ul style="list-style-type: none"> - Regulación incorrecta de la temperatura del evaporador. - La válvula de succión se encuentra parcialmente cerrada. - No hay suficiente refrigerante en el sistema. - Presión de succión baja. - Funcionamiento variable de la válvula del lado de alta. - Serpentín del condensador sucio. - Presión de descarga baja. - Regulación incorrecta de la temperatura del evaporador.
Presión de succión alta.	<ul style="list-style-type: none"> - Carga excesiva. - Sobrealimentación de la válvula de expansión.
Pérdida de aceite en el compresor.	<ul style="list-style-type: none"> - Giro invertido de un motor en el condensador. - Tuberías o trampas inadecuadas. - Inundación de refrigerante en el compresor. - Desgaste excesivo de los anillos del compresor - Falta de refrigerante.
Interruptor del protector térmico del compresor abierto.	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema sobrecargado - Serpentín del condensador sucio. - Junta de plato de válvulas rota. - Válvula de descarga parcialmente cerrada. - Funcionamiento más allá de las condiciones de diseño.

Tabla 2.9 Secuencia de operaciones para detectar fallas en unidades condensadoras de refrigeración y aire acondicionado.

FALLAS COMUNES	POSIBLES CAUSAS
Presión de aceite baja.	<ul style="list-style-type: none"> - Filtro de succión de la bomba de aceite obstruido. - Líquido excesivo en el carter. - La junta de la carcasa de la bomba tiene fugas. - Adaptador suelto en la línea de aceite. - Bajo nivel de aceite. - Los cojinetes están desgastados. - El mecanismo de inversión de la bomba de aceite está quedando en una posición incorrecta. - Bomba de aceite deteriorada o gastada. - El interruptor de seguridad, para la presión baja del aceite es defectuoso.

Tabla 2.10 Secuencia de operaciones para detectar fallas en unidades condensadoras de refrigeración y aire acondicionado.

FALLAS COMUNES	POSIBLES CAUSAS
El o los ventiladores no funcionan	<ul style="list-style-type: none"> - Interruptor principal abierto. - Fusibles fundidos. - Motor defectuoso. - Reloj o termostato de deshielo está defectuoso. - Está deshelando el evaporador. - El serpentín no se enfría lo suficiente para restablecer el termostato
Temperatura de cuarto demasiado alta.	<ul style="list-style-type: none"> - Calibración demasiado alta del termostato de cuarto. - Sobrecalentamiento demasiado alto. - Sistema bajo de refrigerante. - Serpentín bloqueado o escarchado.
Acumulación de hielo en el techo, alrededor del evaporador y/o guardas del ventilador.	<ul style="list-style-type: none"> - El retardador del ventilador no retarda los ventiladores después del periodo de deshielo. - Duración del deshielo demasiado largo. - Reloj o termostato de deshielo defectuoso. - Demasiados deshielos.
Serpentín escarchado o bloqueado durante el ciclo de deshielo.	<ul style="list-style-type: none"> - La temperatura del serpentín no alcanza una temperatura superior al punto de congelación durante el deshielo. - Insuficientes ciclos de deshielo por día. - Ciclo de deshielo demasiado corto - Reloj o termostato de deshielo defectuoso.
Acumulación de hielo en la charola de drenado.	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia defectuosa. - Inclinación equivocada o insuficiente del evaporador. - Línea de drenado, tapada. - Resistencia de la línea de drenado defectuosa. - Reloj o termostato defectuoso.

Tabla 2.11 Secuencia de operaciones para hacer un diagnóstico a un evaporador.

3) Reutilización de refrigerantes en sitio.

Existen dos procedimientos con los cuales los técnicos pueden reutilizar el refrigerante sin salir del taller de servicio:

- Recuperar el refrigerante y recargarlo en el mismo equipo. Esta práctica es aceptada cuando las condiciones del refrigerante son buenas porque se presume que el equipo donde estaba contenido operaba normalmente antes de extraer el refrigerante.
- Recuperar el refrigerante y reciclarlo. Es una práctica común entre muchos técnicos de refrigeración y aire acondicionado, solo se debe tener una máquina recicladora de refrigerantes en el sitio para poder lograr la limpieza correcta del refrigerante, es importante insistir que si mezclas dos refrigerantes con diferente número de ASHRAE por más de una relación 98/2 en porcentaje en peso, esta mezcla sería imposible reciclar.

Antes de iniciar cualquier procedimiento de recuperación de refrigerantes de un sistema, se debe identificar el tipo de refrigerante que se va a extraer. Existen procedimientos específicos para identificar los refrigerantes pero mucho cuenta la experiencia del técnico para saber el tipo de refrigerante que está en el sistema. Es importante la identificación porque no se deben mezclar refrigerantes.

Los cilindros de recuperación de refrigerantes deben de cumplir con las normas DOT, donde se especifique la presión máxima de trabajo la fecha de construcción del envase y la fecha recomendada para realizar pruebas de resistencia. En la figura 2.0, se observa un envase para recuperación con doble válvula y deben estar pintados de color amarillo en la parte superior y de gris en la parte inferior. Si el cilindro está vacío, se recomienda que se le realice un vacío de 1,000 micrones para asegurar que no contenga humedad u otros contaminantes el envase.

Si el cilindro no está vacío, se debe estar seguro que refrigerante contiene para evitar contaminación cruzada si se le agrega otro tipo de refrigerante. En este caso es importante utilizar un medio de enfriamiento que ayude al trasvase de refrigerante del sistema al cilindro, esto puede ser colocando el cilindro en

una cama de hielo para bajar la temperatura del mismo y de esa forma mantener una presión baja en el cilindro facilitando la transferencia de refrigerante del sistema al cilindro.

La máquina recuperadora que se utilice puede ser con aceite o libre de aceite, realmente no hay mucha diferencia en el refrigerante recuperado si se utiliza una u otra.

2.5.1 Métodos de recuperación de refrigerantes.

Recuperar el gas refrigerante es el primer paso para reparar o darle servicio a un equipo de refrigeración, este proceso significa transferir el gas refrigerante, desde el sistema de refrigeración, hasta un cilindro para recuperar gas.

Si el refrigerante recuperado no está contaminado, se puede cargar nuevamente al sistema, después de terminada la reparación del equipo, si el gas recuperado presenta impurezas, antes de recargarlo al sistema debe pasar por un proceso de reciclado en sitio. Existen cuatro formas de recuperar el gas refrigerante:

a) Recuperar el refrigerante en fase líquida.

El tipo de recuperación en fase líquida generalmente se utiliza cuando los equipos son muy grandes y el volumen de refrigerante es también considerable. En algunos casos se puede extraer el refrigerante del tanque receptor con bombas centrífugas o bombas neumáticas y enviarlas directamente a los tanques de recuperación.

b) Recuperar el refrigerante en fase gaseosa.

Es un proceso sencillo que puede ser utilizado en cualquier sistema siempre que no contenga cantidades de refrigerante mayores a los 9 Kg. de carga. Para llevar a cabo este procedimiento se recomienda quitar los pivotes de las válvulas para acelerar el proceso de extracción y como en todas las otras variedades de extracción de refrigerante también se recomienda utilizar mangueras con válvulas de bola manuales integradas a las mangueras para evitar mayores derrames de refrigerante.

Tecnología de destrucción de refrigerantes CFCs y HCFCs	Dictamen de la evaluación del TEAP
Eficacia de Destrucción y Eliminación (EDE)**	99.99 %
Hornos de cemento	Aprobada
Incineración por inyección líquida	Aprobada
Oxidación de gases/humos	Aprobada
Craqueo en reactor	Aprobada
Incineración en horno rotatorio	Aprobada
Arco de plasma de Argón	Aprobada
Plasma de radiofrecuencia inductivamente acoplado	Aprobada
Plasma de microondas	Aprobada
Arco de plasma de Nitrógeno	Aprobada
Deshalogenación catalítica en fase gaseosa	Aprobada
Reactor de vapor supercalentado	Aprobada

** El criterio relativo a la EDE se refiere a la capacidad de la tecnología sobre la base a la cual se aprueba esta tecnología. No siempre refleja el rendimiento diario logrado, factor que estará controlado por las normas mínimas nacionales.

Tabla 2.12. Tecnologías de destrucción de refrigerantes.

Debido a que cuando se recupera en fase líquida siempre queda una fase de vapor, en los siguientes capítulos se trata un poco más a detalle las diferentes formas de recuperación en fase de vapor que de alguna forma se relacionan con la recuperación en fase líquida.

- c) Recuperar refrigerante en fase de vapor-líquido cuando el compresor no funciona.

En este proceso se recomienda calentar el sistema con lámparas para evaporar el refrigerante diluido en el aceite del sistema. Se debe tomar en cuenta algunas observaciones en este proceso:

- Se deben instalar válvulas del lado de alta y baja presión el refrigerante se extrae y se condensa en el cilindro recuperador.
- Se estima una recuperación del 80% del refrigerante debido que parte del refrigerante se recupera en fase líquida y otra parte en fase de vapor.
- Es importante extraer el refrigerante de ambos lados.
-

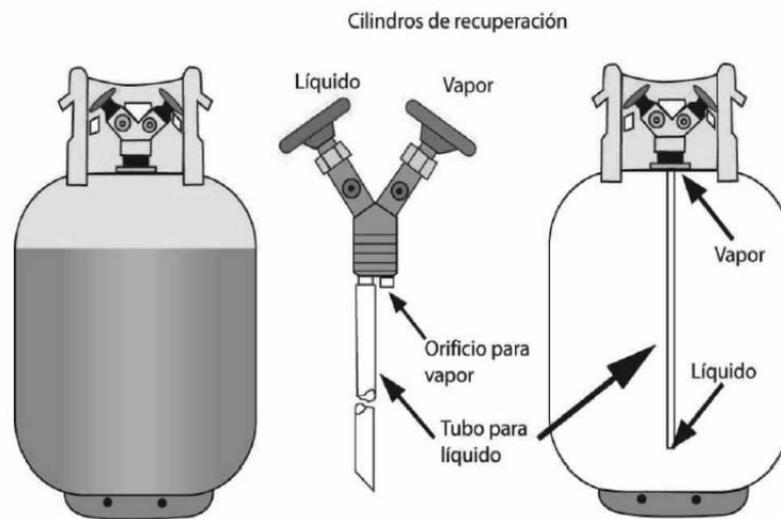


Figura 2.1 Cilindros de reciclado.

d) Recuperación cuando el compresor si está operando.

En este proceso se aprovecha la fuerza del compresor para la extracción del refrigerante, no es necesario calentar el sistema porque la presión del compresor mueve el refrigerante hacia fuera del sistema. Para realizar el proceso se requiere de los siguientes:

- Solo se instala una válvula del lado de alta presión.
- Este proceso también está aprobado por la EPA y recupera más del 90% del refrigerante del sistema.

La recuperación de refrigerantes en fase de vapor es un poco más lenta y por consecuencia involucra un mayor tiempo para evacuar sistemas.

Cuando los sistemas son grandes y en el diseño existen largos tramos de tubería la práctica de recuperación en fase de vapor no es recomendada pero en sistemas pequeños fraccionarios y hasta de 60,000 Btu/hr la recuperación en vapor puede ser una solución.

Para este proceso se requiere que las mangueras tradicionales de ¼" de diámetro deban ser sustituidas por mangueras de 3/8" de diámetro que ayudaran al proceso de recuperación. En este proceso se utilizará una máquina recuperadora que absorberá el refrigerante en fase de vapor y lo condensará para trasladarlo al cilindro de recuperación.

2.5.2 Consideraciones que se deben tomarse en cuenta antes de proceder a un cambio de gas.

A continuación se describen las medidas que deben tomar en cuenta para proceder a un cambio de gas refrigerante:

- a) No se recomienda el cambio de gas refrigerante en sistemas en donde los compresores hayan sido fabricados antes de 1973. Esto se debe a diferencias en los materiales usados para aislar al motor, cuya compatibilidad con los nuevos refrigerantes y lubricantes no ha sido evaluada.
- b) En sistemas largos se recomienda no cambiar el aceite a las 24 horas, es mejor esperar unos cinco días, para impregnar todo el sistema más eficientemente con el nuevo lubricante.
- c) Es importante considerar que los refrigerantes con un potencial alto de agotamiento PAO de la capa de ozono, ya no estarán disponibles en el mercado, por lo que es necesario hacer la reconversión o sustitución de refrigerantes, para usar únicamente los que tengan un PAO bajo o nulo.
- d) Cuando se tenga el caso de un sistema de refrigeración o de aire acondicionado con compresor hermético de R-12 sin gas, precargado con aceite alquilbenceno, sólo se tiene que hacer vacío y proceder a cargarlo con una mezcla.

2.5.3 Principales reglas a seguir para realizar el cambio de gases CFC a mezclas.

En esta sección conoceremos las principales reglas a seguir para realizar el cambio de los siguientes refrigerantes:

De CFC-12 a: MP-39 (R-401A), MP-66 (R-401B) o FX-56 (R-409A)

De CFC-502 a: HP-80 (R-402A), HP-81 (R-402B) o FX-10 (R-408A)

Se deben observar las siguientes reglas básicas, para garantizar que el procedimiento se realizó adecuadamente y el equipo operará en condiciones iguales o equivalentes a las que tenía con el refrigerante anterior.

- a) Registro de la información inicial del sistema antes del cambio de gas, para ello se debe registrar la información sobre el funcionamiento del sistema, antes de la adecuación, para establecer las condiciones operativas normales del equipo, la información debe incluir mediciones de temperatura y presión en todo el sistema, incluyendo el evaporador, la succión y descarga del compresor, el condensador y el aparato de expansión. Estas mediciones serán útiles al ajustar el sistema con el gas nuevo durante la adecuación.
- b) Debe corregirse cualquier deficiencia y registrar la información final como base de funcionamiento, buscar fugas de gas sin descargar el gas refrigerante, y si las hay debe marcarlas para repararlas, si es posible en ese momento, si no lo es, entonces más adelante, cuando se haga la prueba a presión para ese propósito.
- c) Es necesario sacar completamente el aceite mineral, para una buena operación del compresor, no debe quedar más del 5% de éste. Actualmente, la mayoría de los compresores están cargados con aceite alquilbenceno, pero en caso contrario, será necesario darle un barrido al sistema para eliminar el aceite mineral que pudiera estar en su interior.

2.6 Presencia de humedad en los sistemas

La humedad es la causa de varios problemas de funcionamiento en los sistemas de compresión de vapor y es importante entender en que se basan

estos problemas. Básicamente, la humedad puede clasificarse como visible e invisible.

La humedad “visible” consiste en una alta concentración de agua y puede constatarse a simple vista, presentándose en forma de líquido, ocasionalmente se encuentra agua en forma líquida en los sistemas, pero esto es un tanto raro.

La humedad “invisible” es una baja concentración de agua y no se puede constatar a simple vista ya que esta en forma de vapor, esta forma de humedad existe en todas partes, en todos los sólidos, líquidos y gases. Su contenido en el aire se expresa en términos de humedad relativa, en los sistemas de refrigeración esta es habitualmente la fuente de los problemas, ya que una simple gota de agua puede parecer algo inofensivo, pero para un sistema de refrigeración es un monstruo, el enemigo número uno a combatir por los especialistas del servicio de refrigeración. Lo que lo hace un enemigo tan formidable es el hecho de que la humedad puede entrar fácilmente en un sistema y es difícil de eliminarla.

2.6.1 Consecuencias de la presencia de humedad en el sistema de refrigeración.

Entre las consecuencias de la presencia de humedad en el sistema de refrigeración podemos destacar las siguientes:

- a) La humedad dentro de un sistema puede congelarse y detener el flujo del refrigerante. La humedad entrara por lo general en el flujo del refrigerante y podrá ser llevada por el líquido cerca del dispositivo de expansión y transformarse en hielo causando una restricción o incluso el bloqueo completo del flujo.
- b) A medida que la válvula de expansión se calienta, debido a la falta de refrigerante, el hielo se funde y la humedad vuelve a la válvula de expansión y una vez más genera un enfriamiento intermitente.
- c) Que se produzca o no realmente una congelación depende sobre todo de la cantidad de agua y del tamaño de las partículas de hielo formadas, pero un

taponamiento por congelación no es el único problema provocado por la humedad.

- d) Con los nuevos sistemas de refrigeración y aire acondicionado operando con lubricantes sintéticos a base de poliolester, el problema de la humedad es todavía más grande debido a que estos lubricantes son altamente higroscópicos y absorben la humedad con una velocidad mucho mayor a los lubricantes tradicionales.

La humedad induce también a la corrosión que puede crear graves problemas, debido a que los efectos de ésta no son evidentes, sino después de haberse producido graves daños. Por ejemplo, la humedad en forma de agua sola puede causar herrumbre después de cierto tiempo, no obstante la humedad con el refrigerante crea mucha más corrosión. (Ver figura 2.2).

El calor aumenta el ritmo de la corrosión provocada por los ácidos debido a que a altas temperaturas el proceso de formación de ácido se acelera, este ácido por supuesto ataca a todos los materiales con los que entra en contacto, el ritmo de corrosión de cada material está determinado por sus cualidades de resistencia a la corrosión.

El acero generalmente se corroerá a niveles de humedad inferiores a los del cobre o bronce y el lubricante presenta otro problema que plantea la humedad, el lubricante sintético a base de poliolester es una excepción a la regla de que el aceite y el agua no se mezclan, de hecho, este tipo de lubricante tiene una afinidad con la humedad y la absorberá rápidamente si es expuesto a la atmosfera solo algunos minutos.

Los lubricantes minerales no se mezclan con el agua en las mismas condiciones que los lubricantes de poliolester; sin embargo, como vienen deshidratados y preparados para ser instalados en sistemas de refrigeración, estos lubricantes también tienen el poder de absorber humedad en forma muy rápida.

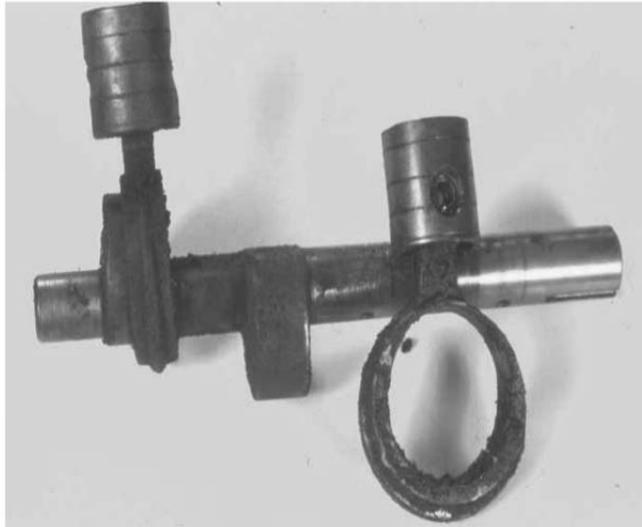


Figura 2.2 Corrosión cigüeñal de compresores

El agua transformada en ácido se emulsiona con los lubricantes refrigerantes, formando ambos una mezcla íntima de glóbulos sumamente finos, de denomina a este efecto “enlodamiento” (ver figura 2.3) del aceite y reduce grandemente su capacidad de lubricación. El lodo o los sedimentos pueden tomar la forma de líquidos fangosos, polvos finos, sólidos granulosos o sólidos pegajosos, y provoca una variedad de problemas.

Estas formas pueden tapan filtros finos, válvulas de expansión y tubos capilares, debido a que habitualmente contienen ácidos, corroen cualquier cosa a la que se adhieren, acelerando el daño.

Para eliminar problemas de humedad es necesario tomar precauciones y medidas que garanticen la ausencia de la misma en el sistema, y el modo más eficaz de eliminar la humedad de un sistema es utilizar una bomba de vacío y el elemento clave el nivel de vacío.

2.6.2 Síntomas de la presencia de humedad en el sistema.

La humedad en el sistema de refrigeración afectará al aceite y podría provocar desperfectos a la unidad y que el compresor hermético se quemara. Las oportunidades más comunes en las que puede penetrar humedad en el sistema



Figura 2.3 Piedra de filtro saturada de humedad y corrosión del sistema.

se presentan cuando hay fugas al ambiente, o durante el servicio y las reparaciones, al efectuar cambios de filtros o lubricantes. La humedad forma hielo en el dispositivo de control de refrigerante, esta condición puede reconocerse por varias observaciones:

- a) El sistema se descongelara completamente. A continuación, dado que la formación de hielo que causó el bloqueo ha desaparecido, la unidad volverá a trabajar correctamente. Pero solo por un rato antes de que se forme nuevamente el hielo en el control de refrigerante
- b) Otro síntoma es la disminución de presión. El manómetro de presión de succión muestra una disminución constante en el transcurso de varias horas llegando incluso hasta el vacío completo. Seguidamente, la presión vuelve a ser normal repentinamente. Este ciclo anormal continuara repitiéndose.
- c) Si durante el cierre del sistema, se calienta el dispositivo de control de refrigerante con un calentador de resistencia, una almohadilla caliente o un bulbo de calor radiante, el hielo se fundirá. Si el sistema comienza entonces a funcionar correctamente, es signo seguro de que hay humedad en el refrigerante.

2.6.3 Purga de los sistemas de refrigeración.

La Purga es el término que se utiliza para describir el proceso de extracción del aire, vapores, polvo o humedad que se quiere eliminar del sistema. Se permite a un gas neutro como el Nitrógeno que circule a través de la parte del refrigerador o de la tubería, forzando hacia fuera el aire y los vapores que hay que eliminar.

Los gases no refrigerantes son contaminantes que se encuentran frecuentemente en los sistemas de aire acondicionado y de refrigeración, estos gases se infiltran en los sistemas herméticos del siguiente modo:

- Hay gases no condensables presentes durante la fabricación de los sistemas y permanecen debido a una evacuación incompleta.
- Los gases no condensables se des-absorben de diversos materiales del sistema o se forman por descomposición de los mismos a elevadas temperaturas durante el funcionamiento del sistema.
- Los gases no condensables entran debido a pérdidas en el lado que baja (presión inferior a la atmosférica).
- Se forman gases no condensables a partir de reacciones químicas entre los refrigerantes, lubricantes y otro material durante el funcionamiento. Los gases reactivos químicamente, como, por ejemplo el cloruro de Hidrógeno, atacan a otros componentes en el sistema de refrigeraron.

Los gases químicamente inertes en el sistema, que no se condensan en el condensador, disminuyen la eficiencia del enfriamiento. La cantidad de gas inerte no condensable que es perjudicial depende del diseño y del tamaño del sistema de refrigeración y del tipo de refrigerante. Su presencia contribuye a tener presiones de descarga superiores a los normales y a la consiguiente temperatura de descarga más elevada. Las temperaturas más elevadas aceleran las reacciones químicas indeseables. Los gases que se pueden encontrar en las unidades de refrigeración herméticas incluyen al Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de Carbono, Monóxido de Carbono, Metano e Hidrógeno. Los primeros tres gases enumerados provienen de la evacuación incompleta del aire o de una fuga en el lado de baja del sistema. El Dióxido de Carbono y el

Monóxido de Carbono habitualmente se forman cuando se recalientan los materiales aislantes orgánicos.

Se ha detectado Hidrógeno cuando el compresor está sufriendo mucho desgaste en los rodamientos. En un equipo bien diseñado y que funciona debidamente se encuentran solo trazas de estos gases.

2.6.4 Vacío en los sistemas de refrigeración.

Muchos de los técnicos en campo no conocen lo perjudicial que puede ser para el sistema y para la calidad del servicio que ellos mismos brindan, el no hacer el vacío al sistema de la manera correcta, no tienen la conciencia de las fallas potenciales que se pudieran presentar después de la puesta en marcha del equipo, ocasionando que el técnico regrese por una o varias llamadas de garantía por parte del cliente, y en los casos más graves se requerirá el cambio del compresor.

Los técnicos que ejecutan el proceso del vacío lo hacen usando otro compresor de refrigeración, que está hecho para bombear gas refrigerante, o lo hacen con el mismo compresor de refrigeración del sistema y habrá que mencionar que, generalmente, no se cuenta con el equipo de medición adecuado para poder saber si se hace el vacío correcto, según el tipo de lubricante con el que se esté trabajando.

- 1) Hay que analizar qué es lo que pasa si no se hace el vacío correcto al sistema, lo primero que ocurre es que se tiene la presencia de gases no condensables en el sistema, éstos ocasionan:
 - a) Que suba la temperatura en el lado de alta presión del sistema.
 - b) Que la válvula de la descarga se caliente más de lo debido.
 - c) Que se formen sólidos orgánicos, que ocasionen fallas en el compresor.
- 2) Si esta humedad se congela en el interior de la válvula de expansión y trava el mecanismo interno, se tienen dos síntomas: La válvula de expansión no suministra suficiente gas refrigerante.

- a) Esta condición se presenta si se traba la válvula cuando esté cerrada y los síntomas en el sistema son: La temperatura de la carga que se está enfriando es alta. (Aire o agua que sale del evaporador).
 - b) El sobrecalentamiento en el sistema es alto.
 - c) La presión de la succión es más baja de lo normal.
- 3) La válvula de expansión suministra demasiado gas refrigerante.
- Esta condición se hace presente si se traba la válvula cuando esté abierta y los síntomas en el sistema son:
- a) Retorno de refrigerante líquido al compresor.
 - b) El sobrecalentamiento es demasiado bajo.
 - c) La presión de la succión es normal o más alta de la esperada.

Pero si se tienen aire y humedad atrapados en el sistema, se dan las condiciones para que le ocurra lo siguiente: al combinarse estos dos elementos con un gas refrigerante con Cloro y Flúor, y mediante un proceso químico conocido como hidrólisis, se obtienen ácidos clorhídricos y/o ácidos fluorhídricos, dependiendo del tipo de gas, además de lodos en el sistema.

Esta combinación es letal para los compresores de tipo hermético y semi-hermético, ya que ocasiona anomalías prematuras en los motores eléctricos contenidos en el interior, atacando el barniz aislante, al grado de hacerlo fallar hasta que éste se vaya a tierra.

En el inicio se mencionó que, muchas veces, se hace el vacío con el propio compresor, ahora hay que revisar qué le pasa al compresor si se hace así:

- Para empezar, se daña el aislante del compresor de manera importante, ya que una de las características que tienen los compresores herméticos y semiherméticos es que los motores eléctricos son enfriados con gas refrigerante, así que si se hacen trabajar sin su medio de enfriamiento, los devanados del motor se calientan y se comienza a dañar el compresor, y apenas se está poniendo en marcha el sistema.
- Lo segundo que pasa es que, por ley física, las bobinas eléctricas producen arcos eléctricos sólo por el hecho de que circule una corriente eléctrica a través de ellas, cuando se encuentran en una condición de vacío.

Como se ha analizado anteriormente, no es correcto y no se debe hacer vacío con el compresor del sistema, ya que aparte de que no se logra llegar al vacío correcto, se calienta la bobina del motor y además se deja alguna de las condiciones descritas anteriormente, que ocasionan la falla prematura del compresor.

Para poder evacuar debidamente un sistema, hace falta una buena bomba de vacío y la misma debe tener las siguientes características:

Régimen de flujo apropiado para el sistema a evacuar

- Tener una eficiencia de bombeo elevada.
- Tener un regulador de gas para eliminar la condensación de vapor dentro de la entrada de la bomba y el filtro de escape.

Se debe elegir la bomba de vacío adecuada para la capacidad del equipo que deseamos evacuar, es importante mencionar que el proceso de vacío también se ve afectado por la altura sobre el nivel del mar donde se efectúe el proceso de vacío, así una ciudad que se encuentre a nivel del mar requerirá menos tiempo para lograr el vacío adecuado.

La longitud de las tuberías es posible que afecte en el tiempo de vacío sin embargo con una bomba adecuada las longitudes no ejercen gran influencia en el proceso de vacío.

La temperatura ambiente si es un factor que puede influir en el proceso de vacío, por esa razón se recomienda que los sistemas se calienten con lámparas incandescentes para acortar el proceso.

Para saber si la bomba de vacío que estoy utilizando es la bomba apropiada se debe seguir una regla muy sencilla, los principales fabricantes de bombas de vacío mencionan que una bomba de 1 CFM es capaz de hacer un buen vacío a un equipo con capacidad hasta de 7 toneladas de refrigeración.

Así que si se tiene un sistema de 40 toneladas de refrigeración se requerirá una bomba de: $40 / 7 = 5.71 \approx 6$ CFM, de capacidad.

Es importante insistir que el proceso de vacío de un sistema debe medirse con un vacuómetro que es el instrumento que nos ayuda a saber exactamente el nivel que tenemos de vacío en el sistema. El vacío de un sistema no se mide

por tiempo, se mide por la cantidad de micrómetros, milipascales o cualquier otra medida de vacío que se maneje con mayor familiaridad , siguiendo esta regla es muy posible que nuestros tiempos de servicio y/o mantenimiento en equipos se reduzca debido a que se tiene la idea que lograr un buen vacío requiere de muchas horas de estar haciendo el proceso y es una idea equivocada ya que con el vacuómetro se puede observar en forma muy sencilla si he llegado al vacío adecuado y en la mayoría de los casos es en menor tiempo de lo que se espera.

2.6.5 Proceso del vacío en en sistema de refrigeración.

Un sistema de refrigeración debe contener únicamente el refrigerante en estado líquido o gaseoso junto con aceite seco, por ello todos los vapores, gases y fluidos deben ser eliminados, y estas sustancias pueden ser eliminadas conectando el sistema a una bomba de vacío y permitiendo que la bomba funcione continuamente hasta llegar a un vacío profundo en el sistema. A veces es necesario calentar las partes a 49 grados Celsius mientras se está haciendo el vacío profundo; a fin de eliminar toda la humedad indeseable, caliente las partes utilizando aire caliente, lámparas para calentar o agua caliente.

Evacue el sistema siempre que éste sea abierto para un servicio o como cuando pase lo siguiente:

1. Al reemplazar un compresor, condensador, secador, evaporador, etc.
2. Cuando el sistema no tiene refrigerante.
3. Cuando el refrigerante está contaminado.
4. Cuando se carga lubricante.

2.6.6 Como evacuar un sistema de refrigeración.

Existen varios procesos para llegar al vacío que requiere un sistema, iniciaremos con el proceso más sencillo que es el del vacío directo conectando la bomba de vacío hasta llegar a la cantidad de micrones requerida según el tipo de lubricante que tengo en el sistema. Esto es alcanzar los 500 micrones si

el sistema contiene lubricante Alquibenceno y/o mineral. Alcanzar los 250 micrones si el sistema contiene un lubricante sintético a base de Poliolester.

Se puede hacer un proceso de vacío más estricto que involucra un tiempo adicional pero es más seguro y es especialmente adecuado en sistemas grandes. Como sigue:

- a) Como primer paso podemos hacer un arrastre de nitrógeno seco en el sistema, esto va a permitir que gran parte de la humedad que se encuentra en el sistema pueda ser absorbida por el nitrógeno. Es muy importante asegurarse de utilizar un regulador de presión para el manejo de este tipo de gas (ver Figura 2.4)
- b) Presurizar el sistema con nitrógeno. Verificar si hay fugas y mantener la presión durante un lapso y ver si el manómetro indica un cambio.
- c) Cuando se constate que el sistema no tiene fugas eliminar el Nitrógeno. Conectar una bomba de vacío adecuada tanto del lado de aspiración como del lado de descarga del compresor. Abrir todas las válvulas, al igual que las válvulas solenoides. Utilizar un múltiple de manómetros y vacuómetro. Dar tiempo para la difusión del vapor de agua y de aire.
- d) Se sugiere que se conecten los manómetros de los dos lados del sistema para hacer más rápido el proceso.
- e) También es importante que se caliente el sistema para hacer que la humedad sea removida con mayor facilidad.
- f) Cuando se haya logrado un vacío satisfactorio (500 micrones) detener la bomba y dejarla por algún tiempo (media hora) para ver si la aguja se mueve hacia el lado de presión atmosférica. Si sucede esto, podría deberse a dos razones; o bien hay una fuga, o bien hay todavía humedad en el sistema. Si la presión (vacío) se mantiene considerablemente pareja durante el mismo lapso de tiempo, el circuito esta evacuado correctamente y está seco y libre de fugas.
- g) Ahora puede empezarse a cargar el refrigerante rompiendo el vacío, ya sea directamente hacia el lado del líquido de alta presión, o hacia el lado de la aspiración cuando el compresor no esté funcionando.

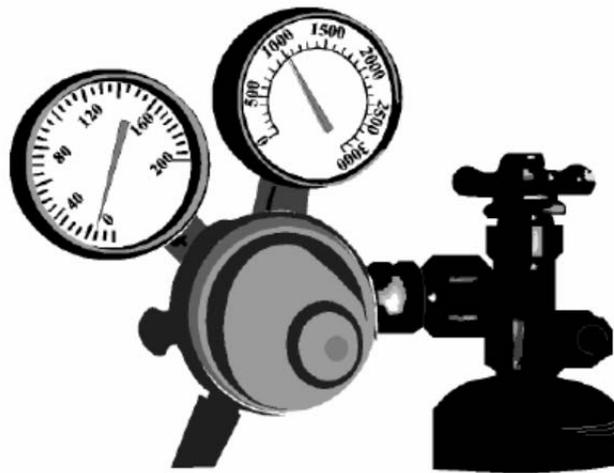


Figura 2.4 Regulador de presión.

2.6.7 Aceites y cambio de aceite en el sistema de refrigeración.

Para la lubricación de los compresores de refrigeración se utilizan aceites especiales. El tipo de aceite proporcionado originalmente se especifica a menudo sobre una placa de datos relativos al aceite y es apropiado para las condiciones de funcionamiento pertinente. Si hay que añadir aceite, debe utilizarse la misma marca, debe evitarse mezclar diferentes marcas de aceite.

Los aceites para motores no pueden utilizarse en un sistema de compresores a base de CFC-12 o HCFC-22 ni se puede utilizar aceite usado incluso cuando es regenerado. El aceite utilizado absorbe humedad del aire y también provoca corrosión en el compresor, especialmente en los compresores de Amoniaco.

El aceite debe almacenarse en un lugar libre de humedad en recipientes cerrados herméticamente usándose únicamente envases secos para el rellenado es aconsejable colocar un cartucho secador en la ventilación de aire del recipiente de almacenamiento para impedir la entrada de humedad cuando se extrae el aceite.

Dentro de los sistemas herméticos el lubricante está en contacto íntimo con el bobinado de los motores eléctricos, por ello el aceite debe por lo tanto tener gran compatibilidad con los materiales y gran estabilidad térmica. Las propiedades de miscibilidad de aceite y refrigerante son indispensables para garantizar un mantenimiento mínimo del sistema y retorno de lubricante al compresor evitando de esa manera la condición extrema de agotamiento del aceite del compresor.

Las propiedades combinadas de viscosidad características de humedecimiento de las superficies y solubilidad de refrigerante (para mantener la fluidez del aceite de baja temperatura) no solamente contribuyen a la circulación del lubricante si no que afectan también a las características de la películas sobre las superficies de transferencia de calor y, posteriormente a la eficiencia energética. Un buen aceite lubricante tiene las siguientes propiedades.

- a) Bajo contenido parafínico: La separación de la parafina de la mezcla del aceite lubricante puede taponar los orificios de control.
- b) Buena estabilidad térmica: No deben formarse depósitos duros de carbón en los puntos calientes del compresor.
- c) Buena estabilidad química: No debe hacer ninguna reacción química con el refrigerante ni los materiales que habitualmente se utilizan en los sistemas.
- d) Bajo punto de fluidez: capacidad del aceite de mantenerse fluido a la más baja temperatura del sistema.
- e) Baja viscosidad: capacidad de lubricante de mantener buenas propiedades de lubricación a temperaturas elevadas y buena fluidez a bajas temperaturas; de proporcionar una buena película lubricante en todo tiempo.

2.7 Tipos de lubricantes.

El tipo de aceite que utiliza un compresor depende del gas refrigerante seleccionado para la operación del sistema de refrigeración, ya que dependiendo de su aplicación el gas refrigerante tiene una composición química diferente, en estos casos el aceite a utilizar debe ser compatible con la

composición química del mismo, es por eso que se deben diferenciar los tipos de aceite a utilizar en cada compresor dependiendo del tipo de gas refrigerante con el que será cargado el sistema de refrigeración.

2.7.1 Lubricantes minerales.

Los lubricantes minerales empleados en los orígenes de la refrigeración por compresión mecánica eran medianamente tolerantes a la presencia de humedad, en comparación con la tolerabilidad de los actuales refrigerantes sintéticos, y muy en particular los poliolésteres que es necesario emplear en sistemas que requieren HFC para su operación.

Los lubricantes minerales, obtenidos por destilación de petróleo, deben ser especialmente seleccionados para tolerar diversas condiciones de trabajo:

- a) Debe ser un excelente lubricante a altas temperaturas.
- b) Permanecer inalterable en un rango de temperaturas extendido [desde la temperatura en la válvula de descarga del compresor que puede alcanzar valores puntuales elevados, hasta la temperatura de evaporación del gas con que se lo emplea.
- c) Capacidad de mezclarse adecuadamente con el refrigerante (miscibilidad) de manera que la proporción de aceite que inevitablemente es transportado por el refrigerante a lo largo del sistema de refrigeración permanezca unido a este y retorne al compresor.
- d) Índice de viscosidad alto, de manera que al bajar su temperatura en el evaporador no aumente su viscosidad y tienda a depositarse allí, separándose del refrigerante que vuelve al compresor.
- e) Punto de floculación bajo, definido este como la temperatura a la cual el componente parafínico de un aceite mineral se solidifica, depositándose como sedimento, lo cual invariablemente se produce en el dispositivo de expansión, creándose como consecuencia una restricción al flujo de refrigerante que puede llegar a convertirse en obstrucción permanente.
- f) Higroscopicidad, definida como la capacidad de retener humedad mediante la interacción de fuerzas de atracción molecular de una sustancia con el

agua; como las principales propiedades a buscar en un aceite lubricante de refrigeración.

2.7.2 Lubricantes sintéticos tipo Alquilbenceno.

Los lubricantes sintéticos tipo Alquilbenceno, debido a sus virtudes sobresalientes en propiedades lubricantes y sobre todo a su alta estabilidad química y térmica, además de la ausencia de parafinas, han venido sustituyendo a los aceites minerales en sistemas operando con CFC y HCFC. El hecho que sean altamente giroscópicos es considerado por los fabricantes de compresores como una variable manejable mediante la implementación de medidas de control de humedad durante la producción y carga del lubricante y en cuanto a la creación de las condiciones aceptables en un sistema, alcanzando niveles de deshidratación máximos que se logran mediante el empleo de filtros secadores de suficiente capacidad y un efectivo proceso de deshidratado del sistema mediante vacío profundo.

2.7.3 Lubricantes sintéticos tipo Poliolésteres.

Los lubricantes sintéticos denominados Poliolésteres, son muchísimo más higroscópicos que los aceites minerales, y aún comparados con los sintéticos tipo Alquilbenceno, con niveles de saturación de humedad del orden de 1000 ppm, en comparación con 100 ppm para los aceites minerales y 200 ppm para los Alquilbencenos. Por lo tanto, las precauciones necesarias durante su carga, así como los niveles de humedad requeridos son igualmente estrictos, y deben emplearse métodos cuidadosamente controlados durante su empleo.

2.7.4 Lubricantes sintéticos tipo Alquilglicoles.

Estos fueron los primero lubricantes desarrollados para ser empleados con el refrigerante R134a. Si bien sus propiedades lubricantes son mejores que las de los Poliolésteres, son mucho más higroscópicos, con niveles de saturación de humedad del orden de 10.000 ppm. Ello exige extremo cuidado cuando se presta servicio a sistemas de aire acondicionado, para evitar las consecuencias

que estos niveles de humedad provocarán en el sistema, de no efectuarse un vacío adecuado, los lodos que se forman como consecuencia de esto obstruyen los filtros secadores y dispositivos de expansión que producen daños a los compresores por fallas de lubricación.

2.7.5 Cambio de aceite en el sistema de refrigeración.

No hay modo de determinar el aceite de la mayoría de los compresores herméticos soldados. Este tipo de compresor está destinado principalmente a su instalación en sistemas diseñados, armados y cargados en fábricas en que la carga de aceite puede medirse con precisión en el sistema en el momento del montaje original. En caso de fuga, si la cantidad de aceite perdida es pequeño y puede calcularse razonablemente, esta cantidad debe añadirse al compresor pero si existe una pérdida importante de aceite, el técnico de servicio debe retirar el compresor, purgar el aceite y añadir la medida correcta de carga antes de volver a colocar el compresor.

Los compresores semi-herméticos y de tipo abierto están equipados normalmente con mirillas de cárter, el nivel de aceite debe mantenerse por encima, o ligeramente por encima del centro de la mirilla mientras está funcionando. Un nivel de aceite anormalmente bajo puede resultar en una pérdida de lubricación, mientras que un nivel de aceite excesivamente elevado puede resultar en un empaste de aceite y posibles daños a las válvulas de compresor o una excesiva circulación de aceite. El nivel de aceite puede variar considerablemente en la puesta inicial en marcha si hay refrigerante líquido presente en el cárter y debe verificar el nivel de aceite con el compresor en marcha después de haber llegado a una condición estabilizada.

El aceite absorberá siempre algo de refrigerante y para evitar la emisión de refrigerante una alternativa podría consistir en instalar un calentador de aceite o utilizar una unidad de recuperación antes de abrir la conexión de aceite un procedimiento posible sería:

- Hacer funcionar el calentador de aceite.
- Descargar el refrigerante gaseoso.

- Descargar el aceite en recipientes apropiados y marcados, de ser necesario con ayuda de Nitrógeno.

2.7.6 Como recargar el aceite de un compresor hermético

Para recargar una cantidad determinada de aceite, el compresor debe retirarse del sistema y el aceite debe extraerse de la línea de aspiración inclinando el compresor. La cantidad exacta de aceite debe de saberse claramente antes de comenzar la recarga verifíquese el manual de instrucción para la recarga completa.

Para evitar que haya demasiada mezcla de refrigerante en el aceite y evitar la emisión de refrigerante podría instalarse un calentador de aceite. Después de haberse reinstalado el compresor, el sistema debe ser evacuado entonces mediante una válvula de acceso o el tubo de proceso antes de recargarlo con el refrigerante y hacerlo funcionar. No utilizar nunca aceite de botellas o tambores que han quedado abiertos.

2.7.7 Como agregar aceite a un compresor semi-hermético o abierto.

Si el compresor está equipado con un orificio para rellenado de aceite en el cárter, el medio más simple e añadir aceite es aislar el cárter del compresor y verter, o bombear en el mismo la cantidad exacta de aceite. Si el sistema no contiene ningún refrigerante o si el compresor está abierto para reparaciones no hace falta ninguna precaución especial aparte de las medidas normales de mantener el aceite limpio y seco, dado que el sistema debe evacuarse antes de hacerlo funcionar. Si el compresor contiene una carga de refrigerante cerrar la válvula de aspiración del compresor y reducir la presión del cárter a aproximadamente 0.07 Bar ó 0.14 Bar (1 ó 2 psig), detener el compresor y cerrar su válvula de descarga.

El Método más utilizado es el de la bomba de aceite, los técnicos de servicio o bien ya han fabricado, o ya han comprado una pequeña bomba de aceite para añadir aceite a los compresores. La bomba es muy similar a un pequeño inflador de bicicleta y permite añadir aceite a un compresor en funcionamiento a

través del punto de acceso de servicio en caso de necesidad o puede utilizarse para añadir aceite directamente al cárter cuando el espacio no pueda permitir una alimentación por gravedad cuando el compresor está funcionando, la válvula de verificación de la bomba impide la pérdida de refrigerante permitido al mismo tiempo que el técnico de servicio desarrolle suficiente presión para superar la presión de aspiración en marcha y añadir aceite según la necesidad.

En caso de emergencia en que no se disponga de bomba de aceite y que no se pueda tener acceso al compresor el aceite puede introducirse en el compresor a través de la válvula de servicio de aspiración. Hay que tener sumo cuidado para asegurarse que no se introduce aire en el compresor.

2.7.8 Impacto de lubricantes en las medidas de recuperación.

Desde la aparición de los nuevos refrigerantes a base de hidrofluorocarbono (HFC) Que no agotan la capa de ozono, y que no son compatibles con los aceites normales, los fabricantes de aceites han estado trabajando para crear una nueva serie de lubricantes miscibles con HFC's.

Los lubricantes de compresor convencionales son miscibles con los refrigerantes CFC's y HCFC's pero no lo son con los HFC's sustitutivos que no agotan la capa de ozono. La utilización de un lubricante convencional que no sea miscible conjuntamente con el HFC-134a afecta negativamente a la eficiencia de la unidad refrigerante. En ese caso, el aceite no miscible se separa en masas congeladas del refrigerante dentro del condensador y de esa manera impide el flujo, especialmente a través de los dispositivos de expansión (Tubos capilares o válvulas de expansión) causando a menudo taponamientos en los sistemas.

Después de haber pasado a través del dispositivo de expansión, el aceite no miscible se depositara en el fondo de los tubos del evaporador causando nueva degradación del flujo y de la transferencia de calor.

En algunos casos la falta de aceite de retorno al compresor puede aumentar el desgaste de los componentes y, en su momento, desperfectos debidos a la subalimentación de lubricante.

2.7.9 Higroscopia y contaminación

Los fabricantes de lubricantes han desarrollado una amplia gama de nuevos lubricantes sintéticos a base de Poliéster, que han sido sintetizados específicamente para proporcionar la miscibilidad con los HCF'S como el HCF-134a, en especial para una amplia gama de temperaturas. Los lubricantes han sido probados con muchos gases refrigerantes y se ha constatado que son miscibles con la mayoría de los CFC HCFC y el HCF-134a.

Los lubricantes de Poliéster son más higroscópicos que los aceites minerales Nafténicos. Se saturan aproximadamente a mil ppm de la humedad atmosférica, en comparación con unas cien ppm para los aceites minerales por esa razón no deben estar más de 12 minutos expuestos al medio ambiente para evitar su saturación de humedad.

Es necesario hacer hincapié en el que el interior del sistema de refrigeración debe estar rigurosamente limpio en todo momento. Cualquier clase de contaminación puede provocar desperfectos continuos y daño permanente a las partes metálicas internas. Mientras que en las líneas de producción en fábrica se practican procedimientos metódicos de limpieza, disponiéndose incluso de salas de montajes climatizadas las instalaciones que se llevan a cabo en el terreno carecen naturalmente de estas facilidades, la posible entrada de aire y de polvo cuando se abren los extremos de tubos, válvulas y otras partes representan un grave peligro, por esta razón se debe tener sumo cuidado en todas las etapas para evitar más tarde costosas reparaciones. El contaminante más evidente es el aire húmedo, la humedad y el aire provocan la corrosión metálica además del resultado más obvio de obstruir la válvula de expansión con cristales de hielo.

Cuando la instalación se extiende por varios días el aire tiene amplia oportunidad de entrar en el extremo abierto de la tubería de cobre, en las válvulas del compresor y en el evaporador especialmente la atmósfera húmeda de un edificio en construcción.

2.8 Principales contaminantes en los sistemas de refrigeración.

Dentro de los principales contaminantes en los sistemas de refrigeración podemos mencionar los siguientes:

a) Polvo.

Un peligro para el sistema lo representan también las partículas de polvo, lo cual significa toda materia sólida que se ha introducido a los tubos, válvulas y otras partes abiertas. De nuevo, esta posibilidad existe especialmente cuando se están realizando renovaciones o cuando se están construyendo locales nuevos. El polvo que se ve acumularse sobre las superficies exteriores es prueba de lo que está sucediendo adentro si se permite lo mismo. Para impedir este riesgo es necesario tapar.

b) Materias extrañas.

Otro riesgo es la introducción de materias extrañas debido al descuido. Por ejemplo, al limpiar los extremos de los tubos antes de soldarlos puede suceder que se deje entrar limaduras en la tubería de cobre. Obviamente hay que tomar precauciones para que esto no ocurra ya sea asiendo el rellenado con la punta del tubo apuntando hacia abajo, o si esto no fuera posible, tapando el tubo con un trapo limpio. Otra eventualidad es que se utilice la soldadura de manera que fluya en exceso a través de la junta del tubo, donde puede solidificarse formando partículas móviles de diferente tamaño, si esto sucede en la parte de la aspiración, existe un verdadero peligro de que dichas partículas causen muchísimo daño. En todo caso, el filtro puede ocultar obstruido.

c) Formación de costras internas.

Durante la soldadura, pueden producirse costras internas que serán desplazadas por el paso del refrigerante siendo esta otra posible causa de obstrucción para impedir esto, debe introducirse una columna finísima de nitrógeno seco y exenta de oxígeno dentro de la tubería mientras se está soldando, esto elimina el oxígeno e impide la formación de escamas. Incluso con todas las precauciones que se estén tomando sigue siendo una buena práctica insertar filtros de paño en la aspiración del compresor para

recoger todo residual restante antes de que pueda llegar al compresor. Estos filtros no deben dejarse de modo permanente, dado que restringirán el flujo de refrigerante y deben retirarse después de más o menos un día de uso. La cantidad de materia recogida de esta manera es prueba evidente de su utilidad.

2.9 Mantenimiento en unidades de refrigeración y aire acondicionado.

Los sistemas de refrigeración deben inspeccionarse y mantenerse de manera regular y minuciosa. Para minimizar las emisiones, el refrigerante y el aceite deben ser transferidos con la mínima pérdida posible. La frecuencia de las inspecciones y mantenimiento necesarios depende de la intensidad de luz o uso del sistema de la carga del refrigerante y del carácter del sistema toda fuga detectada debe ser subsanada inmediatamente para eliminar fugas, la sección correspondiente al sistema debe aislarse, y el refrigerante que contiene esta última debe transferirse o bien dentro del sistema o bien a un recipiente del servicio para refrigerante. El mantenimiento incluye una verificación de la debida función y del reglaje correcto de los controles y dispositivos de seguridad.

2.9.1 Inspección periódica y mantenimiento preventivo

Una vez instalado un equipo y verificadas las condiciones normales de operación, cualquier variación en estas pueden ser indicio del comienzo de una condición de falla. Mientras más temprano se detecte una condición de operación que no responda al funcionamiento normal, es más probable hacer una reparación de menor costo y menos invasiva, que no necesite extraer el refrigerante del sistema.

Es menos costoso:

- Limpiar periódicamente el serpentín del condensador.
- Limpiar periódicamente el serpentín del evaporador.
- Eliminar el hielo adherido a las paredes del evaporador, sin emplear objetos punzo penetrantes.

- Cambiar empaques de puertas en mal estado.
- Observar que el compresor arranque y pare a intervalos regulares de cierta duración y no en intervalos cortos (síntoma de operación por actuación del protector termo-amperométrico).
- Revisar que la temperatura de confort, conservación o congelación se alcance con el termostato de control puesto en posiciones intermedias (nunca en el extremo superior).
- Verificar las líneas de fuerza en motores, que no se encuentren recalentadas.
- Verificar el apriete de terminales y conexiones de fuerza y control.
- Verificación del Amperaje de los motores en funcionamiento para ser comparados con su valor nominal.
- Verificación del voltaje de alimentación eléctrica, que esté en el rango de operación nominal.
- Limpieza de contactos en dispositivos de control.
- Verificación de los niveles de aceite en los compresores.
- Verificación de las presiones de gas refrigerante, tanto en la línea de succión como en la línea de descarga de las tuberías de refrigeración.
- Verificación de posibles fugas en todos los accesorios y acoples de las tuberías de refrigeración.
- Verificación de la posible presencia de humedad del refrigerante en las líneas de refrigeración.
- Lectura de la temperatura de aire de evacuación de calor en el condensador.
- Lectura de la temperatura de aire en la descarga del evaporador.
- Reporte de parámetros de funcionamiento, en base a los datos de placa y los datos de funcionamiento, por parte de personal capacitado.
- Otro aspecto de cuidado regular del equipo, que esperar hasta que la situación irregular provoque finalmente la falla del compresor e irremediamente la necesidad de su sustitución con la consiguiente obligación de recuperar el gas que (en caso de motor quemado), no podrá ser ni siquiera regenerado y deberá ser destruido.

Considerando que un sistema de refrigeración está diseñado para operar bien durante un largo período de tiempo, el cual, oscila entre 5 años para pequeñas unidades comerciales de uso intensivo y a más de 30 años para grandes unidades de refrigeración industrial, hay que tomar en cuenta la importancia que tiene un programa de mantenimiento preventivo y la revisión permanente de las condiciones de trabajo del equipo, observando variaciones de estas que pudiesen indicar una situación que derive en una falla a corto, mediano o largo plazo.

Las personas responsables del cuidado y mantenimiento del equipo deben estar preparadas para determinar, a partir del seguimiento del desempeño normal, cuándo algún parámetro esté presentando desviaciones que hagan sospechar que un componente del sistema esté presentando funcionamiento irregular. En tal caso, corresponderá sustituir este dispositivo una vez confirmado el diagnóstico preliminar, a fin de evitar que su accionamiento fuera de los parámetros de diseño provoque daños consecuentes a otros componentes de mayor costo, cuya reparación o sustitución represente no solo costos mayores sino también la necesidad de realizar reparaciones que requieran extraer el gas del sistema, con la secuela de riesgos que ello implica de fugas de este a la atmósfera.

Mientras antes se lleve a cabo un diagnóstico acertado de una falla menor, mucho más efectiva será la reparación que deba efectuarse.

2.9.2 Detección de fugas.

Cuando se sospeche que un sistema tiene fugas, debe verificarse la totalidad del mismo marcándose las fugas constatadas para su rectificación, nunca debe suponerse que un sistema tiene una sola fuga.

Cabe notar que las lámparas de Halón tradicionales no pueden utilizarse con los HFC's como por ejemplo, el R-134a, por cuanto exigen la presencia de cloro para producir una llama de color. La detección puede efectuarse electrónicamente. Muchos sensores utilizan el diodo calentado o descarga de corona como método de detección.

Estos sensores han sido ajustados para medir el contenido de cloro. Con la introducción de los HFC a base de flúor, el cloro ha sido eliminado por completo. Hacen falta aproximadamente 120 partes de flúor para igualar a una parte de cloro. Por consiguiente es necesaria mucha amplificación para producir una señal de alarma fiable.

2.9.3 Las causas de las fugas.

Toda fuga de refrigerante es provocada por una falla del material. El mecanismo que crea la falla de material es atribuible normalmente a uno o más de los siguientes factores:

- a) Vibración: La vibración es un factor importante en la falla de material y es responsable del endurecimiento del cobre, la desalineación de las selladuras, el aflojamiento de los pernos que se afirman en los rebordes, etc.
- b) Cambios de presión: Los sistemas de refrigeración dependen de los cambios de presión para su funcionamiento. El régimen del cambio de presión tiene diferentes efectos sobre los diversos componentes del sistema lo cual resulta en esfuerzos del material y una expansión y contracción diferencial del mismo.
- c) Cambios de temperatura: Los sistemas de refrigeración constan frecuentemente de materiales diferentes de diferente espesor. Los rápidos cambios de temperatura resultan en esfuerzos del material y una expansión y contracción diferencial del mismo.
- d) Desgaste por fricción: Hay muchos casos de desgaste por fricción que provocan falla del material y pueden deberse tanto como a un trabajo al hecho en la tubería fija como a las empaquetaduras de los tubos.
- e) Selección incorrecta de material: En varios casos se han seleccionados varios materiales que son inapropiados; por ejemplo, ciertos tipos de mangueras flexibles adolecen de una incidencia de fugas conocida y se han utilizado materiales que se sabe que fallan en determinadas condiciones de vibración, presión y cambios de temperatura.

f) Control de calidad malo: A menos que los materiales utilizados en el sistema de refrigeración sean de una norma elevada y constantes los cambios de la vibración, presión y temperatura provocaran fallas.

g) Accidentes: Esto se produce raramente pero hay que tener cuidado de proteger de accidentes a los sistemas presurizados.

Como todas estas características están presentes en los sistemas de refrigeración, la posibilidad de fugas de refrigerante debidas a falla del material está siempre presente. La fuente más probable de fugas es una junta mecánica donde se unen invariablemente materiales diferentes.

2.9.4 Métodos de detección de fugas.

Existen varios métodos para localizar fugas en un sistema de refrigeración. La gran mayoría son simples, unos son muy económicos, otros se basan en detectores de tecnología avanzada, lo cual es muy recomendable para realizar buenas prácticas.

a) Prueba de fugas con jabón o burbuja.

El método más simple y más antiguo de detección de fugas es la utilización de burbujas de jabón. Moje con jabón líquido o detergente el punto donde se sospecha que haya fugas y si las hay aparecerán burbujas. A pesar de su simplicidad el método de la burbuja de jabón puede ser sumamente útil para determinar una fuga que sea difícil de localizar.

b) Detector de fugas con gas.

La detección de fugas más ampliamente utilizada para el servicio del terreno es la lámpara de gas consiste en un en un pequeño tanque portátil de propano o gas de petróleo líquido, una manguera de inspección y un quemador especial que contiene un elemento de cobre.

El gas alimenta una pequeña llama en el quemador, provocando un pequeño vacío en la manguera husmeadora. Cuando la manguera pasa cerca de una fuga, el refrigerante es absorbido por la manguera y se inyecta en el quemador que está debajo del elemento de cobre. Una pequeña

cantidad de refrigerante que se queme en presencia del cobre tendrá un color verde brillante (ver figura 2.5) . Una cantidad mayor se quemara con una llama cobre. Una pequeña cantidad de refrigerante que se queme en presencia del cobre tendrá un color verde brillante. Una cantidad mayor se quemara con una llama de color violeta. Al verificar fugas con la lámpara observe siempre la llama para ver si existe el menos cambio de color. Debido a su baja sensibilidad ya no se recomienda su utilización.

c) Detección electrónica.

El detector de fugas electrónico es el tipo más sensible disponible (ver Figura 2.6). Los hay de costo razonable y puede detectar diversas fugas de una fracción de 100 ppm, +/- 5ppm, que a menudo escapan a la detección con otros métodos. Debido a su extrema sensibilidad los detectores electrónicos pueden utilizarse únicamente en una atmósfera limpia no contaminada por vapor de refrigerante ni humo, ni vapor de tetracloruro de carbono ni otros disolventes que puedan dar una reacción falsa.

d) Lámpara de rayos ultravioleta.

El método de la fluorescencia ultravioleta detecta el material (tinte trazador) que se agrega al aceite lubricante (ver Figura 2.7). Algunos aceites lubricantes están siempre mezclados con el refrigerante y cuando la lámpara ultravioleta apunta hacia el sistema donde hay una fuga, la traza que está escapando brillara. La detección de fugas por fluorescencia mediante rayos ultravioleta revela la fuente exacta de las fugas de refrigerante, este tipo de equipo de verificación de fugas de refrigerante se utiliza únicamente en sistemas con aceite mineral y aceites a base de esterres. No se recomienda a la luz directa del sol en la sala donde se está llevando a cabo la verificación de fugas.

Las fugas pueden detectarse pasando una botella abierta o una comprimible de ácido clorhídrico concentrado en la proximidad de la presunta fuga. En el punto de la fuga se formara un humo blanco denso de cloruro de amoniaco. El papel de tornasol rojo o el de fenolftaleína sufrirá un cambio de color en una atmósfera de amoniaco sirviendo para ayudar a

detectar pequeñas fugas de amoníaco. Las fugas importantes que no pueden detenerse en un plazo razonable deben remojarse con agua que absorberá el amoníaco e impedirá que la atmósfera se contamine. Las válvulas de los cilindros pueden sufrir pérdidas a través de la empaquetadura, las que pueden detenerse apretando la tuerca de la empaquetadura.

El equipo destinado a la detección de fugas de amoníaco y de refrigerantes a base de fluorocarbono es completamente diferente y nunca deben confundirse por lo tanto, no es posible utilizar una, lámpara de verificación de halógeno o un detector electrónico de fugas para el Amoníaco.

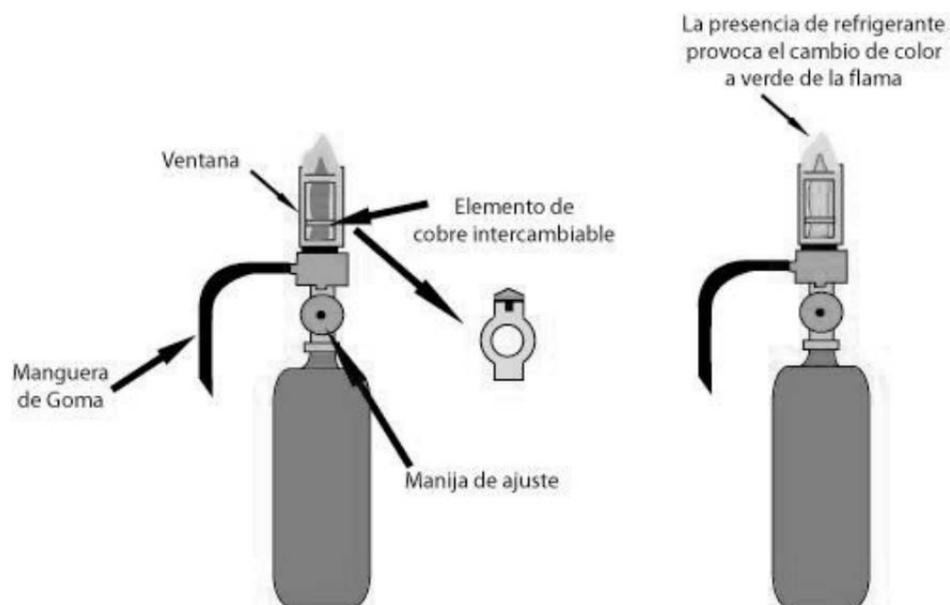


Figura 2.5 Detector de fugas de flama con gas.

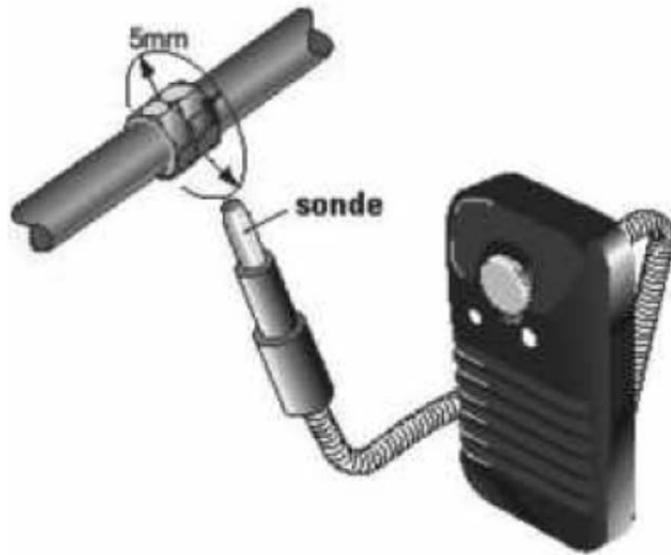


Figura 2.6 Detector electrónico de fugas.



Figura 2.7 Lámpara Ultravioleta.

2.10 Limpieza de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado

En casos muy drásticos de contaminación de agua en sistemas como cuando se tienen condensadores enfriados por agua en el que por alguna razón haya tenido contacto del refrigerante con una gran cantidad de humedad, se requiere hacer un proceso llamado de tres vacíos (ver Figura 2.8) para

asegurar que eliminemos la humedad del sistema. Para realizar esto se debe seguir la siguiente secuencia:

- 1) Conectar la bomba de vacío apropiada al sistema.
- 2) Poner en marcha la bomba.
- 3) Detener la bomba cuando se tenga una lectura de 1.500 micrones.
- 4) Romper el vacío con nitrógeno y presurizar el sistema a 0.2 Bar (3 libras/pulg²) y esperar de 30 a 60 minutos.
- 5) Liberar el nitrógeno del sistema.
- 6) Arrancar de nuevo la bomba de vacío.
- 7) Detener la bomba cuando se tenga una lectura de 1.500 micrones.
- 8) Romper el vacío con nitrógeno y presurizar el sistema a 0.2 Bar (3 libras/pulg²) y esperar de 30 a 60 minutos.
- 9) Liberar el nitrógeno del sistema.
- 10) Arrancar de nuevo la bomba de vacío.
- 11) Detener la bomba cuando se tenga una lectura de 500 ó 250 micrones según el tipo de lubricante del sistema.
- 12) Romper el vacío con el refrigerante del sistema.
- 13) Completar la carga de refrigerante al sistema.

2.11 Detección de fallas mecánicas en los compresores.

La mejor solución es aquella que se basa en un diagnóstico acertado, solucionar la causa origen de la falla del sistema y sea más simple y efectiva, por ello cuando se haya retirado el compresor del sistema y esté dañado, es muy importante determinar la causa, ya que si sólo se cambia sin revisar el sistema, puede volver a fallar por la misma causa. En los siguientes puntos se enuncian las fallas más comunes de los compresores, cómo identificarlas y cómo repararlas esto contribuye a una mayor vida útil de la instalación con la menor necesidad de efectuar servicios de reparación futuros.

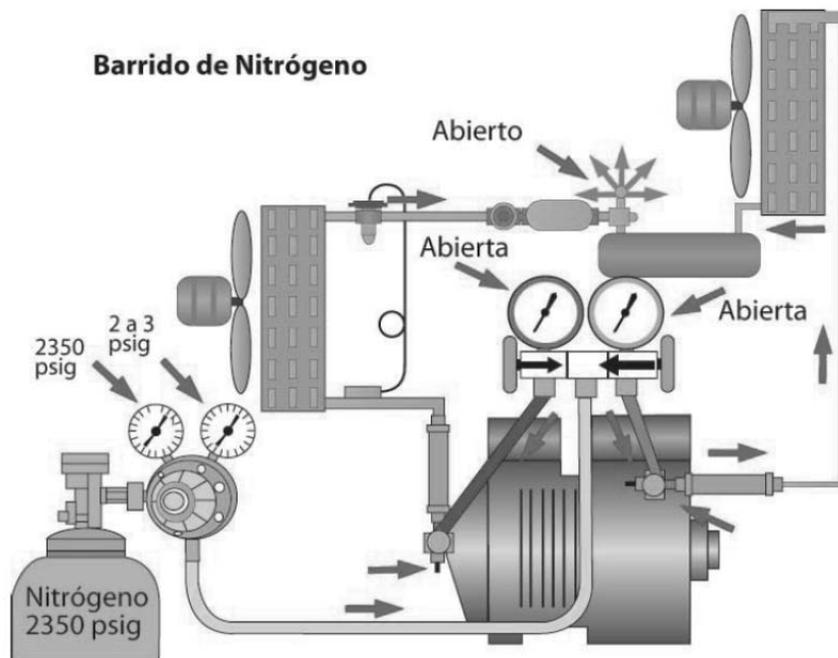


Figura 2.8 Barrido de Nitrógeno.

Fallas más comunes detectadas en compresores:

1) Arranque inundado.

Síntomas: Hay desgaste de bujes, bielas, cigüeñal, pistones y cilindros en la parte inferior.

Esto es resultado de que el refrigerante arrastre el aceite de las superficies y migración de refrigerante saturado hacia el cárter durante el ciclo de apagado. Cuando el compresor inicia su funcionamiento, el aceite diluido no puede lubricar adecuadamente el cigüeñal.

Corrección:

- Instalar el compresor en ambientes calientes o instalar sistema de auto-evacuado continuo como control de arranque y paro.
- Verificar la operación del calefactor del cárter.

2) Regreso de líquido.

Síntomas: Arrastre del rotor, estator en corto circuito, desgaste de bujes, bielas que están rayadas o quebradas, cigüeñal rayado ó el refrigerante al

punto de no poder lubricar. Como el aceite viaja a través del cigüeñal, la lubricación resulta insuficiente en las bielas y en el buje principal. Esto puede provocar el arrastre del rotor y causar un corto circuito en el estator.

Corrección:

- Mantener un sobrecalentamiento adecuado en el compresor y en el evaporador.
- Prevenir el retorno incontrolado de líquido, con un acumulador, si es necesario.
- Corregir condiciones anormales de baja carga.
- Revisar el ciclo de deshielo.
- Verificar que la válvula de termo-expansión o el tubo capilar no sean de una capacidad mayor a la requerida.

3) Alta temperatura en la descarga.

Síntomas:

Plato de válvulas descoloridos, recalentados o quemados. Anillos, pistones y cilindros desgastados. Bielas, bujes y cigüeñales, rayados.

Quemaduras en el estator, esto es el resultado de altas temperaturas en las cabezas y cilindros del compresor, de forma tal que el aceite pierde su habilidad para lubricar.

Corrección:

- Modificar condiciones anormales de baja carga.
- Aislar la tubería de succión.
- Verificar la limpieza del condensador, falla del abanico del condensador y temperatura ambiente.
- Verificar el aire alrededor, en el caso de los compresores enfriados por aire.

4) Golpe de líquido.

Síntomas: Biela o cigüeñales, rotos. Pernos de descarga, flojos o sueltos. Juntas, rotas. El golpe de líquido se provoca al tratar de comprimirlo en los cilindros. El líquido puede ser aceite o refrigerante y, en la mayoría de los casos, una mezcla de ambos. El golpe de líquido es principalmente el

resultado de la migración de refrigerante líquido en el ciclo de apagado, en los compresores enfriados por refrigerante.

Corrección:

- Mantener un sobrecalentamiento adecuado en el compresor y en el evaporador.
- Prevenir el retorno sin control de líquido, utilizando acumuladores.
- Corregir condiciones anormales de baja carga.
- Instalar el compresor en un ambiente más caliente o utilizar el sistema de auto vacío como medio de control.

5) Falta de aceite.

Síntomas: Bujes y cigüeñal, rayados, bielas quebradas ó bajo nivel de aceite en el cárter.

Esto es el resultado de insuficiencia de aceite en el cárter para lubricar adecuadamente los mecanismos en movimiento.

Corrección:

- Verificar el tamaño de las tuberías y de las trampas de aceite.
- Verificar un deshielo insuficiente.
- Corregir condiciones anormales de baja carga.
- Eliminar los ciclos cortos.
- Verificar posible falla en el control de falla de lubricación.

6) Quemadura del embobinado de trabajo.

Síntomas: Está quemado el embobinado de trabajo (esto sólo puede suceder en un motor de una sola fase).

Corrección:

- Revisar el relevador.
- Verificar el capacitor de trabajo.

7) Quemadura del embobinado de arranque.

Síntomas: Sólo el embobinado de arranque del motor de una sola fase está quemado, debido a una corriente excesiva a través del embobinado de arranque.

Corrección:

- Revisar el alambrado del común, arranque y de trabajo.
- Revisar el capacitor de arranque y/o el relevador de arranque.
- Revisar sobrecarga en el compresor.

8) Quemadora de la mitad del embobinado.

Síntomas: La mitad o todas las fases en un compresor de doble devanado se sobrecalentaron o se quemaron, como resultado de que uno de los contactores se abrió.

Corrección:

- Cambiar el o los contactores por unos de la capacidad correcta.
- Revisar un posible regreso de corriente o un contactor cerrado.

9) Quemadura de una sola fase.

Síntoma: Una sola fase se quemó, las otras dos están bien. Esto es el resultado de la pérdida de una fase en el primario de un transformador.

Corrección:

- Revisar los voltajes de entrada y salida del transformador.
- Revisar los contactos del contactor.

10) Quemadura general o uniforme.

Síntoma: Todas las bobinas están quemadas o sobrecalentadas.

Corrección:

- Revisar que el voltaje esté correcto.
- Revisar que el voltaje no esté desbalanceado.
- Revisar, en el caso de los enfriados por aire, si hay un flujo de aire inadecuado.

11) Un punto caliente o un punto quemado.

Síntoma: Una quemada localizada en un punto, entre bobinas, o entre bobinas y tierra. Este no es el resultado de una falla mecánica.

Corrección:

- Hacer revisión por parpadeos o bien subidas o bajadas de voltaje.

12) Terminales en corto circuito.

Síntoma: Una fractura o pérdida de aislamiento entre las terminales y el cuerpo del compresor generalmente se debe a un sobre apriete en los tornillos de las terminales.

2.12 Cambio de compresores en unidades de refrigeración y aire acondicionado

Si es necesario sustituir el compresor, surge la necesidad de decidir entre dos alternativas:

a) Sustituir por otro idéntico:

- a) Verificar que funcione con el mismo gas.
- b) Verificar que funciona con un refrigerante sustituto.

b) Emplear un compresor diseñado para que funcione con un gas refrigerante sustituto, incompatible con el lubricante del compresor original, en cuyo caso se deberá efectuar un "retrofit", que implica hacer ajustes a algunos componentes, sustitución de otros y efectuar una limpieza interna del sistema para eliminar el lubricante no compatible hasta los límites exigidos por el fabricante del compresor que se vaya a emplear.

La mejor solución es aquella que se basa en un diagnóstico acertado, solucione la causa primitiva de la falla del sistema y sea más simple y efectiva, dando como consecuencia una mayor vida útil de la instalación con la menor necesidad de efectuar servicios de reparación futuros.

2.12.1 Cambio de compresor sin válvulas de servicio (tipo hermético soldable).

Para realizar el cambio del compresor sin válvulas de servicio, realice el siguiente procedimiento:

- 1) Recupere el gas refrigerante siguiendo los procedimientos recomendados para protección del medio ambiente. Utilice válvulas pinchadoras en caso de ser necesario; recupere el refrigerante por ambos lados del sistema: alta y baja presión.

- 2) Retire el compresor dañado.
- 3) Purgue el sistema de refrigeración con nitrógeno gaseoso para retirar el aceite remanente.
- 4) Mientras tenga el sistema abierto, revise el elemento de expansión.
 - Busque restricciones en la válvula de expansión.
 - Revise el filtro malla de la válvula de expansión.
 - Cambie el tubo capilar por uno nuevo.
- 5) Instale un filtro deshidratador de núcleo sólido.
- 6) Se sugiere la instalación de dos válvulas de paso para poder aislar el compresor del sistema.
- 7) Instale un filtro deshidratador de núcleo sólido en la línea de succión.
- 8) Instale el compresor de reemplazo en su lugar; no lo suelde al sistema de refrigeración durante esta parte del procedimiento
- 9) Conecte el compresor al suministro eléctrico; revise que la tapa de las terminales se encuentre en su lugar.
- 10) Presurice con nitrógeno gaseoso los interruptores de presión del sistema para probarlos; el de baja presión debe presurizarse a la presión de cierre y el de alta presión a la presión de apertura.
- 11) Suelde el compresor al sistema de refrigeración.
- 12) Presurice el sistema con nitrógeno gaseoso para buscar fugas. Si el sistema está diseñado para usar R-134a o R-410A, y no tiene una placa de identificación en la que se especifique la presión de prueba, entonces debe usar la temperatura de funcionamiento normal del condensador para determinar cuál es la presión de funcionamiento normal. Use el nitrógeno con el regulador a una presión de no más de 8.62 Bar (125 psig) para R-134a o 22.06 Bar (320 psig) para el R-410A.
- 13) Haga vacío al sistema utilizando una bomba de vacío y un vacuómetro electrónico para medirlo, siguiendo el procedimiento del triple vacío descrito en el presente manual:
 - Para HCFC, 500 micrones de vacío.
 - Para HFC, 250 micrones de vacío.

- No encienda el compresor durante este proceso; tampoco use el compresor para hacer vacío (auto vacío).
- 14) Cargue el sistema de refrigeración con el refrigerante que recupero previamente utilizando un filtro deshidratador.
- 15) Complete con refrigerante nuevo de acuerdo con la carga de gas indicada por el fabricante; utilice una báscula para calcular la carga de gas refrigerante exacta.
- 16) Revise que el sistema de refrigeración funcione correctamente. Haga una lista de cotejo para documentar lecturas, como las presiones del compresor, temperatura de operación del equipo, etc.

2.12.2 Cambio de compresor con válvulas de servicio

Para realizar el cambio del compresor con válvulas de servicio, siga el mismo procedimiento descrito anteriormente, con los pasos adicionales que se describen a continuación:

- 1) Cierre el tanque receptor si el sistema cuenta con él.
- 2) Revise el estado de la válvula solenoide u otros componentes del sistema (CPR, EPR, etc.); si es necesario, cámbielos.
- 3) En caso de tener mirilla, revise el nivel de lubricante en el compresor durante la operación.
- 4) Después de tres horas de operación, revise la caída de presión de los filtros deshidratadores que no sea mayor a 0.27 Bar (4 psig).
- 5) Revise que el sistema de refrigeración funcione correctamente. Haga una lista de cotejo para documentar lecturas, como las presiones del compresor, temperatura de operación del equipo, etc.

2.12.3 Sustitución de un compresor dañado debido a fallas eléctricas.

Si la falla es eléctrica, siga todos los pasos descritos anteriormente y atienda al siguiente procedimiento:

- 1) Aislé el compresor del sistema cerrando las válvulas de servicio de baja y de alta presión.

- 2) Recupere el gas refrigerante mediante los procedimientos recomendados..
- 3) Retire el compresor dañado.
- 4) Desarme el compresor que fallo y determine la causa que ocasiono el daño en el compresor; tome las acciones necesarias para prevenir que el compresor de reemplazo vuelva a fallar por la misma causa.
- 5) Antes de montar y reconectar el compresor a las tuberías, presurice con nitrógeno gaseoso los interruptores de presión.
- 6) Haga vacío en el sistema con una bomba de vacío y un vacuometro electrónico, mediante el procedimiento de triple evacuación descrito en este manual²⁴. Para HCFC, 500 micrones de vacío y para HFC, 250 micrones de vacío. No encienda el compresor durante este proceso; tampoco use el compresor para hacer vacío (auto vacío).
- 7) Vuelva a cargar el sistema con el refrigerante que recupero si está en buenas condiciones, utilizando un filtro deshidratador.
- 8) Complete la carga del sistema con refrigerante nuevo; utilice una báscula para calcular la carga de refrigerante exacta.
- 9) No pierda de vista el nivel de aceite que aparece en la mirilla del compresor; si rebasa el nivel recomendado por el fabricante, esté preparado para retirar el exceso de aceite.
- 10) Una vez que el compresor ha trabajado al menos durante 3 horas y el sistema de refrigeración ha sido estabilizado, revise si existe caída de presión en los filtros deshidratadores.
- 11) Cuando la caída de presión en los filtros sea mayor a 0.27 Bar (4 psig,) cambie los núcleos (piedras deshidratadoras) por nuevos.
- 12) Una vez que el sistema se encuentre estable, revise y haga los ajustes correspondientes en los siguientes elementos del sistema:
 - Sobrecalentamiento en la succión.
 - Secuencia de trabajo en los controles de capacidad.
 - Calibre el presostato de baja presión:
 - i. Presión de encendido.
 - ii. Presión de apagado.

- Presostato de aceite.
- Control de temperatura.
- Protección de congelamiento.
- Presostatos de encendido y apagado de los ventiladores del condensador.

13) Revise que el sistema de refrigeración funcione correctamente. Haga una lista de cotejo para documentar lecturas, como las presiones del compresor, temperatura de operación del equipo, etc.

2.13 Medidas de seguridad personal para la realización de trabajos de mantenimiento, reparación e instalación en equipos de refrigeración y aire acondicionado.

El técnico de refrigeración debe estar atento a una cantidad de detalles y tener presente que los sistemas de refrigeración son instalaciones complejas, donde es necesario poseer conocimientos de química, física, electricidad, mecánica, conservación del medio ambiente, medidas de seguridad personal, control de riesgos, para entender realmente lo que allí sucede y las consecuencias de trabajar en refrigeración empíricamente.

En primer lugar, debe proceder de acuerdo con estatutos de seguridad, puesto que las normas establecidas lo protegen contra accidentes de trabajo y previene actos que causar daños personales ó materiales.

En segundo lugar debe tomar conciencia de la necesidad de corregir malos hábitos de trabajo que si hasta ahora le han dado resultado no son los más convenientes a realizar de acuerdo a normas de seguridad. En realidad, si el servicio no se ha hecho según las normas, respetando todas las indicaciones del fabricante, sin aplicar los conocimientos técnicos necesarios para una decisión correcta; se está abusando de la confianza del cliente y de entregar un trabajo mal ejecutado técnicamente.

En este contexto, es necesario que entienda que la aplicación de buenas prácticas es en función de que los equipos alcancen su vida útil esperada y el número de reparaciones necesarias sea el mínimo posible, a excepción del mantenimiento preventivo que es un requerimiento imprescindible.

Con relación a la protección de la capa de ozono, principalmente, es importante que el técnico tome conciencia y actúe empleando en sus instalaciones con buenas prácticas, de tal manera que se prevengan fugas de refrigerante entre ellas podemos mencionar:

- Buenas técnicas de conexión de tuberías.
- Buenas técnicas de soldadura.
- Buenas técnicas de amortiguación de vibraciones.
- Buenas prácticas de diseño de circuitos de refrigeración.

Adicionalmente se deben aprender técnicas de servicio que reduzcan significativamente la cantidad de gases refrigerantes que se fugan durante los procedimientos de servicio y mantenimiento.

Para mejorar el desempeño en estas actividades se han dan las siguientes recomendaciones, basadas en la experiencia y que deben aplicarse a conciencia, pueden ser de gran ayuda para reducir notablemente a emitir al ambiente cantidades de gases SAO que contribuyen al calentamiento global.

Se ha hecho hincapié en el aspecto seguridad pues se ha considerado necesario ir creando conciencia de seguridad en los trabajos que se refieren a actividades del mantenimiento preventivo y correctivo. Para una correcta interpretación de la gran mayoría de estas recomendaciones es evidente que es necesario tener conocimientos de refrigeración más allá de los adquiridos empíricamente.

2.13.1 Seguridad personal

Seleccione, verifique y emplee equipos de seguridad y protección personal adecuados. Durante las actividades laborales normales el operador de equipo o técnico de servicio debe disponer y utilizar equipo de protección personal adecuado, verificar su operatividad antes de emplearlo.

El equipo de protección personal debe ser empleado donde quiera que exista un riesgo, pero su uso no implica descartar la necesidad de adopción de prácticas seguras de trabajo, de tal manera que las prendas de protección

personal constituyan tan solo una medida de precaución adicional, un refuerzo a la seguridad del operario, no su única defensa.

Debe efectuar su trabajo teniendo en cuenta todas las exigencias de seguridad personal y de prevención de riesgos.

En todas las instituciones a menudo existen reglas o indicaciones que exigen se realice una evaluación de riesgos previa al comienzo de una obra. En algunos casos, tales como trabajos de soldadura o que involucren interrupciones del servicio eléctrico, es necesario verificar que tales operaciones sean previamente autorizadas, particularmente si esto pudiese crear situaciones de riesgo a terceros en las áreas de trabajo.

La evaluación previa de riesgos es un proceso que suele surgir naturalmente del sentido común y lo lógico es que su práctica se formalice de manera que la seguridad se convierta en un elemento clave de la práctica en trabajos de la refrigeración.

Los principales riesgos a los que se expone el personal en el mantenimiento preventivo o correctivo de unidades de refrigeración y aire acondicionado, son los siguientes:

1) Riesgos para la salud

Los principales riesgos para la salud, que se corren durante el empleo de gases refrigerantes son:

- a) Asfixia, debido a que los vapores son más pesados que el aire, estos desplazan el Oxígeno en lugares cerrados.
- b) Generación de vapores irritantes o tóxicos si se enciende una llama en presencia de vapores de refrigerantes.
- c) Quemaduras por congelamiento causadas por contacto de alguna parte desprotegida del cuerpo con refrigerante líquido o en fase de evaporación.
- d) Sufrir choques eléctricos debido al contacto con cables de alimentación eléctrica.

- 2) Equipo de protección personal y recomendaciones adicionales
 - a) Cuando las concentraciones de vapores pudieran alcanzar valores elevados será necesario el empleo de equipo de asistencia respiratoria.
 - b) Es necesario interrumpir la alimentación eléctrica de los otros sistemas, además del equipo, así como otras potenciales fuentes de ignición en los casos en que corresponda.
 - c) Disperse nubes de vapores con agua rociada.
 - d) Las herramientas y equipos deben ser intrínsecamente seguros.
 - e) El equipo eléctrico debe tener su aislamiento íntegro y estar aterrizado para prevenir la acumulación de carga estática.
- 3) Condiciones que dan lugar a situaciones de riesgo en términos de inflamabilidad, combustibilidad, concentraciones porcentuales que deben evitarse, fuentes potenciales de ignición y acciones a tomar en caso de fugas y derrames.
 - a) Antes de entrar en un espacio en donde pudiera haber altas concentraciones de refrigerante, es recomendable verificar su condición empleando un detector de fugas confiable. En sótanos y cuartos de máquinas en recintos cerrados existe mayor probabilidad de altas concentraciones de refrigerante por cuanto los CFC, HCFC, HFC y HC son más pesados que el aire y por lo tanto tienden a descender.
 - b) Algunos refrigerantes se tornan combustibles cuando se los mezcla con aire a cierta presión. Se deben tomar precauciones cuando recupere refrigerantes de sistemas que hayan presentado fugas. Los hidrocarburos son inflamables en aire en concentraciones a partir de valores tan bajos como 1,8% en volumen con respecto a éste. A partir de este punto, cualquier fuente de ignición, llamas, chispas por descarga de estática o arcos eléctricos pueden iniciar la reacción. En el caso de una fuga o derrame debe asegurarse de que las fuentes potenciales de ignición sean aisladas, retiradas o extinguidas inmediatamente, ventile el área exhaustivamente y prevenga a las personas que se encuentren en las cercanías, evitando desatar el pánico.

2.14 Equipos y herramientas requeridas para realizar trabajos de mantenimiento, reparación e instalación en unidades de refrigeración y aire acondicionado.

Para poder realizar las actividades de prácticas de Laboratorio en el área de refrigeración y aire acondicionado se necesita de algunas herramientas que son necesarias para realizar los trabajos de mantenimiento, reparación e instalación de equipos de refrigeración y aire acondicionado, este capítulo se describen las herramientas más importantes para desarrollar estas actividades.

A continuación se describe cada una de las herramientas y su función en las operaciones de mantenimiento, reparación e instalación de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

1) Cortadores de Tubo.

Esta herramienta (Figura 2.8) es importante porque los técnicos al realizar instalación de los equipos deben utilizar el cortador de tubo para evitar dejar rastros de metal en el interior del tubo, los cortadores de tubo son herramientas que cortan paulatinamente el cuerpo haciendo girar alrededor del diámetro de la tubería y cortando poco a poco para no dejar rastros de metal. Existen en el mercado, cortadores de diferente tamaño para una gran variedad de diámetros de tubería.

2) Dobladora de Tubo.

La dobladora de tubo (Figura 2.9) es necesaria para hacer los dobleces de tubería rígida según las rutas de instalación, es importante no forzar la tubería para evitar tener fugas en los sistemas. Con esta herramienta es posible realizar dobleces hasta de 180° y de diferentes diámetros.

3) Prensa Encharradora de Tubería.

La prensa encharradora (Figura 2.11) es una herramienta compuesta por una prensa para fijar los tubos y un tornillo avellanador. Se utiliza para expandir los extremos de tubos de cobre para gas con el propósito de que tengan un asiento para evitar fugas en las conexiones de gas. La prensa sujeta el tubo para que por medio del tornillo expansor con punta cónica se pueda hacer el ensanchamiento (avellanado) del tubo.



Figura 2.9 Cortadores de tubo.



Figura 2.10 Dobladora de tubos.



Figura 2.11 Prensa Encharradora.



Figura 2.12 Llave Ratchet.

4) Llave Criquet (Ratchet).

Es herramienta es ampliamente utilizada para abrir y cerrar válvulas de compresores y para diversas aplicaciones. (Figura 2.12)

5) Escariador de tubo.

También se requieren herramientas como los escariadores (Figura 2.13) que se utilizan para quitar las pequeñas basuras que dejan los cortadores de tubo y permiten hacer una limpieza interna justo en donde se va a soldar la tubería.



Figura 2.13 Escariador de tubo

6) Tenaza de Presión.

Son unos alicates (Figura 2.14) que pueden ser inmovilizados en una cierta posición para así torcer o arrancar diversos objetos o materiales. En algunos países de América se las conoce como hombre-solo y en ciertas partes son llamadas pinzas perras.

Un lado del mango está provisto de un perno que sirve para fijar la separación entre sus mordazas. Del otro lado de la agarradera se incluye regularmente una palanca para hacer presión sobre ambas empuñaduras y desenganchar los alicates.

7) Válvulas perforadoras de tubo.

Las válvulas perforadoras (Figura 2.15) son utilizadas para tener acceso al sistema cuando no existen válvulas en el sistema, por ejemplo en muchos equipos de aire acondicionado no existen válvulas de acceso y si se requiere hacer un servicio o cargar refrigerante se necesita una válvula como esta.



Figura 2.14 Tenaza de presión.



Figura 2.15 Válvula perforadora de tubo.

8) Expansor de tuberías de Cobre.

Estos expansores (Figura 2.16) de un solo paso están diseñados para expandir tubos de cobre recocido, aluminio y acero dulce para lograr uniones rápidas y precisas sin utilizar acoplamientos. El mecanismo es flotante y autocentrado.



Figura 2.16 Expansor de golpe para tuberías.

9) Termómetros.

Aun cuando se pudiera pensar que el uso del termómetro es obvio para un técnico de refrigeración, en la práctica se ha observado que los técnicos no utilizan todas las herramientas necesarias para realizar el trabajo.

El termómetro (Figura 2.17) me da con un nivel alto de certidumbre la temperatura de las diferentes partes del sistema de refrigeración y/o aire acondicionado, si bien es cierto que muchos técnicos utilizan las manos para determinar la temperatura correcta en los sistemas, también es importante determinar el nivel de temperatura de las secciones del sistema. Hay en la industria termómetros de todos tipos, algunos análogos otros electrónicos, algunos de bolsillo otro muy sofisticados pero todos son útiles para desarrollar un buen trabajo.

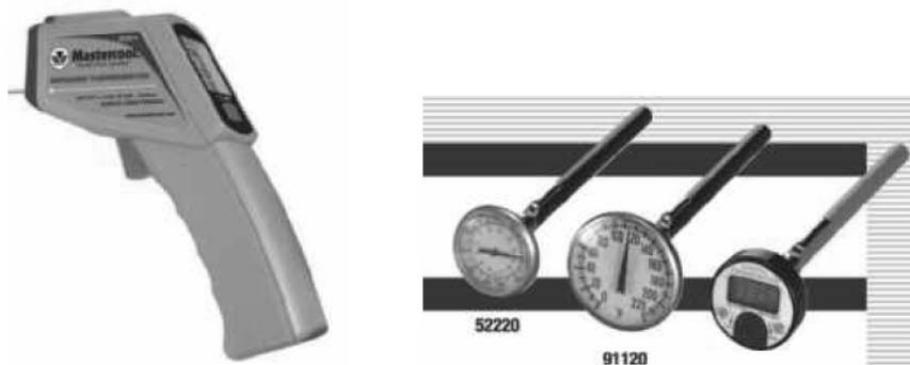


Figura 2.17 Termómetros.

10) Recuperador de refrigerante.

Este equipo es una novedad (Figura 2.18) en la industria que permite realizar una recuperación de refrigerante con mayor limpieza, este instrumento es principalmente para aquellos técnicos que utilizan generalmente un solo refrigerante como en el aire acondicionado o el aire acondicionado de automóviles.



Figura 2.18 Recuperador de refrigerante.

11) Básculas

Las básculas (Figura 2.19) son poco utilizadas por los técnicos de refrigeración pero son muy útiles para cuando se desean realizar cargas de refrigerante precisas a los sistemas, generalmente los equipos traen señalada la cantidad de refrigerante que requiere para operar en forma adecuada y la mayoría de los técnicos utiliza otras formas para cargar los equipos.



Figura 2.19 Báscula electrónica.

12) Manómetro.

Los manómetros (Fig.2.20), constituyen una herramienta principal del mecánico de servicio para comprobar el funcionamiento del sistema. Los manómetros para el lado de alta presión del sistema tienen escalas con lecturas desde 0 a 28. Los manómetros para el lado de baja se denominan manómetros compuestos, ya que la escala está graduada para presiones superiores e inferiores a la presión atmosférica, su escala está en el rango de 0 - 762 mmHg. de vacío, a presiones que oscilan desde 0 a 54 Bar. Adicionalmente a las escalas de presión, se representan en la carátula del manómetro las temperaturas de saturación equivalentes para los refrigerantes normalmente utilizados.



Figura 2.20 Manómetro de presión.

13) Amperímetro.

Un Amperímetro convencional (Figura 2.21) tiene por objetivo medir la intensidad de corriente que está recorriendo un circuito, bajo esta categoría también entra la intensidad de corriente de las fuentes de poder.

Por defecto un Amperímetro usa como unidad de medida el Ampere como numero entero, hay amperímetros que pueden medir algunas decenas y centenas, sin embargo para mediciones precisas se puede utilizar un micro amperímetro el cual esta calibrado en millonésimas de amperio o también se puede usar un miliamperímetro que esta calibrado en milésimas de amperio.

14) Juego de desatornilladores planos.

Todas las máquinas de aire acondicionado y refrigeración vienen ensambladas con tornillo en sus tapas, para remover estas tapas es necesario contar con un set de desatornilladores planos y phillips para poder realizar la rutina de mantenimiento preventivo y correctivo, generalmente vienen en varias medidas, ya que también las conexiones eléctricas en borneras vienen ensambladas con tornillería. En la figura 2.22 se muestra un ejemplo de estas herramientas.



Figura 2.21 Amperimetro.



Figura 2.22 Destornilladores planos y Phillips.

15) Juego de llaves Ale milimétrica e inglesa.

Las válvulas de servicio en equipo de refrigeración y aire acondicionado generalmente se abren o cierran con llaves ALE (Figura 2.23), estas pueden ser inglesas o milimétricas dependiendo del país de fabricación. No se debe improvisar el abrir o cerrar las válvulas de servicio con otro tipo de herramienta, ya que esto puede dañar la válvula.



Figura 2.23 Juego de llaves ALE.

16) Juego de Llaves fijas.

Las llaves de boca fija son herramientas manuales destinadas a ejercer el esfuerzo de torsión necesario para apretar o aflojar tornillos que posean la cabeza que corresponde con la boca de la llave. Las llaves fijas tienen formas muy diversas y tienen una o dos cabezas con una medida diferente para que pueda servir para apretar dos tornillos diferentes. Incluidas en este grupo están las siguientes: llave de boca mixta o combinada y llave de estrella acodada. Este tipo de herramienta es utilizado en elementos con unión roscada, como lo son válvulas de paso, filtros deshidratadores ó visores de líquido del tipo roscados, ya que su unión a la tubería es a través de tuercas de bronce que deben ser apretadas para garantizar su sello. No debe improvisarse el apreté con llave cangreja ó tenazas, esto puede dañar la tuerca. En la Figura 2.24 se muestra un ejemplo de la herramienta.



Figura 2.24 Juego de llaves fijas.

17) Destornillador cabeza de cubo.

Las llaves de tubo son herramientas huecas ideales para la extracción o el montaje de tuercas o tornillos con cabeza hexagonal o con dientes múltiples que se encuentran en ubicaciones profundas a las que los otros tipos de llaves, como las llaves fijas o de estrella, no pueden acceder. Las tapaderas de la carcasa de los equipos de refrigeración y aire acondicionado en ocasiones vienen ensamblados con tornillos con cabeza hexagonal, debido a esto es necesario contar con destornilladores tipo cubo en medidas de 5/16" a 3/8". En la figura 2.25 se muestran este tipo de herramientas.



Figura 2.25 Juego de destornilladores tipo cubo.

18) Bomba de vacío.

Cuando hacemos una instalación de aire acondicionado uno de los puntos más importantes para el buen funcionamiento del equipo es realizarle un buen vacío después de la conexión de los tubos de alta y baja. Para ello necesitamos una herramienta indispensable para esta labor y es la bomba de vacío. Este equipamiento es necesario para la realización de reparaciones en equipos de refrigeración y aire acondicionado, cuando se presenta fuga de refrigerante en el equipo, o la tubería de refrigeración se encuentra saturada de humedad. Esta herramienta nos ayuda a realizar la deshidratación de la tubería para que el gas refrigerante no se contamine durante la carga.

La buena deshidratación de la tubería de refrigeración es un procedimiento clave para la buena operación del equipo, en su función de absorber calor por medio del gas refrigerante. En la figura 2.26 se muestra un ejemplo de este tipo de dispositivo.



Figura 2.26 Bomba para vacío.



Figura 2.27 Bomba recicladora de refrigerante.

19) Recuperadora de gas refrigerante con sus depósitos.

La unidad recuperadora de gas refrigerante (Figura 2.27), es una herramienta indiscutiblemente necesaria para impedir el evacuar el gas refrigerante contenido en un equipo al medio ambiente, la función de este equipo es recuperar el gas refrigerante contenido en el equipo, para realizar la reparación en el equipo, una vez realizada, se pretenden volver a cargar la unidad con el mismo gas refrigerante.

Junto a la unidad recicladora deben tenerse disponibles cilindros para acumular el gas refrigerante, estos cilindros deben ser los adecuados para esta función. En la figura 2.28 se muestra un ejemplo de estas herramientas.

20) Taladro de mano drill

Un taladro de mano es indispensable para realizar reparaciones en unidades de refrigeración y aire acondicionado, ya que en ocasiones es necesario la perforación de la tubería para realizar la inserción de válvulas, instalación de sensores, etc. También son requeridos para realizar perforaciones en la carcasa para asegurar elementos adicionales o eliminación de vibraciones. En la figura 2.29 se muestra un ejemplo de esta herramienta.



Figura 2.28 Cilindros recuperadores de gas refrigerante.



Figura 2.29 Taladro de mano.

21) Extensión eléctrica a 110 voltios.

Una extensión eléctrica siempre es requerida, ya que en ocasiones no se encuentra con un toma eléctrico, de fuente de energía, para la conexión de herramientas eléctricas, esta herramienta nos permite realizar la reparación en puntos alejados de un toma de suministro de energía (Ver Figura 2.30).

22) Lámpara con extensión.

Para la realización del mantenimiento en dispositivos, generalmente es necesario tener una buena visibilidad en lugares oscuros dentro de la maquinaria a ser reparada o inspeccionada. Para ello debemos contar con una lámpara que permita el realizar la inspección una iluminación adecuada (Ver Figura 2.31).

23) Engrasadora.

Comúnmente conocido como pistolas de engrase (Figura 2.32), las engrasadoras se utilizan para aplicar lubricante. La boquilla de engrase está conectado a un depósito de lubricante, y a través de la abertura estrecha, puede dirigir lubricante a los lugares exactos donde se necesita. El diseño es sencillo, lo que facilita a los profesionales y novatos el utilizarla. Esta herramienta se utiliza para engrasar rodamientos, chumaceras, etc.



Figura 2.30 Extensión eléctrica a 115 voltios.



Figura 2.31 Lámpara de extensión.



Figura 2.32 Engrasadora manual.

24) Extractor de Poleas.

El extractor mecánico (Figura 2.33) es una herramienta manual que se utiliza básicamente para extraer las poleas, engranajes o cojinetes de los ejes, cuando están muy apretados y no salen con la fuerza de las manos.

- Se puede romper la polea al trabajar con un extractor si éste está mal ajustado.
- Los extractores están compuestos por unas patillas que son las que enganchan con la pieza que se quiera extraer, y que actúa cuando se hace girar el tornillo central que actúa sobre el eje de fijación.
- Hay extractores de forma y tamaño muy variada, así como extractores que actúan por el interior de la pieza que se quiera extraer.



Figura 2.33 Extractor de poleas.

25) Bomba portátil de agua a presión.

La bomba pulverizadora o atomizadora (Figura 2.34) es un utensilio que se emplea para producir una fina pulverización de un líquido, mediante una bomba manual (de embolo), basándose en la aspiración debida al efecto Venturi.



Figura 2.34 Bomba de agua a presión portátil.

26) Manguera reforzada.

En las actividades de mantenimiento preventivo es necesario limpiar los equipos con Jabón de soda caustica, y debe ser removida con agua a presión. Para ello es necesario una manguera reforzada (Figura 2.35) para lavar los serpentines con presión de agua.



Figura 2.35 Manguera de agua reforzada.

27) Pitón para manguera.

Dispositivo para ser acoplada a manguera (Figura 2.36), lo que permite la regulación de caudal y presión de agua a ser suministrada.



Figura 2.36 Pitón para manguera de agua.

28) Tenaza para electricista.

La tenaza de electricista (Figura 2.37) es una herramienta necesaria en el mantenimiento preventivo de los equipos con dispositivos eléctricos, para realizar reparaciones en conexiones de cables eléctricos. Durante el mantenimiento siempre se encontraran cables o líneas recalentadas por el tiempo de uso, en esas ocasiones esta herramienta es la adecuada para realizar el cambio de las mismas u otras actividades relacionadas.

29) Ponchadora para terminales.

En el mantenimiento preventivo se pueden encontrar en los equipos eléctricos terminales de conexión deteriorados, ya sea por la oxidación o el recalentamiento, por ello se hace indispensable la sustitución de estas partes. Esta actividad debe realizarse con la herramienta adecuada, ya que un buen apriete de la terminal con el cable es requerida para evitar futuros recalentamiento en la línea, y mejorar la conductividad. Para ello es necesario se utilice una ponchadora para terminales y no utilizar la tenaza de electricista como una herramienta alternativa, ya que esta no ofrece un apriete uniforme en el cable. En la figura 2.38 se muestra esta herramienta.



Figura 2.37 Tenaza de electricista.



Figura 2.38 Tenaza ponchadora para terminales.

30) Tenaza entalladora.

Durante el mantenimiento preventivo de equipos que contienen motores es necesario en ocasiones el cambio de líneas recalentadas o terminales eléctricos deteriorados, por ello se hace necesario el uso de una tenaza entalladora para remover el revestimiento de los cables eléctricos sin dañar el cable en si, cuando se realiza esta maniobra con una tenaza de electricista, generalmente es dañado el cable en la acción de remover el revestimiento, se recomienda no improvisar con tenazas de electricista y realizar la operación con la herramienta adecuada. En la figura 2.39 se muestra un ejemplo de este dispositivo.

31) Aceitera Manual.

Durante el mantenimiento es necesaria la lubricación de partes, para ello es necesario el contar con una aceitera que permita llegar a lugares que a simple inspección no es posible llegar debido a los espacios disponibles dentro de la máquina, con este dispositivo podemos lubricar todas las partes del equipo. En la figura 2.40 puede verse un ejemplo de este dispositivo.

32) Equipo de soldadura Oxiacetilénica.

El uso de soldadura oxiacetilénica en sistemas de refrigeración o aire acondicionado se hace necesaria cuando se unen accesorios de cobre, esto sucede cuando es necesario desmontar compresores o serpentines para su cambio por reparación, u otros elementos a soldar como filtros, válvulas, etc. Para ello es necesario el aplicar una flama de alta temperatura para lograr el calentamiento del metal y fundir el material de unión entre las dos piezas.

El equipo de soldadura oxiacetilénica consiste en un cilindro de acetileno y un cilindro de Oxígeno, los cuales son mezclados en un manifold llamado antorcha, esta antorcha está conectada a los cilindros por medio de reguladores de presión con sus respectivos manómetros para regular la presión de la mezcla y lograr la llama a la temperatura adecuada para la soldadura del material que se está uniendo. En la figura 2.41 podemos visualizar los elementos de un equipo de soldadura oxiacetilénica.

33) Equipo de Soldadura con Gas Propano.

En el caso de reparaciones en equipos de refrigeración y aire acondicionado en ocasiones son pequeñas soldaduras en tuberías de cobre o aluminio, por lo que el uso de soldadura a gas propano (Figura 2.42) es una alternativa rápida para el sello de fugas en serpentines ó accesorios, donde generalmente se detectan las fugas.



Figura 2.39 Tenaza entalladora para quitar forro de cables.



Figura 2.40 Aceitera manual.

34) Extintor de Incendios.

Es un equipo de seguridad necesario para la extinción de llama en caso de alarma de incendio, ya que los trabajos en reparaciones de sistemas de aire acondicionado requiere el uso de soldadura oxiacetilénica ó gas propano, las probabilidades de provocar un daño con el uso de la flama del soldador son elevadas, por ello la necesidad de contar con este equipo y el adiestramiento para su uso. En la figura 2.43 podemos visualizar el equipo descrito.

35) Equipo personal requeridas para buenas prácticas en refrigeración.

Para la seguridad de las personas que realizarán las actividades de refrigeración, debe considerarse el uso del siguiente equipamiento:

- Lentes o gafas de seguridad.
- Camisa de algodón de manga larga.
- Guantes de piel.
- Pantalones de lona.
- Cinturón tipo faja para protección de la espalda.
- Zapatos de seguridad con punta de acero.
- Tapones para oídos de ser requerido.



Figura 2.41 Equipo para soldadura oxiacetilénica.



Figura 2.42 Equipo de soldadura a gas propano.



Figura 2.43 Extintor contra incendios.

2.15 Seguridad en el manejo y resguardo de refrigerantes.

Para usar los gases refrigerantes con seguridad, es esencial conocer su inflamabilidad, peligros y los aspectos críticos relacionados con ellos.

Se deben considerar tres aspectos principales cuando se trabaja con refrigerantes naturales:

- Asegurar que el sistema es a prueba de fugas y lo suficientemente estable a lo largo de su vida útil; cuando se presente una fuga de refrigerante natural, los responsables de la instalación del equipo deben asegurarse de que la ignición de dicha fuga no sea posible, por ejemplo, la eliminación de posibles fuentes de ignición.
- Garantizar la seguridad de los equipos que utiliza al entrar en contacto con sustancias inflamables; es decir que el equipo debe estar diseñado y construido de tal manera que las fugas y las condiciones de inflamabilidad se eliminen en la medida de lo posible en la práctica; esto puede lograrse a través de diseño, ventilación y ciertos sistemas de protección.
- Protección de los trabajadores que puedan entrar en contacto con sustancias inflamables en su lugar de trabajo.

Para implementar algunas medidas preventivas y evitar los peligros antes mencionados, es necesario conocer y tomar en cuenta las siguientes prácticas: contención, eliminar fuentes de ignición e implementar algún tipo de ventilación.

a) Contención.

Las sustancias inflamables deben estar dentro de un contenedor debidamente diseñado y construido, ya sea un cilindro o un sistema de refrigeración. Si la sustancia se fuga, el contenedor debe impedir que se extienda a otras áreas.

b) Fuentes de ignición.

Asegurarse de que todas las fuentes de ignición han sido aisladas de los equipos y las zonas de manipulación. Las fuentes de ignición pueden variar mucho, desde chispas de electricidad en los equipos o herramientas de corte y soldadura, hasta superficies calientes, llamas descubiertas de equipos de calefacción, cigarrillos, etc.

c) Ventilación.

Debe haber ventilación adecuada en el sitio donde las sustancias inflamables se almacenan y utilizan. Una buena ventilación significa que cualquier vapor presente por una fuga o liberación se disperse con rapidez.

Además, es importante tener en cuenta la gravedad de las consecuencias de la ignición de una sustancia inflamable. Es de vital importancia que la cantidad de sustancia inflamable y el medio dentro del cual se lleva a cabo sean monitoreados para evitar accidentes.

Estas consideraciones son necesarias desde la selección del equipo, hasta la fase de diseño y la instalación, ya que las características de diseño pueden afectar el nivel de seguridad en una etapa posterior.

d) Precauciones.

En estos procesos es necesario leer las indicaciones de seguridad que los fabricantes implementan en sus manuales, para el manejo de los refrigerantes, por ello es conveniente seguir las siguientes recomendaciones:

- Leer la hoja de seguridad del gas que se va a utilizar.
- Trabajar en un área ventilada.
- No exponer los gases refrigerantes al calor de los sopletes, chispas o a fuentes de calor.
- Cuando se haga una prueba de fugas en un sistema de refrigeración, utilizar nitrógeno gaseoso para subir la presión del sistema, después de haber recuperado el refrigerante.
- Utilizar siempre un regulador de nitrógeno para elevar la presión de un sistema a un nivel seguro.
- La presión de prueba no deberá ser mayor a la presión de trabajo máxima, del lado de baja presión, para buscar fugas.
- Nunca utilizar oxígeno o aire comprimido para presurizar sistemas, algunos refrigerantes pueden explotar en un ambiente presurizado y combinado con aire.

2.15.1 Procedimientos, reglas y medidas de seguridad para el manejo, transporte y almacenamiento de gases refrigerantes.

Los gases refrigerantes generalmente vienen envasados en cilindros metálicos desechables. Son de 1 Kg., 6.8 Kg., 13.6 Kg. y 22.6 Kg. Estas presentaciones pueden variar según el tipo de gas refrigerante o según la especificación del fabricante. Los fabricantes de gases refrigerantes los envasan en cilindros de colores, según el código de colores de AHRI (American Heating and Refrigeration Institute).

Los cilindros desechables son hechos con base en las especificaciones establecidas por el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT - Department Of Transportation), el cual tiene una autoridad reguladora sobre todos los materiales peligrosos en el transporte comercial. Los cilindros desechables deben de cumplir con la Especificación 39. Se les llama “cilindros de un solo viaje” y siempre son referidos como “DOT-39”.

Todos los cilindros utilizados por los CFC'S están diseñados para poder contener las presiones generadas por el R-502, que es el refrigerante que tiene la presión más alta. Los cilindros desechables hechos para el R-502 deben de estar considerados para trabajar a una presión de servicio de 17.92 Bar (260 psig). La especificación DOT-39 estipula que los cilindros diseñados para soportar una presión de 17.92 Bar (260 psig), deben de ser probados a una presión de fuga de 22.41 Bar (325 psig). Un cilindro de cada 1000 se presuriza hasta el punto de falla o de fuga.

El cilindro no debe fallar a una presión menor de 44.82 Bar (650 psig). Estas pruebas se hacen para asegurar que los usuarios tengan cilindros seguros y libres de fugas. Cada cilindro está equipado con un dispositivo o fusible de alta presión, que liberará o venteará el gas antes de llegar a la presión de ruptura. Existen dos versiones de cilindros aprobados bajo la especificación DOT-39. El más común es un disco de ruptura ó disco fusible, generalmente soldado en la parte superior.

Si la presión supera los 23.44 Bar (340 psi), este disco se romperá y el gas refrigerante será venteado a la atmósfera, previniendo una explosión del tanque.

El segundo diseño contiene un resorte de alivio integrado en el interior de la válvula del tanque. Cuando la presión interna supera los 340 psi, ocasiona que el resorte sea forzado a abrirse, venteando una parte del gas contenido en el cilindro, a través de la válvula. La presión interna de los cilindros puede elevarse por diferentes razones, pero la principal es el calor. Cuando la temperatura se eleva, el refrigerante líquido se expande. A esta condición se le llama hidrostática. Cuando un cilindro alcanza esta condición, la presión interna se eleva rápidamente, aunque aumente ligeramente la temperatura del gas. Si el fusible de alivio no se abre, el cilindro puede explotar, ocasionando daños a los objetos cercanos, al técnico o, en el caso más grave, la muerte del técnico. No se debe de bloquear el fusible de venteo o de seguridad, o sobrecargar el cilindro. La presión de un cilindro también puede elevarse si se conecta al lado de la descarga de un sistema de refrigeración o de aire acondicionado. En estos casos, el compresor puede crear presiones superiores a las que puede soportar el disco de ruptura del cilindro.

2.15.2 Peligros de recargar un cilindro desechable.

Los cilindros desechables son de acero, la oxidación puede eventualmente debilitar la pared del cilindro, al punto de no poder contener al refrigerante. Los cilindros deben ser transportados en ambientes secos y los muy oxidados deben de ser descargados, cada cilindro de refrigerante es rotulado con la información de seguridad y precauciones que se deben de tener en el manejo del gas. Esta información y la hoja de seguridad del refrigerante están disponibles con el fabricante del mismo. Los fabricantes de cilindros desechables, bajo la especificación DOT-39, cambiaron la antigua válvula por una unidireccional o de un solo sentido, que únicamente permite el retiro del gas del cilindro, mas no permite que sea rellenado o recargado. La válvula verde de los tanques identifica a los cilindros nuevos (los anteriores utilizaban

una válvula de color negro); por lo tanto, queda prohibido rellenar cilindros no recargables, por ser un acto peligroso.

2.15.3 Reglas de seguridad para el transporte de cilindros con gases refrigerantes.

A continuación se describen las recomendaciones más importantes en el transporte de gases refrigerantes.

- a) No golpear el cilindro, ni con el suelo, ni con un martillo u otra herramienta.
- b) No calentar el cilindro con vapor o con un soplete de flama directa.
- c) No transportar el cilindro, cargándolo de la válvula.
- d) No tratar de reparar la válvula.
- e) No bloquear el disco de ruptura.
- f) No rellenar o recargar un cilindro desechable.
- g) Al abrir la válvula, hacerlo despacio, y cerrar después de usarlo.
- h) No utilizar cilindros oxidados o deteriorados.

2.15.4 Cilindros para recuperar refrigerante.

Los cilindros para recuperar refrigerante deben de cumplir con las especificaciones DOT. Los pequeños (13.6 Kg. y 22. Kg.), están pintados de amarillo en el área del hombro del tanque (guarda de la válvula "Y") y el resto del cilindro debe ser de color gris, sólo los cilindros para recuperar gas están identificados para utilizar refrigerantes usados. No utilizar cilindros diseñados para refrigerantes nuevos.

2.15.5 Rellenado de cilindros.

Antes de rellenar un cilindro se deben buscar signos de daños, ya que no se debe de rellenar un cilindro deteriorado y tampoco se debe rellenar un cilindro que ya caducó, por ello no deben rellenarse cilindros con más de 5 años de uso. Los refrigerantes en fase líquida, usados o recuperados, se expanden cuando son expuestos a altas temperaturas. Si el cilindro se sobrecarga, la expansión térmica del líquido puede romperlo.

2.16 Manejo y resguardo de instrumentación y herramientas.

En el país existen muchísimas empresas o instituciones que se dedican al ámbito de la manufactura. En estos procesos se ejecutan actividades que se pueden considerar procesos simples hasta algo más sofisticado como lo puede ser actividades de soldadura. Y como toda organización se necesita del capital humano que opere y de vida a cada uno de los factores que componen su sistema manufactura, es aquí, donde la integridad del ser humano se puede ver afectada.

Para poder realizar cualquier transformación de la materia prima, es necesario el uso de herramientas y máquinas. Si bien es cierto que muchas veces las empresas poseen maquinarias con sistemas automatizados que requieren muy poca participación de la mano del hombre, la mayoría de procesos en las actividades diarias se realizan de forma manual y en estas operaciones los operarios están expuestos a riesgos que afecten su salud y bienestar.

Muchas herramientas pueden tener puntos de operación desprotegidos, y solo con que el operador opere de forma inadecuada una herramienta, puede sufrir lesiones como rasgaduras, cortes, entre otros, y el riesgo es más elevado, en aquellos trabajadores que operan maquinas o herramientas que necesitan obligatoriamente la fuerza del ser humano.

La salud y la seguridad deben ser parte fundamental en toda actividad y debe ser parte de una práctica diaria. El establecimiento de medidas de prevención adecuadas favorece al bienestar, la calidad del trabajo y la productividad. Lamentablemente, muchos trabajadores sufren daños y lesiones causados por máquinas o herramientas entre las cuales podemos resaltar cortes, amputaciones, abrasiones, lesiones por aplastamiento, quemaduras, golpes o perforaciones de la piel.

Estos sucesos se pueden evitar aplicando los principios de la prevención y la clave muchas veces está en respetar los principios preventivos que establecen los manuales de instrucciones de la maquinaria o herramientas utilizadas. Pero en la mayoría de los casos, los trabajadores desconocen que

existen estos manuales, porque no saben cuál es el impacto que tienen para su salud. Es allí cuando se debe intervenir y capacitar al personal, para velar por su bienestar.

Por ello se debe implementar la capacitación de los usuarios, en un tema como lo es la seguridad en máquinas y herramientas de trabajo, esto puede evitar lesiones e inclusive salvar muchas vidas.

Usualmente no consideramos a las herramientas de mano como peligrosas, pero pueden ocasionar lesiones. Los peligros de seguridad provienen de su mal uso o mal mantenimiento. La seguridad en el uso de las herramientas de mano comienza con la selección de la herramienta correcta para ejecutar la tarea deseada y el uso de la forma que se consideró al diseñarla.

A continuación se hacen las siguientes recomendaciones en el manejo ó uso de herramientas, al realizar actividades de trabajo:

- Elija una herramienta que le permita mantener la muñeca recta, no doblada.
- Antes de comenzar el trabajo, revise las herramientas para asegurar que no tengan defectos.
- Reemplace las herramientas rajadas, astilladas o rotas, así como las cuchillas desgastadas en herramientas de corte.
- Reemplace o repare las herramientas y/o cordones eléctricos rotos.
- Mantenga las herramientas limpias, afiladas y en buenas condiciones de funcionamiento.
- Cuando termine su trabajo, devuelva las herramientas a sus lugares de almacenaje.
- Al usar las herramientas, evite ejercer demasiada fuerza con las que no están diseñadas para ello.
- Con las herramientas de corte, sujete firmemente el mango en la palma de la mano y haga los cortes alejándose del cuerpo, nunca tirando de la herramienta hacia usted.
- Lleve las herramientas filosas alejadas del cuerpo, nunca en un bolsillo.

- Mantenga las herramientas filosas alejadas de los bordes de superficies y de lugares donde alguna persona pueda entrar en contacto con la herramienta al pasar.
- Las herramientas nunca se deben arrojar para entregarlas a otro trabajador ni de una superficie o nivel a otro; se deben entregar con cuidado a la otra persona o colocarse directamente sobre la superficie o el otro nivel.
- Si se trabaja sobre escaleras o andamios, las herramientas se deben izar y bajar con un una cuerda o soporte. Nunca lleve las herramientas de manera que le impidan usar las dos manos al subir o bajar una escalera o estructura.
- Use equipos de protección personal al usar ciertas herramientas.
- Use protectores para los oídos al usar sierras, taladros u otras herramientas que hagan ruido.
- Si el trabajo involucra acercarse a objetos puntiagudos o ramas, o si el trabajo puede crear objetos o polvo que vuelen por el aire, protéjase los ojos con anteojos de seguridad gafas de seguridad con resguardos laterales.
- Use guantes cuando sea necesario, asegurándose de que le ajusten bien. guantes demasiado apretados, grandes o voluminosos pueden causar fatiga en las manos o lesiones.

2.16.1 Riesgos en el manejo de herramientas.

Los riesgos más comunes en el uso de herramientas se pueden resumir en los siguientes:

- Golpes, cortes y pinchazos provocados por las propias herramientas.
- Lesiones oculares por proyección de partículas de objetos o herramientas.
- Golpes por caída de herramientas o materiales manipulados.
- Dolencias debidas a sobreesfuerzos y gestos violentos.
- Incendio o explosión (chispas en ambientes explosivos o inflamables).

Las causas genéricas asociadas a los riesgos descritos se dan por las prácticas comunes de mal uso de las herramientas en las cuales podemos agrupar en las siguientes:

- Uso de herramientas en mal estado o inadecuadas para la tarea.
- Utilización incorrecta o descuidada, contraria a las condiciones de diseño.
- Herramientas mal conservadas o incorrectamente transportadas y almacenadas.

2.16.2 Medidas preventivas en el manejo de herramientas..

Con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del uso de herramientas manuales, deben tenerse en cuenta una serie de criterios preventivos básicos que contemplen las distintas fases implicadas, una buena elección de la herramienta, su uso y conservación, se aconseja el seguir las siguiente recomendaciones:

a) La elección de la herramienta.

Se hará uso de herramientas de buena calidad, con la dureza y firmeza necesarios. La selección se llevará a cabo previo análisis del trabajo a realizar con el fin de a utilizar las herramientas más acordes al uso previsto, teniendo en cuenta la función para la que fueron diseñadas. También se deberá considerar su forma, peso y dimensiones para asegurar el mejor ajuste y adaptación al trabajador.

b) Uso y conservación de la herramienta.

Antes de comenzar el trabajo, cada usuario verificará el buen estado de la herramienta, inspeccionando cuidadosamente mangos, filos, acoplamientos y fijaciones en busca de grietas, astillas, roturas, etc.

- Las herramientas se conservarán limpias y sin grasa, en condiciones apropiadas de uso, comunicando los defectos observados al superior inmediato para proceder a su reparación o sustitución en caso necesario.
- Las mordazas, bocas y demás elementos de las herramientas ajustables no deben estar gastadas, deformadas ni sueltas (llaves, alicates, etc.).
- Los mangos no deberán estar astillados o rajados. Deberán encontrarse perfectamente acoplados y sólidamente fijados a la herramienta (mazas, destornilladores, etc.).

- Las herramientas de corte estarán correctamente afiladas, sin rebabas ni bordes romos. Se deberá prestar atención al estado del dentado en limas y sierras metálicas.
- Siempre que sea necesario deberán emplearse equipos de protección individual adecuados al riesgo existente en cada caso.
- Cuando exista riesgo de contacto eléctrico se hará uso de herramientas con mango de protección aislante, y elementos anti-chispa en ambientes inflamables.
- Nunca se realizarán reparaciones en tensión. Toda instalación deberá considerarse bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con los equipos oportunos.

c) Almacenamiento y transporte de la herramienta.

Al finalizar el trabajo, las herramientas deben ser recogidas y almacenadas; así mismo, durante su uso deberán mantenerse controladas en todo momento, especialmente durante los descansos.

Las herramientas se deben conservar adecuadamente ordenadas, tanto en su proceso de uso como en su bodegaje, procurando agruparlas en función de su tamaño y características, de ser posible se deberá hacer uso de paneles, cajas o estantes, con soportes fijos donde cada herramienta tenga su lugar y estar debidamente etiquetado.

En el almacenamiento se evitará depositar las herramientas en lugares húmedos o expuestos a los agentes atmosféricos, las herramientas punzantes o cortantes se deben mantener con la punta o el filo protegidos durante su almacenamiento y transporte para evitar daños a los usuarios.

En general, se recomienda que el transporte debe llevarse a cabo en cajas, porta herramientas de cintura o maletas portátiles diseñadas para esta función, sin hacer uso de los bolsillos ni improvisar. En los trabajos en altura se utilizarán cinturones especiales, bolsas o cajas para su transporte de modo que sea posible el ascenso y descenso con las manos libres. Durante su uso, las herramientas se dispondrán de modo que no puedan deslizarse y causar daños.

2.17 Manual de uso de laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

Las guías de trabajo en laboratorios tienen como finalidad principal orientar y facilitar el trabajo de profesores y alumnos. En el caso de los docentes, el de elaborar prácticas de laboratorio, así como planear su mecánica de operación y en el caso de los estudiantes facilitar la ejecución de las actividades de trabajo.

Por ello es preciso comprender la importancia de integrar los conocimientos previos, y de reforzar aquellos necesarios que permitan analizar el tema en estudio y su relación con el trabajo cotidiano. Es indispensable la descripción clara de los procedimientos de trabajo a fin de alcanzar los objetivos establecidos, ya que en toda actividad práctica no hay que olvidar la necesidad de seguir las medidas de seguridad e inculcar una cultura de protección frente a los riesgos que están presentes.

Siguiendo estos lineamientos, el propósito de elaborar un manual de prácticas es lograr que los docentes planifiquen y organicen eficazmente su participación en el proceso educativo. Los elementos que se deben considerar en el diseño son racionalidad, viabilidad, utilidad y claridad, todos ellos para facilitar la instrumentación de cada actividad práctica. Esto resultará en un material didáctico que apoyará mejor el proceso enseñanza y aprendizaje.

Por otro lado, las buenas prácticas de laboratorio, son procedimientos de organización y trabajo bajo los cuales los temas de estudio se planifican, realizan, controlan, registran y exponen. Su objetivo es asegurar calidad y confiabilidad en todos los datos obtenidos durante un estudio determinado, y garantizar la seguridad de las personas. Conviene tener en cuenta que un buen procedimiento de trabajo es condición indispensable para la seguridad, y no puede suplirse con material especializado, el cual no deja de ser un buen complemento.

Como anteriormente se ha mencionado un Laboratorio, se considera al espacio físico dispuesto para ejecutar trabajos de índole técnica o para realizar investigaciones científicas.

La experimentación en un laboratorio es una vía para probar y examinar de manera práctica la virtud y la propiedad de una cosa, ello implica realizar operaciones destinadas a descubrir, comprobar, demostrar o emplear determinados fenómenos o principios científicos. Se basa en el seguimiento de un proceso metodológico que se caracteriza por un orden lógico y por ser objetivo. Además, busca definir las relaciones que pudieran existir entre las distintas variables que intervienen o determinan al objeto o fenómeno en estudio, así como el orden en que éstas se presentan.

Con este procedimiento es posible emitir juicios de valor acerca de dichos fenómenos, de su origen o sus causas, de su evolución, y sobre los efectos que pueda ocasionar en el entorno. También posibilita su reproducción posterior y hacer predicciones sobre su presentación, desarrollo, efectos y una aplicación práctica. De aquí la importancia de planear cada actividad bajo un orden de ideas y conceptos, y el uso de los recursos para su desarrollo.

Así, un manual de prácticas podrá ser utilizado en el proceso de enseñanza y aprendizaje como un medio didáctico, junto con los recursos materiales y educativos, lo que en conjunto puede cumplir diversas funciones. Entre las más frecuentes están:

- a) Proporcionar información del tema en estudio, de sus métodos y procedimientos.
- b) Guiar el aprendizaje de los alumnos al instruir, ayudar a organizar la información, relacionar y crear nuevos conocimientos.
- c) Entrenar al alumno en técnicas, métodos y acciones que exigen una determinada respuesta lógica o psicomotriz.
- d) Motivar, despertar y mantener el interés por temas específicos.
- e) Evaluar los conocimientos y las habilidades, a partir de ponerlos en práctica y del cuestionamiento de los resultados obtenidos. Propiciar, además, la corrección de los errores, explícitos o implícitos, de los alumnos.
- f) Proporcionar simulaciones en actividades previas a la ejecución de la práctica, al ofrecer entornos para la observación, exploración y experimentación.

En consecuencia, la elaboración de un manual de prácticas se puede concebir como un proceso de organización y estructuración de las actividades a realizar. El material, debe ser elaborado por expertos en la disciplina a desarrollar y del programa de asignatura.

Una práctica de laboratorio, es una actividad didáctica basada en una experiencia en la que se cuestionan los conocimientos y habilidades de una o más disciplinas. Se pone en juego un conjunto de conceptos, procedimientos, métodos y tecnologías que permiten su ejecución. Otros elementos son la determinación de datos experimentales, la interpretación de esta información y la exposición coherente de los resultados para obtener conclusiones.

Por ello es importante que la metodología empleada posibilite continuar la experimentación con la teoría, así como observar la relación de todos los componentes o elementos decisivos que intervienen en un problema.

En el desarrollo de las actividades prácticas se pueden identificar los siguientes componentes:

- Reglamento: documento con el marco normativo para el desarrollo de las actividades prácticas del laboratorio o trabajo de campo y que define el comportamiento de sus participantes.
- Metodología: parte que especifica los métodos y las técnicas a utilizar.
- Recursos humanos: componente que versa sobre las personas participantes, detalla las habilidades y competencias requeridas y las que se desarrollarán en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Recursos asociados: consideran los elementos necesarios para desarrollar la actividad, incluido los tecnológicos.

En el diseño de una práctica de laboratorio, taller o campo para una asignatura se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- a) Revisión del objetivo general y del contenido de la asignatura.
- b) Consulta de cuando menos dos libros o artículos científicos acerca del problema que se plantea resolver, mismos que deben ser referidos en la bibliografía del manual de prácticas.

- c) Planificación del número adecuado de prácticas y de horas destinadas a esta actividad dentro del programa de la asignatura.
- d) Selección y enunciado de los apartados que permitan describir la práctica, como son introducción, objetivo, referencias del tema en estudio, instrucciones generales, metodología, material y equipo, cuestionario, resultados, análisis y discusión.
- e) Planificación, para cada actividad práctica, del tiempo que ocupará cada una de ellas contemplando un espacio para discutir sus resultados.
- f) Bibliografía recomendada, la cual deberá estar disponible en las sesiones de laboratorio o de campo.
- g) Evaluación: se deben formular de manera explícita los criterios para determinar el grado en que el estudiante ha alcanzado el objetivo de la actividad, lo que incluye el formato para el reporte escrito propuesto y la fecha de entrega.

2.17.1 Introducción general del manual.

Para mayor claridad es aconsejable, elaborar un mapa que explique la estructura del sistema de prácticas. Para ello es necesario describir en qué consiste el sistema, su orientación, duración total, su seriación y los periodos en la que será impartida la práctica. Las actividades se pueden representar con un diagrama de relaciones u otro tipo de gráficos.

UNIDAD	PRÁCTICA O PRÁCTICAS PROGRAMADAS	ÁMBITOS DE DESARROLLO	TIEMPO DE DESARROLLO
Tema según programa de asignatura.	Nombre y número de las prácticas relacionadas con el tema, y su secuencia.	Tipo de actividad de práctica de campo, laboratorio, taller.	Horas para cada práctica y semana del semestre en la que se realizará.

Otro elemento a considerar es el señalamiento de las normas generales de seguridad que deberán cumplir los alumnos y toda persona involucrada en el proceso, dentro del espacio en que se desarrolla cada actividad.

También deberán describirse los riesgos posibles, comunes a todo el sistema de prácticas, y las medidas de previsión para evitarlos. Para ello es preciso disponer de un documento con las normas básicas de comportamiento y protección, hacer referencia al mismo e instruir sobre la utilidad y necesidad de su observancia con miras a generar una cultura de la seguridad, integrándola en el manual como una práctica más que deberá asimilarse.

De igual manera en cada práctica deben hacerse explícitas las normas de seguridad específicas, señalando la forma de detectar un riesgo particular e indicando el tipo de peligro, la prevención, y los procedimientos para atender accidentes. También hay que señalar los tipos de desechos que pueden encontrar y cómo descartarlos, especificar la clase de contenedor en el cual se depositarán y de manera general indicar las Normas Internacionales de manejo asociadas con el material, los métodos y procedimientos normalizados de operación.

2.17.2 Elementos de una práctica.

A continuación se describen los apartados que frecuentemente integran una práctica: introducción, objetivos, métodos, dinámicas de trabajo, materiales de apoyo y recursos con los que se formará el alumno (aprendizaje de las habilidades y actitudes), criterios coherentes de desempeño.

Por otro lado, es necesario tener presente que las prácticas de laboratorio deben de estar coordinadas con las clases de teoría.

a) Título de la práctica, experimento o proyecto.

En este apartado deberá expresarse el nombre de la práctica, del experimento o proyecto. El título deberá ser sugerente, atractivo y relacionado con el tema o problema en estudio.

b) Introducción.

Presentar una explicación de los aspectos teóricos de la disciplina que en particular se va a practicar es necesario. En este apartado se anotan los conceptos teóricos que sustentan el experimento propuesto: teorías, leyes, métodos, técnicas y estrategias en las que se apoya. Así mismo, se mencionan los antecedentes, es decir del problema que se está resolviendo, las técnicas usadas en el desarrollo de la práctica o proyecto experimental, según el caso, y todos aquellos datos e información que permiten llevar a efecto el experimento. Este apartado debe ser breve, concreto y suficiente, y estar apoyado con las referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo de la práctica.

También es necesario indicar algunos aspectos de seguridad particulares para la actividad práctica en cuestión, como lo son:

- i. Advertencias sobre los riesgos asociados a las tareas, equipos, máquinas y herramientas.
- ii. Deberá indicarse el riesgo o peligro por incumplimiento de las normas o de las prohibiciones establecidas o por no utilizar los medios de protección previstos.
- iii. Informar sobre los riesgos que pueden presentarse por acciones inadecuadas, imprudencias o errores.
- iv. Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos.
- v. Equipos de protección individual o colectiva que es necesario utilizar.
- vi. Aclaraciones sobre operaciones que están estrictamente prohibidas o que deban realizarse bajo la supervisión de algún responsable.
- vii. La secuencia de actividades y los tiempos destinados a ellas.

c) Objetivo de la práctica.

El objetivo de la práctica señala la finalidad del experimento o actividad específica, está directamente relacionado con la demostración o comprobación práctica que se va a llevar a efecto. En la redacción puede proponerse un solo objetivo general o bien, en ocasiones, desglosar diferentes niveles de éste; es decir, objetivos particulares o hasta

específicos, mismos que pueden presentarse como incisos del objetivo general.

Los objetivos expresan las destrezas o conductas que debe obtener el estudiante. Tales habilidades pueden ser del orden cognoscitivo (definiciones, descripciones); afectivo (atención, aceptación) o; psicomotor, manipulación de equipos y materiales.

El objetivo describe un resultado deseado, lo que el estudiante debe realizar para demostrar lo que domina.

Un punto importante en la elaboración del manual de prácticas es lo relacionado con los objetivos, ya que constituyen un elemento central. La idea es que éstos determinan la relación conocimientos y práctica a lograr.

d) Metodología.

En esta parte se describe el proceso técnico o los pasos a seguir para el desarrollo del experimento, para ello se pueden utilizar diagramas, gráficas u otro tipo de representaciones. Lo importante es presentar claramente la secuencia en la formulación y desarrollo de la experiencia en el laboratorio.

También se puede presentar un esquema metodológico que relacione los fundamentos teóricos con la secuencia de los procedimientos de la experimentación, enmarcados todos ellos dentro del método experimental.

De aquí la importancia de incluir algunos aspectos generales de la metodología a seguir en el desarrollo de la actividad práctica, y las interacciones que se esperan dentro de un aprendizaje colaborativo.

e) Recursos materiales y equipo.

Este rubro especifica todo lo requerido en cuanto al tipo de equipos, materiales, tecnologías, instrumental, herramientas, instalaciones, software y personal, tanto para la etapa de experimentación como para la reproducción, a futuro, del problema en estudio.

No deberá escapar ningún detalle correspondiente al experimento en cuestión. Se procurará que cada equipo sea manejado por un número pequeño de alumnos, según el tipo de prácticas. Lo habitual es que el recurso lo emplee un equipo de pequeño de alumnos, para favorecer la

discusión y la sana competencia entre ambos y, además, para mantenerlos activos a lo largo de la práctica. Un número mayor puede significar que algunos estudiantes se comporten sólo como espectadores, limitándose a copiar resultados de quienes realmente desarrollaron la práctica.

f) Descripción del desarrollo de la práctica.

En este apartado se describe la secuencia de la actividad práctica experimental, relacionando los métodos, los procedimientos y las técnicas en una secuencia rigurosa y coherente, para el estudio del objeto o fenómeno.

Por lo tanto, se debe explicar al estudiante los pasos que debe seguir para realizar las actividades en el laboratorio y los detalles para pasar de una parte a otra en cada acción planeada. Así como también, la relación de estos procedimientos con el uso adecuado de la maquinaria, del equipo y del instrumental, acorde con las necesidades de la disciplina y al tema de referencia. Su empleo posibilita una buena situación para el futuro investigador, pero no es la mejor para un estudiante en proceso de aprender porque si la práctica se ha diseñado con uso excesivo de equipo automatizado pierde la oportunidad para desarrollar habilidades de tipo manual, para tomar datos, cuantificar su secuencia, analizarlos, representar gráficas, distinguir el sistema real del ideal, así como para identificar el origen de las fuentes de error.

Estamos en un momento en que la idea de que una carrera profesional es suficiente para toda la vida ha cambiado. De aquí la importancia de tener conocimientos consolidados, lo que puede propiciarse con las asignaturas básicas dentro de un programa educativo.

La actividad práctica se debe diseñar de tal modo que los alumnos tengan un máximo de participación y el docente se convierta en guía del estudiante.

El estudiante debe percibir la práctica como un pequeño trabajo de investigación por lo que, una vez terminada, debe elaborar y entregar un informe que será evaluado por el profesor.

A partir de ésta actividad, se debe perseguir el desarrollo del proceso cognoscitivo. Es decir, aprovechar los métodos y las técnicas, el material y equipo de mayor generalidad para fortalecer las habilidades y las actitudes indispensables en su acción profesional. La ejecución de la práctica, en algunos casos, es interdependiente e implica la realización de actividades previas, las cuales deben especificarse.

g) Evaluación.

Un objetivo fundamental de la evaluación es reunir la información pertinente para conocer la eficacia de la acción, la adecuación de lo que se pretende respecto de la capacidad y actitudes de los estudiantes, el ritmo de aprendizaje, los medios de que se dispone, los momentos elegidos, la relación del docente con los alumnos dentro del ambiente de aprendizaje.

De esa evaluación no sólo surgirá una precisa comprensión sino que permitirá una intervención más efectiva. Por eso la evaluación es una fuente de mejora de la práctica, propone alternativas a las deficiencias o bien adapta los procesos educativos a las necesidades de los alumnos.

Los criterios de evaluación y acreditación son similares, igual que en el programa de asignatura puede contener dos vías para la revisión de los saberes y los conocimientos adquiridos por el estudiante durante el curso. Entre los cuales podemos mencionar:

- 1) Primero están los criterios institucionales de acreditación, tal y como los marca el Reglamento de Alumnos, entre ellos destaca una asistencia mínima de 80% a las sesiones programadas
- 2) La segunda forma es la evaluación del curso mediante trabajos de investigación, exámenes parciales, reportes de prácticas, participación, entre otros. Es decir, esta es la parte del programa que se dedica a la evaluación del proceso, pero no sólo en términos de la calificación sino también en el logro de objetivos. Algunas consideraciones para la evaluación son:
 - Evaluar no sólo mediante una calificación, sino definir en qué medida se lograron los objetivos de aprendizaje.

- Juzgar el aprovechamiento de los alumnos y los profesores asignados, y de los métodos y medios empleados.
- Emplear la evaluación como parte de un recurso que se incorpora al proceso general del aprendizaje.
- Orientar al alumno acerca de cómo será evaluado (calificado).
- Incluir la información necesaria sobre las fechas de examen y de entrega de trabajos escritos.

3) Otra opción es la planteada en términos de tres grandes aspectos, en todo caso es preciso valorar los criterios y porcentajes de cada uno de ellos, los cuales ante todo deben estar para los estudiantes desde el inicio de las actividades prácticas. Pueden ser:

- Observación directa mediante listas de asistencia durante el desarrollo de la práctica o en las dinámicas grupales y simulaciones.
- Reporte escrito de los resultados de las prácticas.
- Cuestionarios verbales o escritos.
- Análisis del producto final.
- Medición de tiempos y uso de recursos.
- Evaluaciones intermedias con recomendaciones.

Es posible hacer evaluaciones intermedias a los alumnos, para emitir recomendaciones, previas a la evaluación final y Método de asignación de calificaciones. Señalar cuáles son los elementos y las evidencias de desempeño que se calificarán e indicar la ponderación que se utilizará.

h) Bibliografía.

En este punto se indica la bibliografía básica y complementaria con la que fueron elaborados los contenidos de la práctica. Se recomienda consultar las principales revistas que prioritariamente publican trabajos experimentales específicos del área en estudio, así como libros de reciente publicación sobre la temática. En algunos casos es preciso incluir un breve comentario sobre cada revista porque cada una de ellas en particular ofrece algún rasgo distintivo, aunque en conjunto representen la totalidad de la investigación actual.

i) Resultados.

El propósito de este apartado es presentar los datos obtenidos en el desarrollo del experimento, los cuales ponen de manifiesto que la actividad práctica realizada representa una solución para el problema planteado, o es motivo del experimento.

A través de los resultados se apreciará el grado alcanzado en el o los objetivos propuestos. Estos pueden ser ilustrados mediante gráficas, cuadros, diagramas o con cualquier representación adecuada, para darles mayor objetividad y facilitar su lectura e interpretación. Además, se deben proporcionar los detalles que el propio experimento exija y es necesario anexar el conjunto de elementos, datos, información, cálculos, utilizados y obtenidos durante la actividad, hasta que ésta llegue a término.

En algunos casos el alumno debe preparar un informe acerca del experimento y sus resultados, junto con la presentación del modelo real utilizado. Éste debe tener una estructura congruente con las etapas seguidas en la experimentación y contener toda la información. Se puede citar de forma resumida textos, diagramas, tablas, ecuaciones, referencias bibliográficas, relacionados con el trabajo realizado.

j) Conclusiones.

Comprenden las aportaciones personales o los juicios de valor propuestos a partir de los resultados de la práctica o del experimento, o bien de las acciones derivadas de todo el proceso de experimentación. En algunos casos incluyen recomendaciones para futuros experimentos relacionados con el tema. También, de manera adicional, se puede agregar un pequeño cuestionario, tres a siete preguntas, para verificar los resultados y el tipo de interpretación que el grupo de alumnos ha realizado a partir de la discusión de los mismos.

Es conveniente emplear una terminología clara y apropiada y una secuencia lógica. Queda a la inventiva y creatividad del equipo de trabajo la preparación y el desarrollo de esta presentación, su extensión y los por menores variarán según el auditorio.

k) Recomendaciones.

En este apartado se presenta la serie de observaciones adicionales que deben considerarse en el diseño de una práctica de laboratorio, taller o campo, como por ejemplo: normatividad, condiciones de trabajo, manejo de los recursos, preparación previa de la actividad práctica, toma de datos y análisis de los mismos.

2.17.3 Condiciones de manejo.

Cuando se manipula material potencialmente peligroso es conveniente incluir en el manual de prácticas los cuidados que deberán propiciarse dentro del laboratorio. Es decir, se deben seguir las normas de seguridad del producto a fin de reducir, a un nivel aceptable, el riesgo inherente a la manipulación de material de regular peligro, y ser muy riguroso para los agentes más peligrosos. La disminución del riesgo dependerá de la motivación del personal, de la infraestructura y la metodología. La información sobre las características del laboratorio son parte de la formación, esto determina la eficacia de las actividades planeadas, en particular en la asignatura de estudio.

Una vez establecidas las normas de seguridad, aprobadas, escritas, y asumidas, cada persona involucrada deberá responsabilizarse de su propia seguridad y la de sus compañeros. Otro aspecto que debe considerarse en las asignaturas que ejecutan prácticas es el uso de equipos y aparatos eléctricos. La conexión deberá contar con una toma eléctrica que cumpla la norma de seguridad correspondiente. Nunca deberá usarse en zonas mal aisladas o expuestas a la humedad. En el manual habrá que especificarse los procedimientos para utilizar los aparatos y, además, dar a conocer de forma obligada la normatividad respecto de su empleo seguro.

Cualquier manual de laboratorio o guía de prácticas debe contener las indicaciones para la correcta eliminación o tratamiento de los vertidos y residuos producidos en el lugar. Si no se consideran las condiciones medioambientales, éste manual estará incompleto.

Se debe incluir el material bibliográfico adicional que se entregará a los alumnos e indicarles los reportes que ellos deberán informar, aunque éste puede ser un aspecto a valorar en la nota de prácticas. También es importante seleccionar prácticas que produzcan el menor impacto ambiental, así como incluir en el manual de prácticas un apartado con los aspectos a cuidar al respecto. En la medida de lo posible considerar como un objetivo más de la práctica el vertido cero o, en su defecto minimizarlo.

Con relación a la instalación del laboratorio, sin duda la seguridad dentro de él debe tenerse en cuenta desde la fase de diseño del mismo, aunque esto no siempre es posible. Debido a que muchos laboratorios de tipo medio o pequeños se ubican en locales no adecuados para este uso, con el agravante de que con el tiempo se van ampliando con nuevas tecnologías, es frecuente que se vuelvan insuficientes y llenos de aparatos, muchos nuevos y otros obsoletos. Aplicar una política de seguridad en el laboratorio, luego de un tiempo de funcionamiento y de ampliaciones, es complicado y costoso, incluso en muchos casos puede que no sea viable a menos de rediseñar el laboratorio.

Es necesario modificar los reglamentos de operación del espacio y los procedimientos de trabajo. Por otro lado, la función del reglamento es sentar las bases respecto de las normas mínimas que deberán acatar los usuarios para utilizar el equipo de los laboratorios, talleres y espacios de trabajo de campo, y dentro de las instalaciones de los mismos, en virtud de que éstos son parte muy importante de la formación académica de los alumnos, y deberán tomarse las medidas indispensables para el cuidado, la conservación y el buen uso de los equipos y de la maquinaria, entre otros.

2.17.4 Preparación de prácticas.

En el diseño de cualquier actividad práctica se requiere una planificación y una prueba, bajo las condiciones en que se desarrollará. Así, se proponen los siguientes aspectos para su puesta en marcha:

- a) Planificar las prácticas de laboratorio, con el objeto de eliminar o disminuir los riesgos asociados a ellas y determinar los residuales para controlarlos

mediante las medidas pertinentes, proporcionar la información y formar a los alumnos sobre los riesgos específicos de cada práctica.

- b) Formar e informar a los alumnos y a todos los que van a participar en las prácticas. Plantear las actividades iniciales y las recomendaciones previas al comienzo de las prácticas, y suministrar información específica en cada una de ellas, resulta conveniente impartir una clase, charla o práctica inicial sobre seguridad, al principio del curso, la cual debe ser obligatoria para todos los alumnos. Su contenido básico incluirá, entre otros, los siguientes puntos:
- Riesgos que pueden presentarse durante la realización de las prácticas: los detectados en la planificación de las prácticas o los conocidos de antemano, por la naturaleza de las herramientas o equipos que se utilizarán, por las tareas a realizar, o los descritos en distintas fuentes de información.
 - Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos, según lo establecido en la planificación de las prácticas, la evaluación de los riesgos de los lugares de trabajo o las normas de trabajo de la Unidad Académica.
 - Equipos necesarios de protección individual y colectiva.
 - Señalización, normas y dispositivos de emergencia y contra incendios.
 - Normas de actuación para casos de incidentes o emergencias.
 - Hábitos personales y de trabajo en el laboratorio, taller o campo.
- c) Preparar una relación de los productos, equipos, herramientas, instalaciones, máquinas y materiales que serán utilizados, o al menos una lista de los elementos que representan algún tipo de peligro.
- d) Investigar los riesgos asociados con equipos, herramientas, instalaciones, máquinas y materiales empleados. Para ello se deberá consultar las instrucciones de los equipos, instalaciones y máquinas que serán empleados, especialmente lo relativo a manejo, instalación, mantenimiento y aspectos de seguridad. Revisar experiencias previas e información referidas

al manejo de equipo o instalaciones y sobre la realización de las tareas proyectadas.

- e) Determinar a partir de la información empleada, la preparación de la práctica y los riesgos que pueda implicar, la necesidad de utilizar equipos de protección individual (guantes, gafas o mascarillas) o colectiva, y los equipos de emergencia (extintores de algún tipo determinado) y su disponibilidad.
- f) Verificar las condiciones de los laboratorios, instalaciones y equipos, entre otras las siguientes: Señalización, salidas de emergencia y equipos de protección contra incendios.
- g) Instalación adecuada de los equipos de acuerdo con sus instrucciones.
- h) Existencia y correcto funcionamiento de los sistemas de ventilación o extracción del aire si son necesarios, para el correcto desarrollo de las prácticas.
- i) Planificar las prácticas con objeto de eliminar o disminuir los riesgos posibles.
- j) Especificar las normas, precauciones, prohibiciones o protecciones necesarias para eliminar o controlar los riesgos.
- k) Incluir en el manual de prácticas las advertencias sobre los riesgos detectados, según lo indicado en el apartado anterior, y sobre las normas, precauciones, prohibiciones y elementos de protección necesarios para su control, indicando la obligatoriedad de seguirlos.
- l) Comunicar al responsable de prevención en la Unidad Académica las deficiencias detectadas en los locales, instalaciones, equipos, materiales o herramientas para las prácticas, así como en los procedimientos o en las normas generales aplicadas.

2.17.5 Registro de observaciones.

El alumno que busca soluciones a problemas dados aplica cuidadosamente su atención, hace observaciones acerca de los hechos, datos, mediciones y circunstancias que se van presentando durante el experimento y lleva un registro detallado de lo observado, así como de sus puntos de vista al respecto.

Para esto se debe utilizar una bitácora en la que registra todos los detalles del desarrollo del experimento, incluyendo fecha, hora, avances, resultados, mediciones, tropiezos y todos aquellos parámetros que puedan influir, directa o indirectamente, en el experimento (como temperatura y humedad ambientales, cálculos, entre otros). Así, el registro en la bitácora evita efectuar repeticiones innecesarias en operaciones y observaciones, ésta servirá al estudiante como a otras personas interesadas o involucradas en la revisión y evaluación de los resultados del trabajo.

Además, de llenar aquellos formatos previamente diseñados para la captura de datos; considerando que, si algún aspecto se omitió en el diseño de los mismos, durante el tiempo de observaciones, los formatos pueden ser modificados y ampliados, según el experimento lo va requiriendo. De aquí la importancia de recomendar la bitácora de laboratorio, para el registro de las observaciones y resultados, ambos son documentos fuente que juegan un papel muy importante durante la experimentación ya que en éstos se guarda la información original obtenida de primera mano. Orientar al alumno en el manejo de la bitácora, al indicarle la necesidad de rotular, registrar y anotar cuidadosamente los datos en el momento en el cual se obtienen. Mediante expresiones o frases breves puede describirse el propósito de las pruebas que se hacen; de la misma manera que se deben identificar y listar las variables en estudio que se van a medir. Aspectos tales como fecha, hora, temperatura, diagramas, equipos de medición, así como, también cuando éstos tuvieron un comportamiento fuera de lo común, todo debe ser registrado. Tal que los resultados de las mediciones deben organizarse bajo criterios definidos, en cuadros o tablas de concentración de datos, que permitan identificarlos y relacionarlos de manera adecuada.

A partir de estos cuadros se obtienen gráficas y relaciones entre variables; información significativa para el grupo académico. Por ello, es contraproducente y nada recomendable el hecho de tomar datos en cualquier hoja de borrador o confiar a la memoria el registro de observaciones.

3.0 Criterios a considerar en la propuesta de un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

En toda propuesta de infraestructura para aplicaciones de cualquier tipo, es requerido satisfacer las necesidades básicas a cumplir en base al espacio requerido, en este caso está determinado por el equipamiento a ser implementado, los procesos a ejecutar y la cantidad de personas que ocuparan dicha infraestructura.

3.1 Criterios a considerar para establecer áreas en el laboratorio de prácticas.

Toda unidad de Laboratorio debe contar con las áreas adecuadas para el buen funcionamiento del mismo, entre ellas se puede mencionar, un área de prácticas, área de bodegaje de materiales, área de bodegaje de instrumentación y área de equipo auxiliar, las cuales se describen a continuación:

a) Área de prácticas.

Como se pudo fundamentar en el capítulo anterior, el dimensionamiento del área del Laboratorio de prácticas, está determinado por la población a ser atendida en las prácticas y la maquinaria a ser adquirida para cumplir con los objetivos del Laboratorio.

Como primer punto se establecen las dimensiones de los equipos a ser integrados en el laboratorio (Tabla 3.1), para ello se cuenta con seis dispositivos para realizar las prácticas:

- Equipo de recuperación de gases refrigerantes.
- Sistema de refrigeración didáctico.
- Banco didáctico de elementos de un circuito de refrigeración.
- Sistema de refrigeración con Termocuplas.
- Equipo de detección de fallas eléctricas en compresores herméticos.
- Entrenador de sistemas de aire acondicionado.

Descripción	Largo (metros)	Ancho (metros)	Altura (metros)
Equipo de recuperación de gases refrigerantes	1.0	0.50	1.0
Sistema de refrigeración didáctico	2.25	0.75	1.5
Sistema de refrigeración con termocuplas	1.25	0.85	2.0
El banco didáctico de elementos de un circuito de refrigeración	1.55	0.90	2.20
Equipo de detección de fallas eléctricas en compresores herméticos	0.85	0.46	1.25
Entrenador de sistemas de aire acondicionado	1.55	0.90	2.0

Tabla 3.1 Cuadro de dimensiones de equipo para Laboratorio.

Con las dimensiones de cada dispositivo, se puede asignar el espacio de ocupación de cada equipo dentro del recinto, tomando en cuenta el área de trabajo necesario alrededor del equipo para poder realizar las prácticas. En base a la información del dimensionamiento de cada equipo se pueden establecer los espacios de ocupación requerido en cada una de estos equipos.

- Para las actividades que se realizarán en el equipo de recuperación de gases refrigerantes, en el cual un grupo de 5 personas puede realizar las prácticas, para operar el equipo de forma eficiente son necesarios 0.60 metros de espacio libre en las cuatro orientaciones para realizar las practicas utilizando este equipo, esta unidad se puede movilizar en el área de trabajo lo cual permite manipularlo en casi cualquier punto. (Ver en Tabla 3.1, dimensiones del equipo)
- En lo que respecta al sistema de refrigeración didáctico, es necesario un espacio libre al frente del equipo de 1.5 metros, para poder realizar las prácticas de forma eficiente, las dimensiones del equipo. (Ver en tabla 3.1, dimensiones del equipo).
- El sistema de refrigeración con Temocuplas, al igual que el sistema de refrigeración didáctico, necesita espacio de trabajo en la orientación frontal,

por las actividades a realizar en este equipo es necesario un espacio 1.5 metros al frente del equipo para su uso. (Ver en tabla 3.1, dimensiones del equipo).

- En el banco didáctico de elementos en circuito de refrigeración, se realizarán actividades de pruebas de operatividad, para diagnóstico de fallas, en él se requiere espacio en la parte frontal de la unidad para que los usuarios puedan realizar las practicas, el requerimiento de espacio estimado es de 1.5 metros al frente del equipo. (Ver en tabla 3.1, dimensiones del equipo).
- Para el equipo de detección de fallas eléctricas, por las actividades a realizar, está unidad puede movilizarse a un espacio más amplio, alrededor del equipo, se requiere espacio libre alrededor del equipo en las cuatro orientaciones, se estima un espacio de 1.0 metro en las cuatro orientaciones. (Ver en Tabla 3.1, dimensiones del equipo).
- El entrenador de sistemas de aire acondicionado, requiere espacio para realizar prácticas en tres orientaciones, al igual que los dispositivos anteriores, se ha estimado un espacio libre de 1.0 metros en los costados y de 1.5 metros al frente del dispositivo para poder realizar las prácticas. (Ver en tabla 3.1, dimensiones del equipo).
- Otras actividades a realizar en los dispositivos, que se debe tomar en cuenta, es la necesidad de un banco de trabajo para realizar actividades como las siguientes:
 - i. Trabajos de soldadura oxiacetilénica en tuberías de cobre.
 - ii. Trabajos de doblado de tuberías de cobre.
 - iii. Prácticas de taladrado en tuberías cobre.
 - iv. Prácticas de bocelado de tuberías de cobre.
 - v. Montaje de dispositivos en tuberías de cobre, etc.

Para estas actividades se cuenta con una mesa de trabajo de 1.25 metros de largo por 0.75 metros de ancho, con una altura de 1.20 metros sobre el nivel de piso, para ejecutar diversos trabajos, requeridos para las practicas, como lo son: soldadura oxiacetilénica, procesos de vació, etc.

Este tipo de procesos necesita de un área espaciosa debido a las actividades de riesgo que se realizarán en ella, como lo es el uso de un equipo de soldadura oxiacetilénica, para el cual se necesita el uso de una llama para calentar la tubería y aplicar material de aporte.

La zona debe estar provista de materiales resistentes a la combustión, y tener un acceso inmediato a dispositivos para la retención de la llama en caso de un accidente, para su inmediata manipulación.

b) Área de almacenaje de materiales, instrumentación y herramientas.

Como se ha mencionado en apartados o capítulos anteriores, el Laboratorio de prácticas debe contar con una zona de almacenamiento. En esta área se debe resguardar el material de aporte requerido para las actividades a realizar, así como la instrumentación requerida para el desarrollo de dichas actividades. Además, se debe tomar en cuenta toda la herramienta manual requerida para desarrollar estas actividades, la cual será resguardada con la colocación de peldaños que permitan almacenar de forma ordenada estos elementos. El dimensionamiento del área de bodega dependerá de la cantidad de elementos requeridos para las prácticas. El lugar debe ofrecer seguridad en condiciones de espacios libres de humedad.

c) Área de almacenaje de equipo auxiliar.

Otros dispositivos que necesitan de almacenamiento son los equipos auxiliares con los que se contara para la realización de las prácticas, como ejemplo podemos citar cilindros para soldadura oxiacetilénica, cilindros de nitrógeno para pruebas de presión, cilindros de gases refrigerantes, bombas de vacío, taladros, soldadores eléctricos, etc.

El almacenaje de estos elementos exige que el lugar sea seco, libre de humedad. Además, se debe ofrecer seguridad de que personas ajenas al Laboratorio, no puedan tener acceso a este tipo de dispositivos sin previa autorización.

3.2 Criterios a considerar para elaborar propuesta de ventilación en un laboratorio de prácticas.

Todo espacio de trabajo requiere de una adecuada ventilación para evitar la acumulación de contaminantes, humedad y crear un ambiente apropiado a las personas que ocupan el espacio. Esto es posible colocando barreras al contorno que permiten el paso del aire en forma natural para poder evacuar contaminantes, de los cuales se pueden mencionar, vapores sudoroso, calor y vapor de agua, polvo en suspensión, gases, etc.

En el caso de emergencias debido a la liberación de gas refrigerante, humo u otros contaminantes, es necesario el tomar en consideración la implementación de ventilación forzada que permitirá desplazar el contaminante, para impedir que los usuarios del Laboratorio presenten asfixia debido al desplazamiento del Oxígeno.

La cantidad de cambios de aire para la ventilación forzada en un laboratorio, esta normado por ASHRAE en sus publicaciones, dentro de este contexto se presenta la Tabla 3.2, tomada del manual de ventilación de GREENHECK, un fabricante certificado de sistemas de ventilación, en la cual puede identificarse la aplicación de nuestro espacio y los cambios de aire sugeridos.

Para este caso, el cual será un laboratorio de prácticas se sugiere de 2 a 5 cambios, se establece un parámetro medio y el cual sugiere utilizar 3 cambios de aire por hora.

Una vez establecido el área de trabajo y la altura del cielo falso a implementar se determinara el volumen del área. Al obtener este dato es posible determinar el flujo de aire requerido en el recinto.

Se combinara lo que es la ventilación natural y la ventilación forzada para cumplir con los requerimientos de seguridad. Dentro de la propuesta se establecerán los mecanismos para aportar ventilación natural al recinto y también la implementación de ventilación forzada en casos de emergencia en el cual sea requerida su aplicación por medio de un control automatizado a través de un controlador.

Cuadro de cambios sugeridos del aire para una ventilación apropiada.

Área	Cambios / Minutos	Área	Cambios / Minutos	Área	Cambios / Minutos
Pasillo	3-10	Salón de baile	3-7	Tienda de Maquinaria	3-6
Ático	2-4	Comedor	4-8	Fabrica de papel	3-8
Auditorio	3-10	Tintoreria	2-5	Oficina	2-8
Panaderia	2-3	Cuarto de máquinas	1-3	Empacadora	2-5
Bar	2-4	Fabrica	2-7	Cabina de Proyección	1-2
Establo	12-18	Fundición	1-5	Cuarto de recreación	2-8
Cuarto de Calefacción	1-3	Taller	2-10	Residencia	2-6
Club de boliche	3-7	Cuarto de Generadores	2-5	Restaurante	5-10
Cafetería	3-5	Gimnasio	3-8	Cuarto de baño	5-7
Iglesia	4-10	Cocina	1-5	Tienda	3-7
Salón para clases	4-6	Laboratorio	2-5	Salón de espera	1-5
Salón para clubes	3-7	Lavanderia	2-4	Almacen	3-10

Tabla 3.2 Cambios de aire en diferentes locales.

electrónico y sensores que detecten algún evento que requiera de la intervención de la ventilación forzada.

3.3 Criterios a considerar para la iluminación de un laboratorio de prácticas.

En este tipo de aplicación, se debe establecer el requerimiento de iluminación artificial, ya que las prácticas a realizar serán tanto en horas diurnas y nocturnas. No se requiere de iluminación focalizada, ya que las actividades a realizar no son de precisión, por lo tanto solo necesitamos determinar la cantidad de Lúmenes requeridos para establecer el número de lámparas a ser instaladas.

Como primer paso se determina el nivel de iluminación requerido en el espacio en el que se realizarán las prácticas, para ello el Ministerio de Salud establece los parámetros de Lúmenes a utilizar (ver Tabla 3.3).

En lo que respecta la actividad que se realizará, se requiere un nivel de iluminación medio que equivale a 500 Lux (Lumen/metro cuadrado).

El segundo paso es establecer, el tipo de luminaria a utilizar. En base a los estándares y la disponibilidad del mercado, se establece utilizar un tipo de luminaria estándar de luz blanca, que es la más utilizada en aplicaciones de este tipo. La lámpara más utilizada es la de 40 Watts, la cual se aplicara a la propuesta.

Como tercer paso establecer, el número de lámparas, cada lámpara ofrece 3800 Lúmenes (Tomando como referencia la marca SYLVANIA), con ello se puede establecer que cada lámpara puede cubrir un área de 7.6 metros cuadrados, ya que el nivel de lúmenes requerido es de 500 Lux. El número de lámparas dependerá del área a establecer para el diseño del laboratorio de prácticas.

3.4 Criterios a ser considerados para la propuesta de seguridad en un laboratorio de prácticas.

Todo espacio que es utilizado para realizar actividades mecánicas como lo son el uso de herramienta eléctrica, uso de gases, uso de herramientas de llama, etc., puede considerarse un lugar propenso a los accidentes. Por esa razón a continuación se mencionan los requerimientos de seguridad en este tipo de espacios.

1) Seguridad contra incendios para el laboratorio de prácticas.

En todo lugar en el cual se desarrollan actividades de riesgo, requiere un estricto plan contingente contra eventos de desastre, sobre todo cuando las condiciones de riesgo son más elevadas. En el caso del laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado se tienen los siguientes altos niveles de riesgo:

- a) Riesgo de incendio debido al uso de soldadura de llama.
- b) Riesgo de asfixia por la manipulación de gases, como lo son gases refrigerantes y acetileno.

- c) Riesgos de explosiones que generen lesiones, debido a la manipulación de cilindros presurizados.
- d) Riesgos de cortaduras, raspaduras y golpes, debido a las maniobras de trabajo que se desarrollaran en las prácticas a realizar.
- e) Riesgos de quemaduras.
- f) Riesgos de intoxicación.

2) Consideraciones a tomar en cuenta para la seguridad en el laboratorio.

Es importante el implementar dentro de la propuesta las siguientes consideraciones:

- a) Como primer punto de seguridad, el laboratorio debe permanecer limpio y ordenado, con todos sus elementos colocados o resguardados en ubicaciones estratégicas, que no reduzcan el riesgo de accidentes.
- b) Como segundo punto de seguridad, el local debe estar debidamente rotulado, identificando cada espacio ó elementos para ser identificados, rotular los equipos o productos que representan un peligro inminente en su manipulación; también, rotular los accesos y salidas. Debe colocarse un mapa de evacuación en caso de un riesgo de peligro.
- c) Como tercer punto, es contar con sistemas para contrarrestar accidentes que puedan provocar combustión por llama, como lo son incendios. Debe estar accesible y debidamente rotulado el dispositivo aplacador de incendios (Extintor), este debe ser seleccionado de tal manera que sea capaz de aplacar la llama de los productos que se manipularan en el laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado, por lo tanto dentro del diseño se deberán colocar extintores en un lugar estratégico dentro del local.
- d) Como cuarto punto, debe poseerse un botiquín de primeros auxilios donde se resguarden medicamentos que puedan contribuir con la atención contra posibles accidentes dentro del laboratorio, para poder asistido en el lugar para después trasladar al accidentado a una clínica especializada. Este botiquín debe contener medicamentos para reaccionar contra raspaduras, cortadas, quemaduras, traumatismos,

torceduras, daños a la visión, entre los accidentes más comunes en este tipo de instalaciones. Debe estar ubicado en un lugar visible y accesible.

e) Como quinto punto, todos los materiales a ser manipulados deben estar identificados, con su respectiva hoja de seguridad, en la cual se detallen los componentes del material y los riesgos que conlleva su manipulación, así como las recomendaciones en caso de sufrir algún traumatismo por su manipulación.

f) Como sexto punto, todos los equipos a ser utilizados deben contar con su manual de uso, el cual debe ser proporcionado a los usuarios del laboratorio y exigir su estudio antes de su manipulación, además, de recibir asesoría por parte de una persona que conozca la maquinaria y su manipulación para realizar una previa capacitación de uso.

Ante todas estas recomendaciones se debe implementar en el diseño, el contar con todos los elementos necesarios para poder responder de forma oportuna ante un eventos de este tipo.

3) Planes de contingencia.

Las instalaciones del laboratorio de prácticas, donde se generan procesos de soldadura oxiacetilénica, son de alto riesgo de incendio, por la flama que se utiliza para las actividades de soldadura en cobre, también influye el gas utilizado, ya sea propano o acetileno son altamente inflamables. Debido a estos procesos y materiales, es esencial contar con recursos y procedimientos de contingencia para este tipo de eventos.

Para contrarrestar la posibilidad de incendios en el local se debe considerar algunas recomendaciones en la propuesta, como lo son los siguientes:

- Orden y limpieza, es la premisa que debe existir en las instalaciones como primer plan de prevención ante un evento de este tipo.
- Para la construcción del laboratorio utilizar elementos que retarden la expansión de la flama y la generación de humo que puedan causar asfixia e intoxicación.
- En la distribución del local se deben considerar el colocar extintores en lugares estratégicos y de fácil acceso.

- El diseño debe contemplar rutas de evacuación, las cuales deben estar totalmente libres, las puertas y cerrojos deben abrir con facilidad para que la evacuación del personal sea rápido.
- Rotular la ubicación de extintores y rutas de evacuación.
- Rotular instrucciones en puntos visibles, sobre los procedimientos a seguir en caso de una alarma de incendio.
- Proponer sistemas de evacuación del humo para evitar asfixia en los ocupantes.
- Los usuarios del laboratorio de prácticas deben recibir una instrucción previa, de procedimientos a seguir en caso de una catástrofe de este tipo.

4) Seguridad contra accidentes para el laboratorio de prácticas.

Como se mencionó anteriormente, un accidente de trabajo es todo suceso inesperado, que generalmente es ocasionado por errores humanos, debido a la desconcentración por no cumplir con las normas de comportamiento y procedimientos de seguridad establecidos.

Ante estos sucesos, las acciones a poner en práctica es cumplir con un reglamento de comportamiento en el uso de las instalaciones del Laboratorio de prácticas.

Dentro de la propuesta se deben establecer los espacios requeridos para maniobrar con seguridad y comodidad en cada uno de los equipos a ser implementados, dependiendo de la cantidad de personas que realizará cada práctica. En el caso del equipamiento, también pueden darse accidentes por el mal estado del equipo y herramientas utilizadas en las prácticas de Laboratorio, por ello deben implementarse procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo en dichos equipos para poder mantenerlos en óptimas condiciones y que su funcionamiento sea seguro para sus operarios. Por ello deben realizarse inspecciones periódicas, y realizar las reparaciones requeridas detectadas durante el mantenimiento preventivo.

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE ILUMINACIÓN			
	Nivel en Lux	CUDL	Ra	Observación
24. RESTAURANTES Y HOTELES				
Carpeta de recepción/cajero, mesa de conserje	300	22	80	
Cocina	500	22	80	
Restaurante, comedor, salón	200	22	80	
Restaurante de autoservicio	200	22	80	
Buffet (Comidas frías)	300	22	80	
Salas de conferencias	500	19	80	Iluminación regulable
Corredores (Pasillos)	100	25	80	Niveles aceptables
26. LOCALES DE ENTRETENIMIENTO				
Teatros y salas de conciertos	200	22	80	
Salas multipropósito	300	22	80	
Locales de ejercicios, vestidores	300	22	80	Espejos sin deslumbrar
Museos (general)	300	19	80	Exposiciones
26. BIBLIOTECAS				
Estanterías (de libros)	200	19	80	
Áreas de lectura	500	19	80	
Mostradores	500	19	80	
27. PARQUES PÚBLICOS (interiores)				
Rampas de entrada / salida (durante el día)	300	25	40	Seguridad reconocible
Rampas de entrada / salida (durante el noche)	75	25	40	Seguridad reconocible
Sendas de tránsito	75	25	40	Seguridad reconocible
Áreas de parqueo	75	28	40	
Oficina de entrada	300	19	40	
27. LOCALES EDUCATIVOS				
Local de juegos (escuela)	300	19	80	
Aula de clases	300	19	80	
Sala de profesores	300	19	80	
Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	19	80	
Salas de lectura	500	19	80	
Pizarras, pizarrones	500	19	80	Evitar reflexión
Mesa de demostraciones	500	19	80	
Locales de arte y oficios	750	19	90	
Locales de arte (escuela de arte)	750	19	80	
Salas de dibujo técnico	500	19	80	
Taller de enseñanza	500	19	80	
Locales de prácticas de música	300	19	80	

Tabla 3.3 Requerimientos de Iluminación, fuente Ministerio de Salud.

El orden y la limpieza es crucial para evitar los accidentes, y debe ser la premisa a implementar en las instalaciones, manteniendo los equipos, las herramientas y materiales en una ubicación establecida, así mismo los desperdicios deben ser ubicados en un lugar pre-establecido, diferenciando el tipo de desperdicio para separar los componentes reciclables, los materiales tóxicos y contaminantes, los materiales inflamables o explosivos.

Dentro de la propuesta se deben establecer las medidas que se tomarán para el almacenamiento y evacuación de estos elementos.

3.5 Criterios para elaborar propuesta de instalaciones eléctricas para un laboratorio de prácticas.

Está claro que en este tipo de instalaciones los requerimientos de suministro de energía eléctrica dependerán de la demanda de equipamiento e iluminación en las instalaciones. Dentro de ese contexto para establecer la carga eléctrica requerida, primero se debe establecer todo el equipamiento a ser implementado en el laboratorio. Una vez establecida la cantidad de equipos y herramientas manuales eléctricas, cada una debe tener una placa indicando el consumo de potencia que requiere, en base a todo esa demanda sumada uno a uno, se establece la potencia total requerida. Otro factor importante que debe considerarse son las características eléctricas del equipo, esto quiere decir el voltaje de operación de los mismos, el número de fases y la frecuencia requerida para la operación de los componentes eléctricos del equipo. Esta información debe estar establecida por el fabricante.

Una vez establecidas la potencia requerida, el voltaje de operación, el número de fases y la frecuencia requeridas, se puede determinar la protección eléctrica necesaria para resguardar toda la instalación del local de laboratorio, y en base a esos parámetros se puede obtener el valor de la corriente que demandara el local, así se determina el calibre del alambre, número de líneas y dimensión de la canalización requerida. En base a normas eléctricas se establece las características de los materiales que deben utilizarse para la instalación.

El establecer la potencia requerida, también ayuda a determinar si se cuenta con la fuente de energía necesaria para satisfacer la demanda del laboratorio. Con todo este análisis en el diseño podemos establecer las recomendaciones para la propuesta en este rubro.

3.6 Criterio para la propuesta de instalaciones hidráulicas para el laboratorio de prácticas.

Toda instalación de laboratorio requiere de dos tipos de instalaciones, una específicamente de suministro de agua potable para poder realizar los procedimientos y también instalaciones de desagüe para la evacuación de todos los residuos producto de los procedimientos ejecutados. Dentro de una propuesta de laboratorio se debe establecerse una red hidráulica para el suministro de agua potable en diferentes puntos del local, para realizar procedimientos, para limpieza de los usuarios, limpieza de piezas, equipos u otros componentes. En este caso para el procedimiento de limpieza de los equipos de refrigeración y aire acondicionado es necesario el uso de agua potable para realizar esta actividad, pero también se requiere de instalación hidráulica de evacuación de residuos en este proceso. En caso de un accidente con materiales o equipos que se están utilizando, en la mayoría de los casos se sugiere el aplicar agua sobre el área afectada para reducir los daños consecuentes del accidente, por lo tanto dentro del local debe haber un sistema de atención de emergencias contra daños en ojos, piel u otra parte del cuerpo que requiere la limpieza rápida a través de agua potable.

Por ello se debe implementar una red de agua potable la cual puede ser tomada de una red existente, se debe realizar una inspección de campo para determinar el punto de conexión a la red existente.

3.7 Criterios para elaborar propuesta de evacuación de desechos de un laboratorio de prácticas.

En lo que respecta a los desechos líquidos, producto del proceso de prácticas de laboratorio, se debe determinar que residuos resultan altamente

tóxicos al medio ambiente, estos no podrán ser vaciados sino contenidos en recipientes para su posterior evacuación de forma adecuada. Todo esto deberá ser establecido como una norma de uso del laboratorio, en la cual se establezca que desechos como aceites de motor, no deben ser vertidos en los desagües, ya que son altamente contaminantes de los mantos acuíferos. Por el contrario estos deberán ser contenidos en recipientes que puedan ser sellados y evacuados de forma segura, para ser tratados adecuadamente y ser vertidos sin un peligro al medio ambiente.

Todos los otros procesos en general, se producen desechos reciclables, de materiales que pueden ser reutilizados.

3.8 Almacenaje de instrumentación, herramientas y materiales a ser utilizadas en el laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado.

Todo Laboratorio de práctica debe tener los recursos para poder desarrollar las actividades y así cumplir los objetivos definidos, por lo tanto la infraestructura del Laboratorio de prácticas debe ofrecer los siguientes espacios:

- Área de almacenamiento de materiales requeridos para las prácticas.
- Área de almacenamiento de instrumentación a ser utilizada durante las prácticas.
- Área de almacenamiento de herramientas manuales.
- Área de almacenaje de equipo auxiliar para la realización de las actividades.

Se requiere que cada área sea independiente para un mejor orden y despacho por parte de la bodega.

a) Almacenamiento de materiales requeridos para las prácticas.

El tamaño de dichos espacios dependerá de la cantidad de equipos y materiales de almacenamiento. Por ello se implementa la colocación de estantes con bandejas para almacenar de forma ordenada los materiales, para su pronta ubicación y despacho.

Dentro de estos materiales debe clasificarse la continuidad de su consumo y dependerá de su aplicación en las diferentes actividades a desarrollar en las prácticas de laboratorio. A continuación se establece los posibles materiales consumibles:

- Varilla de plata al 5%.
- Tornillos golosos.
- Tornillos autoroscantes.
- Retazos de franela para limpieza.
- Aceite para compresores.
- Grasa multipropósito.
- Jabón a base de soda caustica para limpieza de serpentines.
- Pasta fundente para soldar dos metales diferentes.
- Detergente en polvo.
- Gas refrigerante CFC 22, HCFC 410.
- Filtro deshidratador de 3/8" para refrigerante R-22 y refrigerante R-410
- Válvula de centro de 1/4" a soldar
- Válvula pinchadora de 1/4" para tubería de cobre.
- Lija 150 para metal.
- Tornillos golosos #10 de 3/4" de longitud.
- Cable eléctrico SAE -16
- Cable eléctrico SAE -14
- Cable eléctrico SAE -12
- Terminales de bandera 16-14
- Terminales de bandera 12-10
- Terminales de espiga 16-14
- Terminales de espiga 12-10.
- Cinta aislante de 3/4".
- Scotch lock para cable calibre 14
- Scotch lock para cable calibre 12
- Scotch lock para cable calibre 16
- Aceite para lubricación.

- WD-40 para limpieza de circuitos
- Otros.

b) Almacenamiento de instrumentación.

Como apoyo a las prácticas de laboratorio de refrigeración y aire acondicionado, se requiere el uso de herramientas de instrumentación. Para poder determinar el tamaño de espacios debe proyectarse la cantidad de equipos y materiales de almacenamiento. Para ello se debe proveer de un área independiente para su almacenamiento, aparte de ser un equipo delicado ya que está calibrado, también su precio es considerable, por lo que debe tenerse un buen control de su salida e ingreso a la bodega de almacenaje en buen estado. Estos instrumentos deben estar en ambientes frescos y secos, la humedad es el peor enemigo de este tipo de herramienta.

Dentro de estas herramientas a ser almacenadas tenemos los siguientes:

- Amperímetros.
- Voltímetros.
- Manómetros de presión.
- Medidor laser de temperatura.
- Medidor de temperatura con termocuplas.
- Medidor de flujo de aire.
- Vacuómetro.

c) Almacenamiento de herramientas manuales.

Las prácticas de Laboratorio de refrigeración y aire acondicionado no se pueden desarrollar sino se cuenta con la herramienta manual idónea, para el desmontaje y montaje de las partes de un equipo de refrigeración y aire acondicionado. Para ello se debe tener a la mano diferentes tipos de herramientas que colaborarán a realizar de una buena práctica las actividades a desarrollar, y por ello necesitan de un espacio en el cual se pueda mantener ordenada y rotulada para ser ubicada de forma rápida. La forma adecuada de almacenaje es el uso de estantes con depósitos

rotulados, se implementará este formato para almacenamiento. Entre las herramientas manuales a implementar tenemos los siguientes:

- Juego de desarmadores planos
- Juego de desarmadores Philips
- Juego de desatornilladores con cabeza hexagonal.
- Juego de llaves fijas inglesas
- Juego de cubos con su llave ajustable.
- Llaves Cangrejas 10" y cangreja 12".
- Tenaza de electricista.
- Tenaza de presión.
- Prensa ajustable.
- Marco de sierra.
- Corta tubos para tubería de cobre.
- Tenaza ponchadora.
- Tenaza entalladora.
- Engrasadora manual.
- Aceitera con espiga para espacios reducidos.
- Prensa encharradora.
- Dobladora de tubos desde 1/4" hasta 1/2"
- Dobladora de 5/8".
- Antorcha para gas propano.
- Juegos de llaves Ale, medida inglesa y milimétrica.
- Extensiones 110 voltios de 20 metros.
- Extensión con foco para iluminación puntual.
- Pitón para manguera de agua.
- Manguera de agua reforzada de 15 metros.
- Escoba plástica.
- Martillo de bola.
- Bomba para hacer vacío.
- Extractor de poleas.
- Bomba de agua portátil.

- Pitón para nitrógeno.
- Mangueras para manómetros.
- Juego de manguera para soldadura de oxiacetilénica.
- Regulador de presión para cilindro de nitrógeno.
- Medidor de flujo para nitrógeno.
- Otros.

d) Almacenamiento de equipo auxiliar.

En las prácticas de Laboratorio de refrigeración y aire acondicionado es imprescindible el uso de equipo de apoyo para diferentes actividades a implementar, dentro de las cuales se encuentran trabajos de soldadura, cilindros para recuperación de gases refrigerantes para reciclado. Entre los equipos antes mencionados tenemos los siguientes:

- Cilindro de Nitrógeno.
- Cilindro de Acetileno.
- Cilindro de oxígeno.
- Cilindros para recuperación de gas refrigerante.
- Hidrolavadora.
- Bomba de vacío.
- Taladro manual.
- Banco con prensa.
- Otros.

3.9 Manual de uso de laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

La seguridad es una responsabilidad propia y de todos, solamente cada uno puede prevenir de lesiones dentro del laboratorio, es imposible recrear una situación de riesgo por lo que la primera regla es la prevención. La principal causa de accidentes es el descuido del operador por falta de atención a su trabajo.

Todos los trabajos realizados en un laboratorio de prácticas industrial llevan un proceso, todas las herramientas tienen una manera de ser utilizadas

correctamente, es necesario evitar querer tomar atajos para acelerar el trabajo o ahorrar el esfuerzo requerido.

Todas las herramientas están expuestas a un proceso de desgaste debido al trabajo a que son sometidas. Es necesario antes de iniciar a trabajar con ellas una revisión de su estado y las condiciones en que se encuentran. Revisar puntos de seguridad como herramientas gastadas, dobladas, golpeadas, sin filo, deben ser evaluados.

Si se encuentra que alguna máquina o herramienta se encuentran defectuosas se deberá reportar inmediatamente. Las máquinas herramienta representan un riesgo para las personas que no están familiarizadas con su uso. Antes de utilizar una máquina herramienta es necesario comprender completamente su utilización para prevenir accidentes.

No se deberá utilizar una máquina o herramienta para un proceso distinto para la que fue diseñada. Asimismo al utilizar un equipo ó máquina herramienta es necesario poner completamente atención al proceso que se está desarrollando, dejar sin atención una máquina durante un proceso puede ocasionar un accidente. Es necesario encender una máquina solo al iniciar un proceso y apagarla al terminar este.

No se deben realizar acciones de ajuste o medición cuando una máquina está trabajando, de igual manera, para retirar una pieza en la que se esté trabajado es necesario esperar a que la máquina haya parado por completo.

Las personas que no estén siendo parte del trabajo desarrollado en una máquina deberán abstenerse de interrumpir el trabajo que se esté desarrollando en ella o de ocasionar que el operador desvíe su atención del trabajo que está realizando.

En caso de algún accidente con algún equipo ó máquina herramienta, se deberán apagar las máquinas con las que se estén trabajando y solicitar la atención correspondiente a la emergencia.

Es necesario tomar la distancia adecuada de una máquina trabajando, con la finalidad de minimizar el riesgo por una falla que pudiera surgir, la zona de seguridad de una máquina está delimitada por franjas pintadas en el piso,

traspasar esta área mientras se esté trabajando supone un riesgo para el operador de la máquina como para aquel que traspasa la zona, ya que alguna actividad o movimiento del operador puede ocasionar un accidente.

Al circular dentro del laboratorio de prácticas es necesario tener en cuenta el área de trabajo que cada máquina requiere para trabajar, siempre hay que poner atención al caminar por áreas que pudieran estar ocupadas por materiales en procesos de trabajo.

De igual manera al trabajar con una máquina es necesario respetar los espacios destinados a circulación, esto con la finalidad de no obstruirlos al tráfico continuo y además a mantener los espacios abiertos durante alguna contingencia y se permita un rápido desalojo del laboratorio.

Los materiales utilizados en los procesos de trabajo deberán ser ubicados en lugares donde no interfieran con las demás actividades que se realizan en el Laboratorio y deberá ponerse especial atención en su colocación a fin de evitar que se caigan y lastimen a otras personas.

No se permite correr o jugar dentro del taller, no se permite fumar o encender cualquier fuego dentro del laboratorio a menos que sea parte del proceso de la práctica.

No se permiten equipos de sonido tales como reproductores mp3, celulares, discman, memorias, etc. utilizar estos dispositivos distrae la atención y utilizarlos con audífonos aumenta el riesgo de accidente ya que los cables pueden quedar atorados en cualquier herramienta o maquinaria.

En caso de incendio se deberá seguir los procedimientos establecidos por protección civil.

En el caso de algún accidente dentro del laboratorio de prácticas, que requiera la evacuación del mismo, se deberá realizar de manera ordenada dirigiéndose a las salidas de emergencia ubicadas con anticipación.

Es necesario mantener las áreas del laboratorio de prácticas limpias, es necesario tener especial cuidado con objetos o basura que pudieran ocasionar que las personas se resbalen o tropiecen, tales como viruta, rebabas, solventes o sobrantes y desperdicios de los materiales con los que se trabaja.

Todos los materiales sobrantes o de desperdicio deberán ser depositados en los contenedores de basura correspondientes, este remanente de material de las prácticas puede ocasionar accidentes.

Todas las máquinas utilizadas en las prácticas deberán estar limpias al terminar, esto asegurara que se mantengan en buenas condiciones. Para limpiar una máquina con rebabas de material es necesario hacerlo con un cepillo o escoba, en ningún caso deberá hacerse con las manos o trapos ya que pueden ocasionar cortaduras.

Al terminar de utilizar una máquina o al realizar un ajuste o limpieza de la misma se debe verificar que este apagada y en su caso desconectada, debe esperarse a que una máquina detenga todo su movimiento, en ningún caso se debe tratar de detener la máquina con la mano o algún otro objeto.

Las herramientas utilizadas durante una práctica deberán mantenerse ordenadas en el área de trabajo, absteniéndose de regarlas por el taller, también deberán mantenerse limpias al terminar.

Con la finalidad de prevenir accidentes en el laboratorio de prácticas es necesario detectar condiciones de inseguridad, por lo mismo si alguien detecta alguna condición que ponga en riesgo seguridad los usuarios, deberá reportarlo para que sea evaluada y corregida.

3.10 Manual de buenas prácticas en el uso del equipo de laboratorio de refrigeración y aire acondicionado.

Los usuarios u ocupantes del laboratorio de prácticas deben cumplir con los siguientes lineamientos:

- Mantener limpio y ordenado el laboratorio durante y al final de la práctica.
- No dejar los desperdicios de materiales generados durante la práctica alrededor de las máquinas y los puntos de trabajo, estos deben ser colócalos en los depósitos correspondientes, en un lugar seguro y donde no estorben el paso.
- Recoger cualquier objeto que pueda causar un accidente, ya sean herramientas o materiales.

- Guarda ordenadamente los materiales y herramientas en los lugares correspondientes al terminar las prácticas, no deben dejarse en los lugares de trabajo o en los equipos utilizados, se cuenta con depósitos para reciclaje de materiales y para desechos.
- No se deben obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.
- Una persona imprudente puede hacer inseguro todo el ambiente del laboratorio de prácticas.

Para que los ocupantes del laboratorio de la EIM-FIA-UES permanezcan dentro de las instalaciones deben utilizar de forma rigurosa el siguiente equipo:

1) Normas de uso de equipo de protección personal.

Al realizar las prácticas se debe tener en cuenta el usar el equipo de protección personal, para ello se deben acatar las siguientes sugerencias:

- a) Utiliza el equipo de seguridad que la coordinación del Laboratorio de prácticas pone a tu disposición.
- b) Si observas alguna deficiencia en la seguridad de los usuarios del Laboratorio de prácticas, ponlo enseguida en conocimiento del coordinador.
- c) Mantener el equipo de seguridad personal en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro.
- d) La ropa de trabajo debe ser ajustada, es peligroso llevar partes desgarradas o sueltas, éstas pueden quedar enganchadas a una maquinaria u otros elementos.
- e) En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza se debe utilizar el casco.
- f) Si se ejecutan trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos, etc., utilizar gafas de seguridad.
- g) Si hay riesgos de lesiones para tus pies, no dejes de utilizar el calzado de seguridad.
- h) Cuando se trabaje en alturas deben colocarse el cinturón de seguridad.

- i) Las vías respiratorias y oídos también pueden ser protegidos, las prendas de protección son necesarias dependiendo de la actividad que se deba realizar; se debe valorar lo que te juegas si no las utilizas.

2) Normas para el uso de herramientas manuales.

Lineamientos que debe respetarse para la manipulación de la herramienta manual:

- a) Utiliza las herramientas manuales sólo para sus fines específicos. Inspeccionarlas periódicamente.
- b) Si se detectan herramientas defectuosas deben ser retiradas de uso.
- c) No se permite llevar herramientas en los bolsillos, salvo que estén adaptados para ello.
- d) Cuando no utilices las herramientas ubicarlas en lugares que no puedan producir accidentes.
- e) Cada herramienta debe ser utilizada en la forma adecuada, debe leerse su manual de uso.

3) Normas de seguridad e higiene para el laboratorio de prácticas.

La presente normativa es implementada por la Dirección, para ser aplicada en todos los ámbitos de prácticas en el Laboratorio. Es de carácter obligatorio y tiene como premisa velar por la seguridad de los usuarios, así como crear hábitos de higiene y seguridad en el trabajo. Por lo tanto es obligación el cumplimiento de la misma para todo el personal docente y alumnos al momento de ingresar para realizar las prácticas de Laboratorio.

- a) Ropa y elementos de protección personal reglamentarios para las prácticas en el Laboratorio:
 - Pantalón de lona y camisa.
 - Gabacha de trabajo.
 - Anteojos de Seguridad.
 - Un par de Guantes tejido de algodón moteado con PVC.
 - Casco de seguridad.
- b) Usos de los Elementos de Protección Personal. (EPP)

- Anteojos de Seguridad: su utilización es obligatoria para todo el taller, desde el momento que se ingresa hasta que se retire del mismo, esté o no realizando una tarea.
- Guantes: Debe ser colocado antes de realizar cualquier tarea, ya sea manual o con máquina, así como para manipular cualquier tipo de objetos, herramientas o materiales y en cualquiera de los talleres mencionados.
- Casco: es obligatorio su uso en todo el taller del ciclo superior, ya sea realizando una tarea o transitando por el mismo. En el ciclo básico solo cuando se transita por zona de máquinas u opera alguna de ellas sean portátiles o de mesa o cuando el profesor lo considere necesario.

c) Ingreso y Permanencia en laboratorio de prácticas.

- Los alumnos deberán ingresar al laboratorio siempre con el docente a cargo del grupo, con la ropa reglamentaria y los elementos de protección personal (EPP) requeridos en buen estado de conservación y limpieza. La camisa se deberá llevar dentro del pantalón y con las mangas abrochadas. No se aceptarán ningún tipo de dibujos y leyendas en la ropa realizadas en forma intencional.
- Está terminantemente prohibido el uso de pulseras, relojes, aros, piercing, anillos, bufandas, collares, gorros o guantes de abrigo, y todo aquello que el docente crea que pone en riesgo la seguridad del alumno o de sus compañeros. Asimismo, los alumnos o alumnas que tuvieren el cabello largo deberán llevarlo atado y dentro de la camisa. Las mochilas deberán ser dejadas en los lugares asignados para ella, no pudiendo ser cargada en los hombros mientras se trabaja.
- El alumno no podrá ingresar o salir del laboratorio, ni dirigirse al baño o vestuarios, sin la autorización del docente a cargo.
- Antes de ingresar al laboratorio al comienzo de la actividad y en horarios de salida, se deberá ingresar de formar ordenada.

4) Normas de seguridad en el uso de maquinaria eléctrica del Laboratorio de prácticas.

Generalmente hay tres tipos de accidentes de carácter eléctrico en un laboratorio de prácticas industrial: choques eléctricos, quemaduras y lesiones mecánicas, por ello es necesario acatar las siguientes reglas de seguridad.

- a) Asegúrese de las condiciones del equipo, siempre que se trabaje en partes eléctricas del equipo eléctrico este debe estar apagado y desconectado.
- b) No use las manos para probar la presencia de tensión.
- c) Nunca trabaje en una mesa llena de herramientas desorganizadas, se deben desarrollar hábitos de procedimientos sistemáticos y organizados de trabajo.
- d) Nunca hable con nadie mientras trabaja con un equipo de riesgo.
- e) No utilice agua para combatir incendios, use extintores de incendio apropiados preferiblemente de anhídrido carbónico.
- f) No introduzca destornilladores en salidas eléctricas de tomacorrientes.
- g) Siempre aisle con cinta o cubiertas aislantes cables o alambres, después de realizar un empalme y antes de conectar un equipo o circuito.
- h) En caso de un choque eléctrico desconecte la fuente de energía por medio del Interruptor.
- i) Siempre utilice protección de cortocircuito y disponga de un medio de desconexión.
- j) Las partes metálicas de los equipos que pueden estar en contacto accidental con conductores activos, deben estar conectadas a tierra.
- k) Utilizar sistemas de aislamiento al realizar trabajos de electricidad.
- l) La selección inadecuada de una herramienta para el trabajo, puede producir daños al equipo y lesiones personales.
- m) Evite pelar cable con los dientes, Use la herramienta adecuada.
- n) Las esquinas y filos metálicos de los chasis y tableros pueden cortar y rasgar, se debe tener precaución con estos elementos.

- o) El conductor de protección (Tierra) no debe ser desconectado, eliminado o usado para otros fines.

3.11 Equipamiento a ser implementado en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado.

En total son seis equipos o dispositivos con los cuales se contara en el laboratorio para la implementación de las buenas prácticas en los procesos de mantenimiento y reparación de equipos de refrigeración y aire acondicionado. Los equipos a implementar se describen a continuación.

a) Equipo recuperador de refrigerante.

Consiste en una bomba que permite extraer el refrigerante sin contaminación de un sistema en operación, para ser almacenado en cilindros apropiados para esta actividad.

Si un equipo se encuentra en funcionamiento y debe ser reparado, reubicado u otro proceso que implique el desacople del sistema de refrigeración, por protección al medio ambiente, el gas refrigerante no debe ser lanzado al exterior, este debe ser recuperado para poder ser usado posteriormente en otra instalación.

El equipo está equipado con un compresor de una capacidad de 10,925 Btu/hr, a un voltaje de 115 voltios, esta unidad ayuda a realizar un proceso de succión del gas acoplándolo al sistema a través de sus válvulas de servicio, con la ayuda de manómetros de presión, los cuales indicarán cual es la presión existente en el sistema, para comprobar que el gas ha sido evacuado del sistema el manómetro debe marcar un valor cero de presión interna.

Con ello se garantiza que el sistema puede ser desensamblado sin perjudicar al medio ambiente con la liberación del gas refrigerante.

Características eléctricas de la unidad:

- Voltaje de operación: 115 voltios.
- Amperaje de consumo: 2.0 amperios.

b) Equipo para detectar fallas eléctricas en motores de compresores.

Los embobinados del motor eléctrico de un compresor, tiene un valor de ohmios cuando están en buen estado de operación. Con los continuos arranques y ciclos de funcionamiento, estas bobinas eléctricas van perdiendo propiedades en la resistencia de los conductores de la bobina, ya sea por el tiempo de trabajo, el trabajo en sobrecarga, calentamiento ó daños en el barniz de los embobinados por diferentes causas. Como las unidades compresoras de los equipos de refrigeración y aire acondicionado comercial, vienen sellados, no es posible examinarlos visualmente. En base a la necesidad de establecer el estado del motor eléctrico, el procedimiento que puede garantizar el buen estado de los mismos es realizar lecturas de continuidad y ohmios en los embobinados internos a través de las borneras de conexión.

Una vez obtenida esa lectura puede ser comparada con datos de unidades nuevas en buen estado, esa comparación de valores nos determinara el estado del compresor y pronosticar un tiempo de vida de operación determinado.

Características eléctricas de la unidad:

- Voltaje de operación: 115 voltios.
- Amperaje de consumo: No disponible.

c) Equipo de aire acondicionado básico para prácticas.

Este equipo consiste en una unidad de aire acondicionado con sus componentes básicos, los cuales son:

- Serpentín de evaporadora
- Serpentín de condensadora
- Motor ventilador de evaporador.
- Motor ventilador de condensador.
- Turbina de impulsión de aire a través de serpentín de evaporador
- Propela de aspiración de aire a través de serpentín de condensador.
- Switch de control de velocidad de ventilador

- Termostato de control de temperatura para activación del compresor o su desactivación.
- Elemento de expansión del gas refrigerante.

Este equipo puede funcionar de práctica para conocer los componentes básicos del circuito y poder visualizar su operación. En él se pueden realizar prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades, se puede desarrollar los procedimientos de buenas prácticas en las actividades de reparación, como lo son: cambio de compresor, reciclado de refrigerante, sello de fugas y propuesta de más dispositivos de protección.

Las características eléctricas del equipo son:

- Voltaje de operación: 208/230 Voltios.
- Amperaje de consumo: 17.5 Amperios.

d) Banco didáctico de sistema de refrigeración.

Este equipo puede describirse como un banco con todos los componentes que generalmente vienen instalados en las unidades de refrigeración y aire acondicionado. En él puede visualizarse todos los componentes y su función dentro del circuito de refrigeración. Pueden realizarse simulaciones de fallas en los componentes del sistema y sus posibles consecuencias.

En este banco el estudiante podrá determinar el porqué de la ubicación y función, de cada uno de los componentes en una unidad de refrigeración. La importancia de este equipo en la práctica es fundamental, ya que en ella pueden ver instalado y en operación cada elemento, así comprenderán mejor la operación del ciclo de refrigeración.

Las características eléctricas del equipo son las siguientes:

- Voltaje de operación: 115 voltios.
- Amperaje de consumo: 9.5 Amperios.

e) Banco didáctico de sistema de refrigeración con Termocuplas.

Este equipo tiene por ventaja con respecto a los otros equipos que viene equipado con manómetros de lectura de presión en diferentes puntos del

ciclo de refrigeración; además, de poseer una Termocupla extensible, con la cual puede determinarse la temperatura del gas en diferentes puntos del circuito de refrigeración.

Esto quiere decir que se puede conocer el comportamiento del gas refrigerante dentro del circuito, determinando temperatura y presión en cada punto del ciclo de trabajo. Estas lecturas se pueden comparar con las curvas de comportamiento de cada gas refrigerante, en sus gráficos de propiedades presión vs temperatura.

Con ello el estudiante puede establecer de qué manera la manipulación de los parámetros presión y temperatura del gas refrigerante, en el ciclo de operación del sistema de refrigeración, puede trabajar para favorecer al enfriamiento requerido en un recinto.

Las características eléctricas del equipo son las siguientes:

- Voltaje de operación: 208/230 Voltios
- Amperaje de consumo: 4.0 Amperios.

f) Banco aprendizaje de sistema de aire acondicionado.

Este equipo tiene la novedad que involucra un sistema de ducteria, en el cual se puede determinar la incidencia del sistema de refrigeración, en las propiedades del aire como lo son temperatura y humedad relativa.

Se puede determinar los beneficios que involucra el implementar la refrigeración en el acondicionamiento de temperatura en un lugar para funciones de perseverar alimentos o simplemente la búsqueda del confort humano en un recinto. En él puede verificar los parámetros idóneos de operación en un sistema de este tipo.

Las características eléctricas del equipo son las siguientes:

- Voltaje de operación: 208/230 voltios
- Amperaje de consumo: 8.8 Amperios

3.12 Procedimientos a implementar en el laboratorio para las buenas prácticas en el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

Con el fin de cumplir los objetivos a los cuales está destinado la implementación del laboratorio de prácticas, el cual es el mostrar a las personas involucradas en los procesos de mantenimiento, reparación e instalación de equipos de refrigeración y aire acondicionado, el cual es tomar en cuenta las buenas prácticas para ejecutar estas actividades con el fin de proteger el medio ambiente.

a) Diagnóstico de fallas en un sistema de refrigeración y aire acondicionado.

Cuando un sistema se daña, bien sea porque se quema el bobinado del motor del compresor o por cualquier otra causa es necesario e importante efectuar un diagnóstico que permita determinar cuál fue la causa principal que provocó el daño al compresor o cualquiera de los elementos que conforman el sistema.

Existe una gran variedad de causas que pudieron originar un desperfecto, es posible que la causa haya sido externa (alimentación eléctrica deficiente) o interna (componente auxiliar o de control del sistema de refrigeración defectuoso) entre las cuales podemos mencionar:

- Alimentación eléctrica deficiente.
- Componente de control ó auxiliar del sistema de refrigeración deficiente.
- Carga de gas incorrecta.
- Empleo de técnicas de limpieza y evacuaciones incorrectas.
- Incompatibilidad de lubricante-refrigerante, etc.

Es muy importante conocer el origen de la falla y corregirla antes de sustituirlo; de otra manera, tarde o temprano la falla se repetirá. Cada fabricante de compresores ha publicado guías de diagnóstico de defectos en sistemas de refrigeración.

Es responsabilidad de la persona que realiza tareas de diagnóstico de estos equipos aplicar esos criterios sugeridos por cada refrigerante en la solución de problemas en la ejecución de sus trabajos.

Es importante que haya un énfasis a los procesos que el técnico desarrollara para poder solventar fallas, para no provocar daños al equipo y a terceros cuando el equipo opere.

Todas estas fallas pueden ser simuladas en los equipos a ser implementados en el laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado, en los cuales se pueden simular todos los síntomas anteriormente detallados en los cuadros, ya que en estos se tienen todos los elementos que pueden generar las fallas descritas.

b) Vacío en un sistema de refrigeración.

Un sistema de refrigeración debe contener únicamente el refrigerante en estado líquido o gaseoso junto con aceite seco, por ello todos los vapores, gases y fluidos deben ser eliminados, y estas sustancias pueden ser eliminadas conectando el sistema a una bomba de vacío y permitiendo que la bomba funcione continuamente hasta llegar a un vacío profundo en el sistema. A veces es necesario calentar las partes a 49 grados Celsius mientras se está haciendo el vacío profundo; a fin de eliminar toda la humedad indeseable, caliente las partes utilizando aire caliente, lámparas para calentar o agua caliente.

Evacue el sistema siempre que éste sea abierto para un servicio o como cuando pase lo siguiente:

- Al reemplazar un compresor, condensador, secador, evaporador, etc.
- Cuando el sistema no tiene refrigerante.
- Cuando el refrigerante está contaminado.
- Cuando se carga lubricante.

c) Detección de fugas en un sistema de refrigeración.

En un mantenimiento preventivo uno de los principales problemas encontrados en los sistemas de refrigeración, es la detección de baja presión de gas refrigerante en los sistemas. Como primera acción ante este tipo de diagnósticos es la búsqueda de posibles puntos de fugas del refrigerante, para ello se debe contar con el siguiente equipo y realizar el procedimiento adecuado.

Equipo a utilizar:

- Bomba de vacío.
- Extensión eléctrica a 115 voltios.
- Máquina recuperadora de gas.
- Cilindros recuperadores de gas.
- Juego de Manómetros.
- Vacuómetro.
- Cilindro de nitrógeno.
- Agua y Jabón.
- Gas refrigerante.
- Filtro deshidratador en la línea de líquido.

Procedimiento.

Cuando se tenga un nivel bajo de gas por una fuga recurrente, es posible mezclar el nitrógeno gaseoso con el refrigerante. Se detiene el equipo y se eleva la presión del sistema con nitrógeno, debiendo llevar el sistema al menos a 4.14 Bar (60 Psi) y no más de 8.27 Bar (120 Psi), la presión de gas debe mantenerse por los menos por un periodo de 12 horas para determinar que en esas condiciones no hay posibles fugas, si la presión se reduce existe un problema de fuga el cual debe detectarse.

Para cargar el sistema se debe utilizar el regulador de presión, ya que de forma directa ocasionara daños materiales y esto puede ser mortal. En esta condición se comienza a buscar la fuga con jabón en todos los puntos de soldadura del recorrido de la tubería de refrigeración y en los puntos de acople de accesorios como los son, válvulas, visores de líquido, filtros deshidratadores, etc., en los cuales pueda ser un punto potencial de fuga.

El método de jabón o burbuja es muy económico para localizar grandes fugas de gas. Solo se necesita colocar un poco de agua jabonosa en los posibles puntos de fuga, si se forman burbujas se estará indicando que existe alguna fuga.

Al detectar el punto de fuga se procede al procedimiento del sello, una vez realizado el sello, se ejecuta el procedimiento de vacío. Llevando el

sistema a un proceso de vacío de 500 micrones si son aceites minerales o de alquilbenceno y a 250 micrones si se trabaja con aceite de poliéster.

Una vez realizado el vacío y que el dato del mismo se mantenga por un periodo de quince minutos se debe proceder con la carga del sistema con el gas refrigerante recuperado.

- d) Limpieza de los circuitos de refrigeración en equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Cuando se realiza el mantenimiento preventivo en unidades de refrigeración y aire acondicionado, en ocasiones se detectan fallas en las propiedades de enfriamiento de la unidad, ya sea por contaminantes en el sistema, como humedad, lodo o las propiedades del gas refrigerante no son las adecuadas y es requerido remover el contaminante del sistema. Para ello realizamos el siguiente procedimiento con el equipo que se señala a continuación.

Equipo a utilizar.

- Bomba de vacío.
- Extensión eléctrica a 115 voltios .
- Máquina recuperadora de gas.
- Cilindros recuperadores de gas.
- Juego de Manómetros.
- Vacuómetro.
- Cilindro de Nitrógeno.
- Gas limpiador FLUX.
- Gas refrigerante.
- Filtro deshidratador en la línea de líquido.

Procedimiento.

- 1) Conectar la bomba de vacío apropiada al sistema.
- 2) Poner en marcha la bomba.
- 3) Detener la bomba cuando se tenga una lectura de 1.500 micrones.
- 4) Romper el vacío con Nitrógeno y presurizar el sistema a 3 libras/pulg² y esperar de 30 a 60 minutos.

- 5) Liberar el nitrógeno del sistema.
 - 6) Arrancar de nuevo la bomba de vacío.
 - 7) Detener la bomba cuando se tenga una lectura de 1.500 micrones.
 - 8) Romper el vacío con Nitrógeno y presurizar el sistema a 3 libras/pulg² y esperar de 30 a 60 minutos.
 - 9) Liberar el nitrógeno del sistema.
 - 10) Arrancar de nuevo la bomba de vacío.
 - 11) Detener la bomba cuando se tenga una lectura de 500 ó 250 micrones según el tipo de lubricante del sistema.
 - 12) Romper el vacío con el refrigerante del sistema.
 - 13) Completar la carga de refrigerante al sistema.
- e) Recuperación de gas refrigerante para reciclado.

En algunas ocasiones por algún diagnóstico de cambio de elementos en el sistema de refrigeración, ya sea por el cambio de una válvula, un visor de líquido, etc., o cualquier otro elemento que requiera de su cambio, es posible reciclar el refrigerante que está contenido en el circuito de refrigeración, para luego ser reutilizado nuevamente, siempre y cuando este gas tenga sus propiedades totalmente.

Equipo a utilizar:

- Bomba de vacío.
- Extensión eléctrica a 115 voltios .
- Maquina recuperadora de gas.
- Cilindros recuperadores de gas.
- Juego de Manómetros.
- Vacuómetro.
- Cilindro de Nitrógeno.
- Gas limpiador FLUX.
- Gas refrigerante.
- Filtro deshidratador en la línea de líquido.

Procedimiento.

- 1) Cerrar la válvula de servicio de la línea de descarga.
 - 2) Recuperar el refrigerante y recargarlo en el serpentín del condensador con la ayuda del mismo compresor. Esta práctica es aceptada cuando las condiciones del refrigerante son buenas porque se presume que el equipo donde estaba contenido operaba normalmente antes de extraer el refrigerante.
 - 3) Una vez se ha logrado recuperar la mayor cantidad de gas refrigerante posible, se debe cerrar la válvula de servicio de succión para contener el gas en el condensador.
- f) Recuperación de gas refrigerante en fase gaseosa.

Este procedimiento generalmente es el más lento ya que el flujo de gas es menor en fase gaseosa. Se debe tener presente que las mangueras de conexión entre la máquina recuperadora, el sistema de refrigeración y el tanque recuperador, deben ser de la longitud mínima posible, así como del diámetro interior máximo posible, con la finalidad de contribuir a aumentar el rendimiento del proceso.

El refrigerante, en fase de vapor, es normalmente aspirado por la succión de la máquina recuperadora y, una vez condensado, es enviado al tanque recuperador.

Hay dos formas de conectar la máquina para recuperar vapor, según sea el caso:

En el juego de manómetros de los dos lados del compresor (sistemas comerciales medianos). Sólo del lado de baja, donde hay que instalar una válvula pinchadora para extraer el refrigerante, y la cantidad a recuperar es pequeña (refrigeradores domésticos, aires acondicionados de baja capacidad).

Equipo a utilizar:

- Máquina recuperadora de gas.
- Juego de manómetros con su manifold.
- Cilindros recuperadores de gas refrigerante.

Procedimiento:

- 1) Conectar el manifold de manómetros a las válvulas de servicio de la unidad condensadora en la línea de succión y descarga.
 - 2) Conectar la recuperadora de gas refrigerante al manifold de manómetros.
 - 3) Conectar el cilindro recuperador a la unidad recuperadora de gas.
 - 4) Cargar el cilindro recuperador hasta la presión indicada por el fabricante.
 - 5) Utilizar la cantidad de cilindros necesaria hasta evacuar toda la carga de gas de la unidad.
- g) Cambio de gas refrigerante en un sistema de refrigeración.

Actualmente se tienen muchas alternativas de gas refrigerante con bajo impacto al medio ambiente, que pueden sustituir gases refrigerantes que han sido retirados de producción y posterior venta, como es el caso del gas refrigerante R-22, el cual tiene como sustituto al gas R-438A, sin la necesidad de cambiar el aceite del sistemas, elemento de expansión y sellos del sistema de refrigeración.

Equipo a utilizar:

- Recuperadora de gas refrigerante.
- Cilindros para almacenamiento de gas refrigerante.
- Cilindro de gas refrigerante R-438A.
- Filtro deshidratador.
- Manómetros de presión con manifold.

Procedimiento.

- 1) Conectar la maquina recuperadora a las válvulas de servicio, con el manómetro de presión.
- 2) Llenar los cilindros recuperadores con el gas refrigerante a retirar del sistema.
- 3) Una vez vaciado el sistema con el gas refrigerante, realizar el cambio de cilindro deshidratador.

- 4) Conectar la bomba de vacío con el vacuómetro para realizar el procedimiento de vacío al circuito de refrigeración, hasta lograr la presión establecida dependiendo del tipo de aceite en el sistema.
 - 5) Realizar la carga de gas refrigerante alternativo con bajo impacto al medio ambiente.
 - 6) Arranque del sistema y calibración de la cantidad de gas requerida.
- h) Cambio de aceite a un compresor hermético.

Como consecuencia del desgaste de partes o contaminantes, en ocasiones se hace necesario el cambio de lubricante en los compresores, debido al cambio de composición del lubricante, por lo cual pierde sus propiedades y no ejecuta de forma efectiva la lubricación de las partes del compresor. En tales casos se hace necesario el sustituir el mismo del sistema. Para el cambio de lubricante en los compresores herméticos debe realizarse el siguiente procedimiento:

Equipo a utilizar:

- Bomba recuperadora de gas refrigerante.
- Juego de manómetros con su manifold.
- Juego de llaves Ale.
- Llave cangreja de 12”.
- Corta tubos para tubería de cobre.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica.
- Gas solvente para limpieza de compresor.
- Bomba de vacío.
- Cilindro de gas refrigerante, el tipo dependerá del sistema.
- Varilla de plata al 5%.
- Lubricante Mineral ó Sintético, dependiendo del tipo de gas refrigerante del sistema.
- Recipiente para la recolección del lubricante a ser retirado.
- Cilindro de gas nitrógeno cargado.
- Regulador de presión para el uso de cilindro de nitrógeno.

Procedimiento:

- 1) Recuperación del gas refrigerante en cilindros apropiados para esta función.
- 2) Cierre de válvulas de servicio tanto en la succión como en la descarga.
- 3) Desacople de tuberías de refrigeración en la succión y descarga del compresor.
- 4) Desmontaje del compresor de la unidad condensadora.
- 5) Evacuación del aceite del compresor en un recipiente en el cual se pueda medir el volumen evacuado.
- 6) Limpieza interna del compresor con gas solvente y presión de Nitrógeno.

3.13 Listado de instrumentación requerida para las prácticas y el mantenimiento de equipos de laboratorio de refrigeración y aire acondicionado.

Dentro de las prácticas a desarrollar en el laboratorio para lograr los objetivos señalados en los manuales de prácticas, se necesita contar con instrumentos que nos permitan obtener datos de funcionamiento de las unidades, para ello es necesario contar con la siguiente instrumentación:

- Amperímetro.
- Tester.
- Manómetros de presión para lectura de gases refrigerantes.
- Termómetro por infrarrojo con puntero láser.
- Vacuómetro.
- Detector de fugas electrónico.
- Termómetro con Termocupla.
- Reguladores de presión de gas.
- Medidor de flujo de gas.

Este listado es la instrumentación básica para el mantenimiento y reparación de unidades de refrigeración y aire acondicionado. Las funciones de cada uno de los instrumentos se detallan a continuación:

- a) El Amperímetro: Un amperímetro de gancho es un instrumento para mediciones eléctricas, en especial para medir la intensidad de corriente

eléctrica, sin el inconveniente de abrir o interrumpir el circuito, como ocurrirá con un amperímetro convencional, puede venir diseñado para realizar otras mediciones eléctricas como tensión y resistencia.

Para medir con este instrumento, hay que pasar un solo conductor a través de la sonda o bucle de medida, si se pasa más de un conductor a través del mismo, lo que se obtendrá será la suma vectorial de las corrientes que fluyen por los conductores y que depende de la relación de fase entre las corrientes.

Por este motivo las pinzas se venden también con un accesorio que se conecta entre la toma de corriente y el dispositivo a probar.

El accesorio es básicamente una extensión corta con los dos conductores separados, de modo que la pinza se puede poner alrededor de un solo conductor.

La lectura producida por un conductor transporta una corriente muy baja puede ser aumentada pasando el conductor alrededor de la pinza varias veces (haciendo una bobina) , la lectura real será la mostrada por el instrumento dividida por el número de vueltas, con alguna pérdida de precisión debido a los efectos inductivos. Es de gran utilidad ya que para la solución de problemas de manera efectiva regularmente se requiere del uso de los medidores, uno para medir la corriente eléctrica y otro para medir tensión. Para los técnicos en refrigeración una pinza o amperímetro de gancho es la herramienta de diagnóstico más versátil. Es una herramienta para usarla especialmente para la medición de la intensidad de corriente.

- b) El Tester: Es un instrumento fundamental para la reparación de equipos electrónicos, ya que permite verificar el estado de los componentes y las tensiones a la que están sometidos. Es un instrumento de precisión para el análisis de estado de componentes electrónicos, debido a que las unidades de refrigeración y aire acondicionado contienen tarjetas electrónicos, que contribuyen al control de diferentes dispositivos, es una herramienta necesaria para la ejecución de actividades de mantenimiento y reparación.

También, permite medir diferentes magnitudes eléctricas, generalmente en todos los modelos permiten medir:

- Tensiones alternas y continuas.
- Corrientes alternas y continuas.
- Resistencias.

- c) **Manómetros de presión:** Un manómetro es un instrumento de medida de la presión en fluidos (líquidos y gases) en circuitos cerrados. Miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor, presión manométrica. A este tipo de manómetros se les conoce también como "Manómetros de Presión". El manifold, también llamado analizador o puente de manómetros es un instrumento esencial en los trabajos de refrigeración para el análisis del funcionamiento de la instalación. Los manómetros cuentan generalmente con dos escalas de presiones: una parte en Bar y otra en Psi.
- d) **Termómetro infrarrojo:** Un termómetro de infrarrojos, pirómetro de infrarrojos o termómetro sin contacto (término que ilustra su capacidad para medir la temperatura a distancia), es un medidor de temperatura de una porción de superficie de un objeto a partir de la emisión de luz del tipo cuerpo negro que produce. A este tipo de termómetro a veces se le denomina erróneamente termómetro láser, ya que suele utilizar la asistencia de un láser, aunque es simplemente para apuntar mejor hacia el lugar de medición (como en ciertas miras de rifles), no para hacer la medida. Se utiliza el término "pirómetro de infrarrojos" para expresar la diferencia con un termómetro de contacto clásico ya que mide la radiación térmica y no la temperatura en sí. Al conocer la cantidad de energía emitida por un objeto, y su emisividad, se puede determinar su temperatura.
- e) **Vacuómetro:** Se denomina vacuómetro a un instrumento que permite realizar la medición de la presión cuando ésta resulta menor a la presión de la atmósfera. Por eso se dice que los vacuómetros miden el vacío. En concreto, lo que hace un vacuómetro es medir cómo cae la presión en un determinado entorno. Es un instrumento destinado para medir presiones

inferiores a la presión atmosférica. La medida del vacuómetro no tiene más significado que valorar la caída de presión que se produce en los sistemas cerrados en función de una bomba que aspira todo el contenido de gas o líquido en un sistema cerrado. La unidad de medida utilizada en la especialidad de refrigeración y aire acondicionado es el micrón. La cantidad de micrones dependerá del tipo de aceite que utiliza el sistema.

- f) Termómetro con termocupla: Las termocuplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los milivoltios el cual aumenta con la temperatura. En instrumentación industrial, los termocuplas son usados como sensores de temperatura. Son económicos, intercambiables, tienen conectores estándar y son capaces de medir un amplio rango de temperaturas. Su principal limitación está en la exactitud, pues es fácil obtener errores del sistema cuando se trabaja con precisiones inferiores a un grado Celsius.
- g) Detector de fugas electrónico: Son instrumentos diseñados para localizar eficientemente fugas de refrigerante, a través de un sensor de alta sensibilidad. Los tres tipos más utilizados de detectores de fugas electrónicos son la electroquímica, semiconductor y el dieléctrico. El semiconductor es el recomendado para detectar gases refrigerantes, funciona midiendo los cambios de resistencia (proporcionales a la concentración), ya que el gas se absorbe sobre la superficie de un semiconductor, que normalmente está hecho de óxidos metálicos. Los semiconductores pueden utilizarse con una amplia gama de gases, incluyendo gases combustibles, tóxicos y refrigerantes. Se considera que funcionan mejor que los de tipo catalítico en la detección de gases en baja concentración, hasta 1.000 ppm. Por ello se están haciendo cada vez más populares en esta aplicación de la refrigeración, dado que los refrigerantes hidrocarburos deben detectarse a niveles bajos para evitar problemas

potenciales e incurrir en costos. Son económicos, duraderos, sensibles, estables, resistentes al envenenamiento y pueden utilizarse para detectar una gran variedad de gases, incluyendo todos los CFC, HCFC, refrigerantes HFC, amoníaco e hidrocarburos.

- h) Regulador de presión de gas: Son dispositivos de control de la presión de trabajo con diferentes gases, usualmente los cilindros son cargados a una presión determinada, que generalmente es una alta presión por encima de los 13.78 Bar (200 psig), en el caso del Nitrógeno, Oxígeno y Acetileno. Las presiones de trabajo de estos gases son menores y debe ser regulada esta presión para poder trabajar con el gas, por ello estos dispositivos son de vital importancia.
- i) Medidor de flujo de gas Nitrógeno: Como parte de las buenas prácticas en las operaciones de mantenimiento correctivo en unidades de refrigeración, es importante el considerar el paso de nitrógeno al momento de realizar las soldaduras en las tuberías de cobre, el Nitrógeno desplaza al aire durante el proceso, por ser un gas noble no reacciona con la temperatura de fusión en el proceso de soldadura y esto permite una fusión limpia libre de impurezas. La presión de flujo recomendada en estos procesos es de 0.13 Bar (2 psig) durante el proceso de soldadura.

4.0 Propuesta de laboratorio de prácticas en equipos de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

En el presente capítulo se desarrollara la propuesta para la habilitación de un laboratorio de prácticas en las actuales instalaciones de la EIM-FIA-UES, tomando en cuenta el espacio asignado para poder realizarla. Para ello se debe iniciar delimitando la zona a utilizar y plantear en esa área la distribución más conveniente con el equipo ya asignado para los procedimientos a ejecutar en dicho laboratorio. Obteniendo la distribución idónea, se puede proceder a trabajar en proveer los servicios básicos al local, como lo son el suministro de agua potable, evacuación de desechos líquidos, iluminación y suministro eléctrico para que las instalaciones operen adecuadamente. Cabe mencionar que todo inicia con la distribución del local, es el punto de partida del diseño, debido a que ya se cuenta con el equipamiento a utilizar.

4.1 Propuesta de planta arquitectónica de la distribución de la infraestructura física del laboratorio de refrigeración y aire acondicionado.

La EIM-FIA-UES cuenta actualmente con un espacio abierto y compartido, para las prácticas de los diferentes contenidos impartidos en la carrera de Ingeniería Mecánica, como lo son áreas de la hidráulica, la neumática, motores de combustión interna, refrigeración, entre otros. Pero todo el espacio es compartido y no se tiene límites físicos entre áreas, lo cual atenta con la seguridad del equipo de trabajo.

El área aproximada del recinto es de aproximadamente 275 metros cuadrados, con 23 metros de longitud y 12 metros de ancho.

En todo este espacio se ha asignado un área de 35 metros cuadrados, para poder ejecutar la propuesta de distribución del laboratorio de prácticas en equipos de refrigeración y aire acondicionado, esta área la determinan 6.40 metros de longitud por 5.50 metros de ancho.

Estas dimensiones se obtienen, de acomodar el espacio existente y las condiciones de la infraestructura del lugar. Dentro del área para la propuesta, se cuenta con una pileta para evacuación de desperdicios líquidos, la cual tiene un área de 1.1 metros cuadrados, aunque actualmente se encuentra obstruida se requiere de poca inversión para habilitarla.

Para realizar la distribución del área, se necesita tomar en cuenta el determinar las ubicaciones de tres espacios independientes básicos en este tipo de infraestructura, que hacen funcional el laboratorio de prácticas, nos referimos a la bodega de materiales e instrumentación, la bodega de herramientas y el área de trabajo

Al tener definida el área de estos espacios, es momento de realizar la distribución de la maquinaria en función de las dimensiones de los equipos y los espacios requeridos para trabajar con comodidad en su uso.

Con las dimensiones del equipamiento, este será el parámetro inicial para la distribución, colocando las seis unidades que actualmente se han asignado y un banco de trabajo para realizar las prácticas requeridas en los procesos que se ejecuten en el laboratorio.

Dentro de la propuesta deben existir áreas para tránsito y espacio para poder operar cada uno de los dispositivos. Las áreas de ocupación de cada equipo están descritas en el apartado 3.1 del capítulo anterior. El área total que cubre este equipamiento es de 6.40 metros cuadrados más 1.5 metros cuadrado del banco de trabajo, esto representa el 22% del área total.

Se debe asignar una área de bodega de aproximadamente 2.40 metros cuadrados comprendidos en un espacio de 1.40 x 1.70 metros, tanto para materiales como para herramientas en áreas separadas, el área de bodega ocupa un 14% del área total del recinto.

Ahora ya se tiene un 36% de área utilizado, eso implica que el 66% de área libre (23 metros cuadrados) se distribuye para el tránsito y ocupación de los usuarios del laboratorio. Como el área de trabajo ya está determinada, este será el parámetro a utilizar para establecer la cantidad de personas que pueden utilizarlo en cada práctica, sumado a las personas a cargo de las prácticas.

Se debe considerar un aforo de 2 metros cuadrados por persona, esto quiere decir que para un área 23 metros cuadrados libres, el máximo aforo de alumnos deberá ser de 11, para realizar las prácticas.

En las áreas de bodegaje de materiales y herramientas, se debe considerar el colocar estantes de 4 peldaños a una altura máxima de 1.80 metros, 0.30 metros de fondo y largo a convenir por el espacio. Las puertas de acceso deben ser abatibles hacia afuera de una medida estándar de 0.90 metros de ancho por 2.10 metros de altura. Las puertas de bodega serán estándar de 0.90 metros de ancho por 2.10 metros de altura.

Definidos los espacios a utilizar en el laboratorio de la UES-FIA-EIM para las prácticas en refrigeración y aire acondicionado, se puede generar el plano de taller en el cual pueden verse en detalle la distribución de las diferentes áreas y del equipo a ser implementado en el laboratorio en base a los criterios antes mencionados (Ver plano 1/6 en anexos).

4.2 Propuesta de suministro de agua potable y evacuación de desechos líquidos para el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado.

Las instalaciones en donde se implementara el laboratorio de prácticas, cuenta con la existencia de un grifo y una pileta para el desecho de líquidos, con su respectivo suministro de agua potable. Actualmente no está en funcionamiento, pero debe reactivarse su uso, al conectar la actual tubería de distribución de agua potable a la red principal de agua potable del edificio.

Así mismo, existe un punto de evacuación de residuos líquidos, el cual también se encuentra inhabilitado. Para poner en funcionamiento esté vertiente es necesario realizar trabajos de limpieza de la tubería para liberar su actual obstrucción y pueda ser habilitado nuevamente.

A este punto de alimentación de agua potable se extenderá la red para colocar un lavamanos con grifo para limpieza de manos, cara u otras partes del cuerpo antes de la ejecución de las actividades y al finalizar las prácticas, esto por prácticas de seguridad e higiene personal.

En planos arquitectónicos se ubica dicho vertiente el cual puede habilitarse y ser usado como vertiente de desechos líquidos (Ver plano 1/6 de Anexos).

4.3 Propuesta del sistema de suministro eléctrico a las instalaciones del laboratorio de refrigeración y aire acondicionado.

Todo el equipamiento antes mencionado, la iluminación artificial y otros dispositivos dentro del laboratorio, requieren del suministro de alimentación eléctrica para su funcionamiento.

Para cumplir con este requerimiento, es necesario el instalar una caja de protecciones eléctricas, para hacer llegar la energía a cada punto requerido con seguridad. La energía debe ser tomada desde la caja térmica principal del edificio, se debe canalizar y cablear desde las barras de la caja térmica principal hasta una caja eléctrica con una protección térmica de la capacidad adecuada en base a la demanda eléctrica previamente requerida, con el calibre de alambre adecuado para soportar la demanda de potencia requerida. Desde esta caja térmica, que denominaremos Tablero Principal, se canaliza hasta un sub-tablero instalado en el área de laboratorio, con el número de circuitos requerido dependiendo de las necesidades a suplir. En la figura 4.1, se presenta el punto de suministro de la alimentación eléctrica para las instalaciones del laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado.

Desde el sub-tablero se distribuirá la energía hasta los puntos requeridos, en este caso para los seis equipos a ser instalados, sistema de ventilación, toma corrientes y luminarias.

Se estima para las luminarias una demanda no mayor a 15 amperios, y en toma corrientes en la misma demanda de 15 amperios, a 115 voltios.



Figura 4.1 Punto de acometida eléctrica principal del edificio.

En el caso del equipo se debe contar con dos tipos de voltajes para la alimentación eléctrica del laboratorio, para suplir las necesidades de los equipos a ser implementados. A continuación se describen las necesidades de suministro eléctrico de cada uno de los equipos a ser instalados en base a la información del fabricante de dichos dispositivos:

- Unidad recuperadora de gas: Tiene instalado un compresor Tecumseh THGY1358Y refrigerante 134a, que opera a un voltaje de 120 voltios, motor de 1/6 HP, con un consumo eléctrico de 2.0 amperios.
- Banco didáctico de un sistema de refrigeración: Posee un compresor AJ420AT-141, que opera con un voltaje de 120 voltios, con un consumo de 9.5 amperios, a ello se le debe incrementar dos motores fraccionario los cuales no tienen una demanda mayor a 1.0 amperios cada uno, lo cual suma en total un consumo de 11.5 amperios.
- Banco didáctico para sistemas de refrigeración con Termocuplas: Este equipo fue donado por la comunidad europea, tiene instalado un compresor y un motor ventilador fraccionario. La unidad compresor es un ASPERA T16185A,

el cual trabaja a un voltaje de 220 voltios, con una frecuencia de 50 HZ, no se tiene información del consumo eléctrico pero de equipos de similar capacidad puede estimarse un consumo de 3.0 amperios y un motor fraccionario con un consumo eléctrico de 1.0 amperios.

- Equipo de Aire Acondicionado de carácter didáctico: Es un equipo marca TAPPAN, con compresor de SRM4-0275-PFV, para operar a un voltaje de 220 voltios, con un consumo de amperaje de 17.6, incluye un motor ventilador fraccionario con un consumo eléctrico no mayor a 2.0 amperios, lo cual en total suma un consumo de 19.6 amperios.
- Entrenador de Sistemas de Aire Acondicionado: Cuenta con un compresor LG, con voltaje 208/230, monofásico, el cual tiene un consumo de energía de 6.8 amperios, el cual tiene incorporado dos motores ventiladores fraccionarios, cada uno con un consumo de 1.0 amperios, el consumo total es de 8.8 amperios.

En la tabla 4.1 se representan el resumen de los consumos de las unidades, la suma total del consumo en amperajes, establece el calibre del cable a utilizar, en el caso del Laboratorio se tiene un consumo total de 56.9 Amperios.

Sumado a esta carga eléctrica se debe considerar la implementación de 6 toma corrientes distribuidos en el Laboratorio, un toma a 220 voltios para pruebas de equipos, y 5 toma corrientes a 115 voltios. En cada toma corriente a 115 voltios se debe estimar un consumo de 15 amperios y en el caso alimentador a 220 voltios se considera un consumo de 30 amperios (Basado en un compresor de una capacidad nominal de 17.58 Kw). Esto quiere decir que la carga eléctrica total queda determinada como se muestra en la tabla 4.1.

Se necesita energía monofásica, con dos alimentadores, un neutro y un tierra, con el fin de lograr voltajes 115 y 220, con polarización a tierra de los puntos de alimentación para proteger al equipo y las personas que operarán con el equipo.

La caja de alimentación eléctrica estará montada sobre la pared, se debe escoger un modelo para esa aplicación, con capacidad de 18 circuitos, para suministrar energía en diferentes puntos.

El tipo de canalización a utilizar es metálica para interiores, tubo galvanizado tipo EMT, con sus respectivos accesorios, para la protección de los cables conductores, desde la caja principal hasta cada punto de alimentación, con su respectivo soporte, adecuados al diámetro de cada tubería para su sujeción.

En cada punto de alimentación a 115 voltios, se instalarán tres líneas, una fase de alimentación, un neutro y tierra.

En el caso de alimentadores a 220 voltios, se instalarán tres líneas, dos fases de alimentación y él tierra.

Descripción	Voltaje	Consumo
Recuperadora de gas	115 voltios	2.0 Amperios
Banco didáctico de un sistema de refrigeración	115 voltios	9.5 Amperios
Equipo de aire acondicionado didáctico.	220 voltios	17.6 Amperios
Banco didáctico de refrigeración con termocuplas	220 voltios	4.0 Amperios
Entrenador de sistemas de aire acondicionado	220 voltios	8.8 Amperios
Equipo de detección de fallas eléctricas en compresores herméticos	115 voltios	XXX

Tabla 4.1 Consumo eléctrico de equipamiento.

En cada punto de alimentación se deben instalar tomas dobles polarizados, montados sobre una caja superficial metálica.

En el plano de propuestas de instalaciones eléctricas, se presentan las rutas de las tuberías, ubicación de puntos de entrega y el diagrama del circuito.

La iluminación del laboratorio depende del área de trabajo, ya definida esta en 35 metros cuadrados, se puede determinar el número de lámparas a ser instaladas dependiendo de su intensidad. La intensidad de iluminación recomendada para este tipo de actividad es de 500 lux. Para está condición

particular, se seleccionan lámparas Led de 42 watts de 0.60 cms por 0.60 cms, cada lámpara tiene la capacidad de generar 3400 lúmenes, si se desea una condición de intensidad de la luz de 500 Lux (Ver tabla 3.3), la forma de saber el área que cubrirá cada lámpara lo determina la relación de cantidad de lúmenes entre los 500 lux de intensidad requeridos ($3400 \text{ lúmenes} / 500 \text{ Lux}$), la relación da como resultado un área de 7 metros cuadrados. Por lo tanto, si se tienen 35 metros cuadrados de área, la cantidad de lámparas a utilizar se determina con la relación del área total entre el área que cubre cada lámpara, esto no da un resultado de 5 unidades para cubrir el área total.

El consumo de potencia de cada lámpara es de 42.5 watts, por lo tanto la potencia total de iluminación requerida es de 212 Watts, lo que representa un consumo a 115 voltios de 1.84 amperios. Toda información de consumos eléctricos se resumen en la tabla 4.2.

En base a cuadro resumen de consumos eléctricos, se determina que se requiere de una caja térmica con un térmico principal de 70 amperios. Determinado el consumo eléctrico por fase, se puede seleccionar el calibre de alambre a ser utilizado para la alimentación principal de energía eléctrica, a una Temperatura de 90 grados centígrados, podemos seleccionar el calibre. En base a la tabla 4.3 y el consumo eléctrico establecido, seleccionamos para el conductor de la alimentación principal un cable de calibre 4 para la alimentación eléctrica del recinto y un cable número 6 para aterrizar la caja térmica.

Ahora que se ha seleccionado el calibre de cable para la alimentación principal, también puede seleccionarse el diámetro de la canalización a ser instalada. Para determinar el diámetro de la canalización es necesario conocer el área transversal del cable, esa información puede ser obtenida de tabla 4.4, para cada caso el área de ocupación de un cable número 6 es de 46.8 mm^2 por cada cable y en el caso del número 4 es de 62.8 mm^2 .

Descripción	Fase A	Fase B	FASE C
Banco didáctico de sistema de refrigeración	0	0	9.5
Banco didáctico de sistema de refrigeración con Termocuplas	4.0	4.0	0
Equipo de aire acondicionado didáctico	17.6	17.6	0
Equipo entrenador de sistemas de aire acondicionado	0	8.8	8.8
Toma corriente a 115 voltios	0	0	15
Toma corriente a 115 voltios	15	0	0
Toma corriente a 115 voltios	0	0	15
Toma corriente a 115 voltios	0	0	15
Toma corriente a 220 voltios	30	30	0
Total	66.6	60.4	63.3

Tabla 4.2 Consumos eléctricos adecuados a cada Fase.

Si adentro de la tubería viajan tres líneas de cable calibre número 4 y dos líneas de cable número 6, la ocupación total del cableado es aproximadamente 42.26 mm².

Considerando un 30% de ocupación máxima en la red de tuberías EMT, se puede determinar que el diámetro mínimo que puede utilizarse para la red eléctrica principal es de 940 mm², lo cual al verificar la tabla 4.4, de áreas en tuberías EMT, se logra determinar que el diámetro de tubería adecuado es de 1-1/4 pulgadas tiene un área interna de 955 mm². La propuesta eléctrica del laboratorio está plasmada en los planos 4/6 y 5/6 de los anexos.

4.4 Propuesta del sistema de ventilación como norma de seguridad para la evacuación de gases en caso de fugas críticas, para protección de los usuarios del laboratorio.

Para la protección del personal docente y alumnos que hará uso de las instalaciones, se implementara un sistema de seguridad contra la posible asfixia por la fuga de gases refrigerantes u de otro tipo, así como evacuación de humo

u olores que perjudiquen la integridad de las personas que se encuentren dentro del Laboratorio.

En este caso, se utilizara un punto medio de evacuación para laboratorios entre 2 a 5 minutos (Ver tabla 3.2), se tomaran 3 minutos para la evacuación del volumen de aire como se mencionó en el capitulo anterior. El área del laboratorio es de aproximadamente 35 metros cuadrados, con un cielo falso de una altura de 2.70 metros, lo que nos indica que el volumen total del recinto es de aproximadamente 94.5 metros cúbicos (3,334 pies cúbicos).

Al realizar la operación requerida de la dimensión del lugar entre el tiempo de evacuación de ese volumen de aire, se obtiene el dato de aproximadamente de flujo de aire del local, el cual da como resultado 31.5 metros cúbicos por minuto (1,100 pies cúbicos / minuto).

En sistema de extracción a implementar debe manejar ese volumen de aire, y para activarlo se requiere de la instalación de un sistema automatizado que registre la concentración del aire en PPM (Número de partículas por millón), para determinar el momento en cual es requerida la implementación del sistema de extracción.

La forma de implementarlo es con un PLC que obtiene la información de los sensores de PPM, para ejecutar la acción de activar la unidad extractora de aire, el tipo de sensor y la cantidad dependerá de la cobertura que este pueda tener.

El tipo de extractor a colocar es del tipo en pared, para ser instalado a la intemperie, de una capacidad nominal de 31.5 m³/min (1100 pies³/min), a una caída de presión determinada por la longitud de ducto diseñada la cual se obtiene en base a la longitud de la trayectoria.

La longitud de ductería es de aproximadamente 6 metros (20 pies) lineales, diseñando a una caída de presión de 0.15 mmHg (0.08 pulgadas de agua) de caída de presión por cada 30 metros (100 pies), el resultado de la caída de presión total se obtiene multiplicando el factor de caída de presión por la longitud total del ducto, esta relación da como resultado una caída de presión total de 0.016 pulgadas de caída de presión en el ducto.

Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 200v nominales y 60°C a 90°C. No más de 3 conductores activos en una canalización cable o directamente enterrados para 30°C

TAMAÑO NOMINAL	Temperatura nominal del conductor (véase tabla 310-13)						TAMAÑO NOMINAL
	60°	75°	90°	60°	75°	90°	
AWG Kcmil	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	mm2
	Tw*	RHW*,	RHH*	UF*	RHW*,	RHW-2,	
	TWD*	THHW*	RHW-2		XHHW*,	XHHW,	
CCE	THW-LS,	THHN*			BM-AL	XHHW-2,	
TWD-UV	THWN*,	THHW*,	THW-2*			DRS	
	XHHW*,	THHW-LS,	XHHW*,				
	TT	XHHW-2	XHHW-2				
	cobre			Aluminio			
18	-----	-----	14	-----	-----	-----	0,8235
16	-----	-----	18	-----	-----	-----	1,307
14	20*	20*	25*	-----	-----	-----	2,082
12	25*	25*	30*	-----	-----	-----	3,307
10	30	35*	40*	-----	-----	-----	5,26
8	40	50	55	-----	-----	-----	8,367
6	55	65	75	40	50	60	13,3
4	70	85	95	55	65	75	21,15
3	85	100	100	65	75	85	26,67
2	95	115	130	75	90	100	33,62
1	110	130	150	85	100	115	42,41
1/0	125	150	170	100	120	135	53,48
2/0	145	175	195	115	135	150	67,43
3/0	165	200	225	130	155	175	85,01
4/0	195	230	260	150	180	205	107,2

Factores de corrección para temperaturas ambientes distintas a 30°

Temp. Ambiente en °C	Multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes:						Temp. Ambiente En °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	-----	0,58	0,71	-----	0,58	0,71	56-60
61-70	-----	0,33	0,58	-----	0,33	0,58	61-70
71-80	-----	-----	0,41	-----	-----	0,41	71-80

A menos que permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un (), no debe superar 15 A para 2,082 mm2 (14 AWG); 20 A para 3,307 mm2 (12 AWG) y 30 A para 5,26 mm2 (10 AWG) todos de cobre.

Factores de corrección por agrupamiento

Para cables o canalizaciones que lleven más de 3 conductores que lleven corriente. Cuando el núm. De conductores que llevan corriente en un cable o en una canalización exceda de 3 la capacidad de corriente obtenida de las tablas y ya corregida por temperatura debe ser reducida multiplicando por los factores de corrección por agrupamiento de la tabla siguiente:

Número de conductores que llevan corriente	Factores de corrección por agrupamiento.
4 a 6	0.80
7 a 9	0.70
10 a 20	0.50
21.30	0.45
31.40	0.40
41 y mas	0.35

Tabla 4.3 Capacidad de conducción eléctrica de cableado.

TABLA 10-5. DIMENSIONES DE LOS CONDUCTORES AISLADOS Y CABLES DE ARTEFACTOS				
TIPO	TAMAÑO NOMINAL		DIAMETRO APROX. MM ²	AREA APROX. MM ²
	MM ²	AWG		
TW	2.082	14	3.38	8.97
THHW, THHW-LS	3.307	12	3.86	11.7
THW, THW-LS	5.6	10	4.47	15.7
THW-2	8.367	8	5.99	28.2
	13.3	6	7.72	46.8
TW	21.15	4	8.94	62.8
THW	26.67	3	9.65	73.2
THW-LS	33.62	2	10.5	86.0
THHW	42.41	1	12.5	123
THHW-LS	53.48	1/0	13.5	143
THW-2	67.43	2/0	14.7	169
RHH*	85.01	3/0	16.0	201
RHW*	107.2	4/0	17.5	240
RHW-2	126.67	250	19.4	297
	152.01	300	20.8	341
	177.34	350	22.1	384
	202.68	400	23.3	427
	253.35	500	25.5	510
	304.02	600	28.3	628

DIMENSIONES DE TUBO (CONDUIT) METALICO TIPO PESADO, SEMIPESADO Y LIGERO Y AREA DISPONIBLE PARA LOS CONDUCTORES (BASADO EN LA TABLA 10-1. CAPITULO 10).						
DESIGNACION TAMAÑO NOMINAL PULG (MM)	DIAMETRO INTERIOR MM.	AREA INTERIOR TOTAL MM ²	AREA DISPONIBLE PARA CONDUCTORES MM ²			
			UN	DOS	MAS DE DOS	
			CONDUCTOR Fr=53%	CONDUCTORES Fr=31%	CONDUCTORES Fr=40%	
1/2 (16)	15.8	196	103	60	78	
3/4 (21)	20.9	344	181	106	137	
1 (27)	26.6	557	294	162	222	
1 1/4 (35)	35.1	955	513	299	387	
1 1/2 (41)	40.9	1313	697	407	526	
2 (53)	52.5	2165	1149	671	867	
2 1/2 (63)	62.7	3089	1638	956	1236	
3 (78)	77.9	4761	2523	1476	1904	
3 1/2 (91)	90.1	6379	3385	1977	2555	
4 (103)	102.3	8213	4349	2456	3282	
5 (129)	128.2	12907	6440	4001	5163	
6 (155)	154.1	18639	9879	5778	7456	

Para tubo (conduit) flexible metálico o no metálico y para tubo (conduit) de PVC y de polietileno los cálculos deberán basarse en las dimensiones interiores reales proporcionadas por el fabricante o indicadas en la norma del producto.

Tabla 4.4 Diámetros de conductores y canalizaciones

A esta caída de presión, hay que sumar la caída de presión en las rejillas de extracción, y en cada una de ellas se maneja un flujo de aire de $-10.40 \text{ m}^3/\text{min}$ ($-367 \text{ pie}^3/\text{min}$), con ese flujo y una dimensión de rejilla de 0.3 metros por 0.30 metros (12"x12"), se obtiene de la tabla 4.5, la caída de presión en cada rejilla que es de aproximadamente 0.16 mmHg (0.086 pulgadas de agua), por las cuatro rejillas tenemos una suma total de 0.64 mmHg (0.344 pulgadas de agua) de caída de presión en las rejillas.

En total la caída de presión del extractor será sumando ducteria y rejillas de 0.7 mmHg (0.38 pulgadas de agua) de caída de presión.

Por las condiciones de trabajo, es recomendable un extractor del tipo pared con el motor fuera del flujo de aire. En base a esa información se debe implementar el uso de un extractor centrifugo para aplicación de cocinas, como referencia se toma la marca S&P, modelo CLT. Para la selección de dicho extractor, se tiene las condiciones de flujo de $31.5 \text{ m}^3/\text{min}$ (1100 pies³/min) y condiciones de caída de presión de 0.64 mmHg (0.344 pulgadas de agua), con características eléctricas 115/1/60. En la tabla 4.3 pueden observarse las características del equipo.

Como una exigencia de las condiciones de seguridad de los usuarios del Laboratorio, también debe considerarse la colocación de por lo menos dos extintores para la prevención contra incendios, ubicados en puntos estratégicos de buena visibilidad y debidamente rotulados, para que los usuarios puedan identificarlos fácilmente. Antes de realizar alguna actividad los ocupantes deben recibir las instrucciones para su uso en posibles emergencias. Los extintores deben estar certificados para su uso, y en la misma tarjeta debe estar impresa su fecha de caducidad, para ser recargados nuevamente. En planos de diseño se identifica la ubicación de dichos extintores. La propuesta de ventilación forzada esta representado en el plano 6/6 en los anexos.



Performance Data

Fixed Blade Return Grilles and Registers

MODELS: RA(OB), RAME(OB), RAAG(OB), RAAGME(OB), RAP(OB), RAPME(OB), RF2FS(OB), RF2FSME(OB), RF2DS(OB), RF2DSME(OB), RAFB(OB)

Listed Duct Size (inches)	Alternate Size (inches)	Core Area (sq. ft.)	Ak Factor	Core Velocity VP Neg. SP	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
					.001	.002	.006	.010	.016	.022	.031	.040	.050	.062
					.003	.014	.031	.055	.086	.124	.168	.220	.278	.344
6 x 6	8 x 4	0.20	0.23	CFM	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
	10 x 4			NC	-	-	-	-	-	19	24	28	32	36
8 x 6	10 x 5	0.28	0.30	CFM	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
	12 x 4			NC	-	-	-	-	15	20	25	29	33	37
10 x 6	12 x 5	0.35	0.37	CFM	35	70	105	140	175	210	245	280	315	350
	16 x 4			NC	-	-	-	-	16	21	26	30	34	38
8 x 8	14 x 5	0.38	0.40	CFM	38	76	114	152	190	228	266	304	342	380
				NC	-	-	-	-	17	22	27	31	35	39
12 x 6	18 x 4	0.42	0.45	CFM	42	84	126	168	210	252	294	336	378	420
				NC	-	-	-	-	18	23	27	32	36	40
12 x 8	16 x 6	0.58	0.59	CFM	58	116	174	232	290	348	406	464	522	580
	24 x 4			NC	-	-	-	-	19	24	28	33	37	41
10 x 10	14 x 7	0.61	0.62	CFM	61	122	183	244	305	366	427	488	549	610
	26 x 4			NC	-	-	-	-	19	24	29	34	37	41
18 x 6	14 x 8 30 x 4	0.65	0.67	CFM	65	130	195	260	325	390	455	520	585	650
	28 x 4			NC	-	-	-	-	15	20	25	30	34	38
12 x 10	16 x 8 20 x 6	0.74	0.74	CFM	74	148	222	296	370	444	518	592	666	740
	24 x 5			NC	-	-	-	-	15	20	25	30	35	39
12 x 12	14 x 10 24 x 6	0.90	0.89	CFM	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900
	18 x 8 38 x 4			NC	-	-	-	-	16	21	26	31	36	39
14 x 14	16 x 12 24 x 8	1.24	1.22	CFM	124	248	372	496	620	744	868	992	1116	1240
	20 x 10 34 x 6			NC	-	-	-	-	16	21	26	31	36	40
18 x 12	16 x 14 28 x 8	1.37	1.34	CFM	137	274	411	548	685	822	959	1096	1233	1370
	22 x 10 38 x 6			NC	-	-	-	-	17	22	27	32	37	40
24 x 10	20 x 12 30 x 8	1.52	1.49	CFM	152	304	456	608	760	912	1064	1216	1368	1520
				NC	-	-	-	-	17	22	27	32	38	41
16 x 16	18 x 14 30 x 8	1.64	1.58	CFM	164	328	492	656	820	984	1148	1312	1476	1640
	22 x 12			NC	-	-	-	-	18	23	28	33	38	41
24 x 12	18 x 16 30 x 10	1.85	1.78	CFM	185	370	555	740	925	1110	1295	1480	1665	1850
	20 x 14 36 x 8			NC	-	-	-	-	18	23	28	33	38	41
18 x 18	20 x 16 28 x 12	2.10	2.01	CFM	210	420	630	840	1050	1260	1470	1680	1890	2100
	24 x 14 32 x 10			NC	-	-	-	-	18	23	29	34	39	42
30 x 12	20 x 18 26 x 14	2.32	2.23	CFM	232	464	696	928	1160	1392	1624	1856	2088	2320
	22 x 16 36 x 10			NC	-	-	-	-	19	24	29	34	39	42
20 x 20	24 x 18 30 x 14	2.61	2.48	CFM	261	522	783	1044	1305	1566	1827	2088	2349	2610
	26 x 16 36 x 12			NC	-	-	-	-	19	24	30	35	40	43
22 x 22	24 x 20 30 x 16	3.17	3.00	CFM	317	634	951	1268	1585	1902	2219	2536	2853	3170
	26 x 18 36 x 14			NC	-	-	-	-	20	25	31	35	40	43
30 x 18	24 x 22 40 x 14	3.54	3.34	CFM	354	708	1062	1416	1770	2124	2478	2832	3186	3540
	34 x 16			NC	-	-	-	-	20	25	31	36	41	44
24 x 24	26 x 22 32 x 18	3.79	3.56	CFM	379	758	1137	1516	1895	2274	2653	3032	3411	3790
	28 x 20 36 x 16			NC	-	-	-	-	20	25	31	36	41	44
36 x 18	32 x 20 46 x 14	4.27	4.01	CFM	427	854	1281	1708	2135	2562	2989	3416	3843	4270
	40 x 16			NC	-	-	-	-	21	26	32	37	42	45
26 x 26	28 x 24 48 x 14	4.47	4.19	CFM	447	894	1341	1788	2235	2682	3129	3576	4023	4470
				NC	-	-	-	-	21	26	32	37	42	45
30 x 24	28 x 26 36 x 20	4.77	4.46	CFM	477	954	1431	1908	2385	2862	3339	3816	4293	4770
	32 x 22 40 x 18			NC	-	-	-	-	22	27	33	38	42	46
28 x 28	30 x 26 40 x 20	5.20	4.85	CFM	520	1040	1560	2080	2600	3120	3640	4160	4680	5200
	36 x 22			NC	-	-	-	-	15	22	27	33	38	43
36 x 24	30 x 28 44 x 20	5.74	5.35	CFM	574	1148	1722	2296	2870	3444	4018	4592	5166	5740
	40 x 22			NC	-	-	-	-	15	22	28	34	38	43
30 x 30	34 x 26 48 x 20	5.99	5.57	CFM	599	1198	1797	2396	2995	3594	4193	4792	5391	5990
	38 x 24			NC	-	-	-	-	15	22	28	34	39	43

Tabla 4.5 Cuadro de selección de rejillas de retorno.

4.5 Especificaciones técnicas de la propuesta de laboratorio de prácticas en equipos de refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES.

Las presentes especificaciones técnicas tienen como fin, el describir las condiciones y alcances que conlleva el desarrollo del proyecto del laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado, a ser implementado en las Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de La Universidad de El Salvador (EIM-FIA-UES).

En éstas se describen los materiales, equipos y las calidades esperadas para su aprobación, el contratista debe apegarse a estos requerimientos para la aprobación de los mismos ante el ente Supervisor de la obra.

4.5.1 Infraestructura de delimitación.

El alcance de la obra consiste en elevar una estructura metálica la cual se describe en este documento que delimitara la zona de operación del Laboratorio de prácticas. La delimitación estará establecida por dos paredes existentes de concreto y dos paredes perimetrales, estas estarán construidas con una estructura de acero que será forrada con una lámina desplegada la cual permitirá la ventilación natural en el espacio. El techo también será forrado con esta lámina desplegada.

La estructura estará sujeta al piso por medio de fundaciones de concreto para su fijación en los puntos de apoyo.

Además, estas especificaciones contemplan el montaje de cielo falso en el recinto, así como la Luminaria requerida para un ambiente de trabajo idóneo.

Se mencionan los requerimientos eléctricos y los dispositivos requeridos para que la instalación sea segura y montada con materiales nuevos y de alta calidad.

También se considera dos espacios destinados al almacenaje de materiales, instrumentación y equipo auxiliar para su resguardo.

a) Estructura de delimitación de espacio de Laboratorio.

La fundación principal de la estructura que delimitara la zona, serán bases de concreto de 0.25 mts x 0.25 con una profundidad de 0.5 metros. En la cual

ira embebidos cuatro varillas de hierro corrugado de 9.5 mm de diámetro, armados con varillas de hierro liso de 6 mm de diámetro, sujetos con alambre de amarre de hierro negro, tal y como se muestra en planos de diseño. El recinto será delimitado con paredes metálicas, construidas con una estructura que comprende, columnas de apoyo de la estructura de tubo industrial tipo pesado de 76 mm, chapa 14, que serán los pilares de sostén de toda la estructura (ver figura 4.2). Estos irán fijados al piso en placas metálicas de 6 mm de espesor que estarán soldados al pilar metálico, estas placas serán fijadas al piso por medio de varillas roscadas de 9.5 mm, que estarán embebidas en concreto para mayor sujeción.



Figura 4.2 Tubo cuadrado y rectangular tipo pesado

Soldado a los pilares de tubo pesado chapa 14, se instalarán tensores de unión entre cada pilar con tubo cuadrado de 50 mm x 25 mm y 25 mm x 25 mm en chapa 14 entre pilares tal y como se detalla en planos de diseño.

Como pared de limitación y evitar el ingreso al recinto, se soldara a la estructura, lamina desplegada con abertura tipo diamante de 38 mm, espesor de 1.5 mm, para evitar el ingreso al recinto (Ver figura 4.3).

Toda la estructura metálica deberá tener tres capas de pintura, en la primera capa se le aplicara anticorrosivo de color gris, la segunda capa se aplicara pintura anticorrosiva color rojo y como última capa se aplicara pintura de esmalte color negro acabado satinado.

La configuración de la estructura está definida en planos de propuesta número 2/6 en anexos, deberá coordinarse durante la ejecución de la obra las medidas expresadas para que concuerden con las instalaciones actuales, y se deberán hacer las modificaciones necesarias para que la estructura quede debidamente instalada.

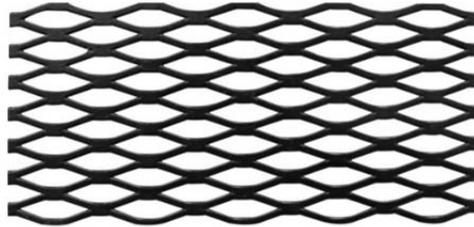


Figura 4.3 Lámina desplegada con rombo.

b) Puertas metálicas.

Serán fabricadas con tubo estructural cuadrado tipo liviano e 1" de espesor, conformando un marco de 0.95 mts x 2.10 metros, sujetas al marco estructural con bisagras cilíndricas de hierro de 9.5 mm x 50 mm, las cuales irán soldadas al marco de la puerta y el marco estructural. El diseño de la puerta se presenta en planos de diseño.

c) Herrajes de puertas metálicas.

El ingreso al recinto será a través de una puerta de dos hojas, una que se abre constantemente y la otra fijada con pasador al marco estructural. Este tipo de cerradura permite que la doble hoja en la puerta no se abra

fácilmente a pesar de que se abran los pasadores de aseguramiento de las puertas (ver figura 4).

d) Puertas de madera.

En el caso de las bodegas tanto de materiales como de equipos, se colocaran puertas de madera moldeadas, de medida estándar de aproximadamente 0.90 metros x 2 .10 metros de altura (Ver figura 5). Con su respectivo marco para ser montada en la estructura de aluminio de la tabla yeso, atornillada con tornillos golosos número 10 de 25 mm de longitud.



Figura 4.4 Herraje para puertas metálicas.

e) Cerradura para bodegas.

Las chapas serán para servicio pesado (Comercial para alta exigencia) y construidas de materiales durables; las piezas sujetas al desgaste serán de acero y los resortes serán de acero inoxidable. Las cerraduras serán ajustables para permitir su colocación en puertas de espesor entre 4.1 cm y 5.1 cm.

f) Cielo falso.

Para la elaboración de estos trabajos el contratista suministrará la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y todo lo necesario para entregar un trabajo completamente terminado y de la mejor calidad.

Previo a la colocación de losetas, según sea el caso, deberá verificarse que todo trabajo constructivo este culminado.

Deberán dejarse los huecos para las cajas de alumbrado en los sitios indicados en los planos, éstos deberán quedar perfectamente ajustados y los bordes bien perfilados, a la par de cada luminaria quedara una loseta falsa, para permitir cualquier inspección o reparación futura.



Figura 4.5 Puerta de madera estampada

Una vez finalizada la instalación de losetas y forros el Contratista limpiará, reparará y removerá cualquier decoloración o materia extraña, retocando todos aquellos lugares que hayan sido dañados durante los trabajos realizados.

El material a utilizar deberá ser:

- Loseta 0.6 m x 0.6 m de fibrocemento: Material de lámina de fibrocemento plana pintada color blanco.
- Cable de suspensión: la suspensión de la estructura de aluminio del cielo falso será a través de alambre galvanizado calibre 16 sujetado de la estructura metálica del techo metálico creado para este fin.

g) Divisiones medianas.

La construcción de las bodegas de herramientas y materiales, deberá ser fabricada con lámina de yeso, con estructura metálica de lámina.

El pliego del tablero de yeso forrado de papel que se usará, tendrá las siguientes dimensiones: 1.22 m x 2.44 m x 0.01 m), será del tipo normal, y deberá contar con todos sus accesorios. Además, deberá cumplir con las siguientes características:

- Paneles de 1.20 m'x 2.40 m x 9.5 mm
- Resistencia al fuego: Clase A .
- Sistema de estructura conformado por perfil de aluminio.

4.5.2 Especificaciones de Instalaciones eléctricas.

El suministro eléctrico tiene su origen en el tablero principal del edificio de la EIM-FIA-UES, del cual se tomara la energía de las barras principales del tablero a una caja térmica para interiores instalada cerca del tablero principal.

Las especificaciones siguientes tienen como objetivo principal, definir las calidades de los materiales, equipos y accesorios, los métodos de instalación, los métodos y características para las pruebas, la evaluación cualitativa y cuantitativamente en general, las normas técnicas aplicables a las instalaciones eléctricas y especiales del proyecto.

El contratista eléctrico deberá ejecutar todos los trabajos necesarios requeridos para finalizar completamente y dejar funcionando satisfactoriamente toda la obra eléctrica de acuerdo a los planos, especificaciones técnicas, o según modificaciones dispuestas por la supervisión y aprobadas por el propietario.

El contratista suministrará todo el equipo, herramienta, materiales, transporte, mano de obra, almacenaje, permisos, dirección técnica y todos los servicios necesarios para completar las instalaciones eléctricas y entregarlas funcionando en óptimas condiciones.

Los planos eléctricos muestran arreglos esquemáticos y ubicaciones generales de salidas de equipos, luminarias, tomacorrientes, canalizaciones.

El contratista es responsable de establecer las rutas adecuadas para instalar las canalizaciones eléctricas, las cuales serán sometidas a revisión y aprobación escrita por el supervisor.

a) Descripción y alcance del trabajo.

El trabajo comprende el suministro de materiales, accesorios, mano de obra, así como también los servicios necesarios para la instalación, interconexión, entrega y prueba final de todas las obras que incluyen, pero no se limitan al suministro e instalación de lo siguiente:

- Sistema de Distribución de Energía Eléctrica en 120/208 V.
- Sistema: de Iluminación interior.
- Sistema: de Tomacorrientes y Fuerza para equipos.
- Tablero Eléctrico, 120/208 V .
- Todo lo indicado en los planos, especificaciones técnicas o presupuesto.
- El instalador o contratista debe entregar planos de taller firmados y sellados con el nombre de su empresa.
- Se deben someter a revisión y aprobación tan pronto como sea posible, de los materiales suministrar e instalar.
- Diagramas esquemáticos y hojas técnicas de los fabricantes, donde sea aplicable.
- Catálogos y especificaciones técnicas de todos los materiales y accesorios a suministrarse, verificando que se cumplan las especificaciones técnicas correspondientes.
- Se debe suministrar muestras de materiales y accesorios a ser instalados para la aprobación respectiva de la supervisión.
- No se debe iniciar ningún trabajo para el cual se requiera planos de taller y/o muestras y estos no estén debidamente aprobados.

b) Canalizaciones.

Las canalizaciones para luminarias las cuales se instalarán, serán del tipo metálica EMT galvanizada instalada superficial para alumbrado y tomacorrientes.

Las canalizaciones para tomacorrientes serán EMT galvanizada superficial utilizando los accesorios adecuados como: conectores, uniones, etc. Las canalizaciones interiores a sub-tableros expuestas se harán con tubería EMT con sus respectivos accesorios de fábrica. Accesos de los circuitos a los sub-tableros se ejecutará con tubería EMT. Los diámetros a emplear serán según lo indicado en los planos. El diámetro menor que se usara será de 12.7 mm (1/2 pulg) y seguirán las recomendaciones mencionadas continuación:

- Los dobleces a 90 grados, deben tener un radio de conformidad al diámetro de la tubería, a fin de evitar aplastar la tubería.
- Toda tubería una vez instalada deberá quedar en guiada con alambre galvanizado número adecuado según el diámetro de tubería.
- En las diferentes juntas de dilatación del edificio deberá de utilizarse coraza flexible tipo LT, con sus respectivos accesorios.
- Toda tubería deberá de instalarse con inclinación hacia las cajas de conexión a fin de que cualquier humedad, pueda ser evacuada.
- No se permitirá más de dos dobleces a 90° en un tramo de tubería, en el caso que se requiera deberán de instalarse cajas de conexión.
- Toda la instalación deberá ser de tal manera que libre las aberturas en los pisos, de las tuberías del sistema agua y demás ductos de las otras disciplinas y que no debilite o interfiera con la estructura del edificio.
- En corridas horizontales hasta diámetros de 19 mm (¾ pulg) deberá de fijarse a intervalos no mayor que 90 cm. Canalizaciones de mayor diámetro deberán fijarse a intervalos de no más de 1.50 ms. Se colocará un soporte a una distancia de 90 cm de cada caja de salida o entrada a paneles.

Los sub-tableros para iluminación, tomacorrientes serán de distribución monofásica, con interruptor principal de la capacidad indicada en los planos, con neutro sólido y polarizado; para 120/208 voltios, 5 hilos. Deberán tener suficiente espacio lateral para acomodar los conductores de los circuitos derivados y estarán provistos de puerta y cerradura, pudiendo todos abrirse con la misma llave.

El tablero estará formado por cubículos de lámina de acero galvanizado, con cubierta para interiores tipo Nema I, con accesibilidad a los componentes por el frente.

c) Luminarias.

El Contratista suministrará e instalará en los lugares indicados en los planos, todas las luminarias completas con sus lámparas y equipo de suspensión. Las luminarias deberán de polarizarse con conductor de cobre calibre # 14 AWG.

d) Tomacorrientes.

Los tomacorrientes de corriente doble serán tipo polarizados, de 3 hilos, para uso industrial tipo pesado, resistente al alto impacto de 15 y 20 amperios a 125 voltios. En los lugares indicados en planos.

e) Sistema de polarización independiente del neutro.

Independiente del conductor neutro, se utilizará un conductor para el sistema de conexión a tierra de los equipos, tableros, carcasas de dispositivos, tomacorrientes, para lo cual se utilizará el conductor de polarización en los calibres señalados y únicamente será unido con el conductor del neutro en los puntos de inicio de cada red eléctrica, el cual corresponde al tablero General ó Panel de Medición. Desde este punto el conductor de polarización deberá correr independiente del neutro en todos los puntos y lugares donde sea requerido.

f) Procedimientos.

Siendo determinantes para la operación segura, confiable y continua de los sistemas eléctricos, los procedimientos de instalación, estos deberán ser llevados a cabo con mano de obra calificada y competente, con equipo y herramienta de trabajo completas, de buena calidad y en cantidad suficiente. Todo esto deberá reflejarse en acabado y en presentación nítida y profesional de la obra eléctrica.

La ejecución de los trabajos, por parte del contratista, deberá estar dirigido y supervisado por un ingeniero electricista, o equivalente, graduado o incorporado en cualquier Universidad legalmente autorizada en El

Salvador; deberá contar con la experiencia necesaria para dirigir este tipo de trabajo, quien atenderá la obra como ingeniero residente, a tiempo completo, con capacidad y autoridad para decidir, dirigir e inspeccionar las obras especificadas. En ausencia del ingeniero permanecerá a tiempo completo, un electricista autorizado de primera categoría con amplia experiencia.

Las instalaciones eléctricas, se realizarán de acuerdo a las especificaciones y planos respectivos, atendándose los detalles mostrados en los planos y ejecutándolas según los procedimientos de construcción indicados en los reglamentos, y para las técnicas no mostradas en ellos, deberá observarse las disposiciones del Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos, NEC, (última edición), ambos formando parte de las presentes especificaciones.

El trabajo incluye etiquetar, marcar y probar el sistema como una unidad lista para su operación. Los planos eléctricos son complementarios a los arquitectónicos, excepto en dimensiones y colocación de interruptores. Tal colocación estará regida por los planos de acabados tomando en cuenta el abatimiento de puertas, independientemente de lo marcado en los planos de instalaciones eléctricas.

Es necesario que el contratista eléctrico tenga una apropiada coordinación de sus trabajos con los trabajos de otros contratistas, especialmente en lugares donde puede haber interferencia. De manera que el trabajo sea de primera calidad, tanto eléctrica, mecánica y estéticamente.

g) Conductos.

La instalación de los conductos eléctricos será complementada con sus cajas conduit y los accesorios como grapas, manguillos, etc. Los conductos metálicos serán instalados expuestos, serán de tubería galvanizada tipo EMT para interiores, se cortarán en ángulo recto limados y apretados según sea necesario; una vez instalados se tapan los extremos y las cajas para evitar la entrada de materias extrañas, los conductos deberán quedar desde el momento de su instalación con su respectiva guía, la cual será de alambre galvanizado No. 16; los conductos serán continuos de caja a caja o de

tablero a cajas; estarán asegurados de manera que el sistema sea continuo eléctricamente, los extremos de cada conducto serán equipados con accesorios EMT; los conductos de 12.7 mm (1/2"pulg.) y 19 mm (3/4 pulg.) de diámetro podrán ser doblados en frío, para mayores diámetros se usarán codos de radio largo, de diámetro original; para su fijación a la mampostería, se utilizarán grapas conduit aseguradas por medio de clavos o pernos de percusión o pernos con anclas de expansión.

Las corridas horizontales de conductos expuestos estarán próximas a las vigas del techo y pasarán sobre las tuberías de instalaciones mecánicas, siempre que esto sea posible. Los conductos se instalarán con pendiente hacia las cajas de salida para evitar la acumulación de condensación en los mismos. Se suministrará alambre guía de acero galvanizado No. 16 en cada uno de los conductos que el plano indique sin alambrar.

Las cajas conduit de salida de conexiones, para interruptores y tomas de corriente, deberán ser de lámina galvanizada. En ningún caso se permitirán cajas con agujeros de diámetro nominal mayor que el de las tuberías que se inserten en ellos, así como también únicamente se abrirán los agujeros que sean ocupados para insertar las tuberías. A menos que se especifique lo contrario, todas las cajas conduit serán de acero galvanizado estampadas, de los calibres exigidos por el código NEC. Deberán estar provistas de agujeros troquelados, con tapa removible para introducir las tuberías. Serán octagonales, rectangulares o cuadradas según el caso y de las dimensiones necesarias para alojar los conductores indicados.

Cuando sea necesario se deberá utilizar ante tapaderas del mismo material, para reducir el tamaño de la boca de la caja y alcanzar el nivel de la pared. Las cajas octagonales de cielo, así como las cuadradas de conexiones y de paso, deberán estar provistas de tapaderas atornilladas.

h) Conductores.

No se permitirá la instalación de conductores que hayan sido previamente usados en otras instalaciones, sino que deberán ser nuevos de fábrica y sin

defectos de cualquier naturaleza tales como: dobleces, rasgaduras en el forro aislante, etc.

En el alambrado de las canalizaciones, deberá tenerse cuidado en el manejo de los conductores, para impedir la formación de cocas o rasgaduras en el forro de los mismos; no se someterán los conductores a esfuerzos excesivos al introducirlos en la tubería de la canalización, para lo cual se instalarán tuberías de los diámetros nominales indicados en planos y se usará talco simple o un lubricante aprobado, para facilitar el paso de los conductores dentro de las canalizaciones.

No se instalarán los conductores hasta que las canalizaciones respectivas estén definitivamente instaladas y completamente secas y libres de sustancias extrañas tales como: polvo, mezcla, agua, insectos u otros animales.

La limpieza de las canalizaciones se efectuará inmediatamente antes de alambrear y estando las paredes donde se alojan dichas canalizaciones completamente terminadas y secas.

En las cajas de salida, los conductores deberán quedar con una longitud suficiente para permitir su conexión a receptáculos, tomas de corriente, interruptores y otros dispositivos.

En las cajas de conexiones y de paso, no se permitirá forzar a los conductores dobleces excesivos, debiéndose observar en estos casos los dispositivos del reglamento.

i) Luminarias.

El contratista suministrará e instalará las luminarias señaladas en los planos de iluminación y conforme al cuadro de las características señaladas en la simbología. La distribución de las luminarias y su ubicación deben verificarse en la obra. Las luminarias a utilizar en el proyecto serán: Luminarias LED tipo panel para interiores Potencia: 56 W Voltios: 120V Lúmenes: 3,400 lum. La instalación de las luminarias deberá ser llevada a cabo respetando la ubicación y enfoque que se han indicado en los planos; completándose el montaje con los detalles de los fabricantes; los accesorios

para el montaje electromecánico deberán ser los adecuados al ambiente donde se efectúa la instalación.

En el proceso de montaje de luminaria, se deberá tener cuidado de no dañar sus pantallas, reflectores, baños de protección y acabado; los agujeros para la conexión serán habilitados solo los necesarios y cualquier perforación a la caja será hecha con las herramientas adecuadas.

j) Elementos de alambrado.

Todos los interruptores y tomacorrientes se instalarán de acuerdo a la ubicación y a la altura indicada en los planos respectivos o en estas especificaciones, todos los elementos de alambrado se instalarán a plomo y a nivel; donde las cajas queden adentro de las paredes acabadas, se utilizarán cajas sin fondo y tornillos de la longitud apropiada para dejar la caja a nivel y que el interruptor quede en su posición correcta; no deberá utilizarse cuñas, láminas, arandelas o bloques para alcanzar el nivel. Los interruptores y tomacorrientes deberán ser revestidos con cinta No. 33 en el perímetro de sus tornillos de conexión.

4.5.3 Especificaciones de instalaciones de Ventilación Mecánica.

Estas especificaciones establecen la descripción técnica de los trabajos, materiales y equipos a instalar en la propuesta del Laboratorio de la EIM-FIA-UES.

a) Alcance.

El Contratista será responsable del suministro, instalación y montaje de equipo de ventilación mecánica. Todos los materiales y equipos deberán ser nuevos y de la misma o de superior calidad a la establecida en estas especificaciones. Cuando se mencione una marca comercial, deberá entenderse invariablemente que, con ello, únicamente se pretende definir una cierta calidad o un diseño determinado.

Para efectos de la licitación, el oferente deberá incluir dentro de su oferta las marcas y modelos de los equipos y componentes ofertados. Si se desea proponer como alternativa otra marca o modelo distintos, deberá hacerlo por

separado, indicando la razón por la cual se propone la alternativa, anexando catálogos y las justificaciones técnicas de los equipos o materiales propuestos.

El Licitante deberá incluir en su oferta, una descripción de equipos y materiales de importación con su costo unitario y su importe global en dólares americanos, clasificándolos por el país de origen.

En el caso de que los planos no coincidan entre sí o con las especificaciones respectivas, tendrá prioridad el de mejor calidad o de mayor cantidad, para efectos cotización, sin modificar lo indicado en el Plan de oferta.

El Contratista será responsable del cuidado y protección de los equipos y materiales que sean entregados en la obra, hasta el momento en que la misma sea recibida por el propietario.

b) Planos constructivos.

Los planos son diagramáticos y normativos y cualquier accesorio, material o trabajo que no se indique en los mismos, pero que se mencione en estas especificaciones o viceversa, o se considere necesario para que el sistema quede en condiciones óptimas de operación, será suministrado, transportado e instalado por el Contratista, sin que ello constituya un costo adicional para el propietario.

La disposición general del equipo será conforme a los planos, los cuales muestran la posición más conveniente para la instalación de los mismos, por lo que el Contratista deberá revisar los planos para verificar la instalación correcta de los equipos por suministrar.

Sin embargo, no se pretende que los planos muestren todas las desviaciones y será el Contratista quien al efectuar la instalación deberá acomodarse a la estructura, evitará obstrucciones, conservará alturas y mantendrá los espacios libres para las otras especialidades.

En caso que fuesen necesarios ciertos cambios que impliquen costo adicional al proyecto, no se efectuarán hasta obtener la aprobación por escrito de la Supervisión.

Modificaciones menores pueden ser hechas, si es necesario, para adecuar el diseño normal del fabricante al proyecto. Estas modificaciones serán sometidas al Supervisor para su revisión y aprobación, definiendo si son o no sujetos de costo adicional.

El Contratista deberá elaborar los planos de taller que se requieran para la ejecución del trabajo los cuales deberán ser aprobados por el Supervisor antes del inicio de los trabajos.

c) Equipo a instalar.

Todos los equipos de ventilación mecánica a utilizarse en este proyecto, deberán estar libres de defectos e imperfecciones, ser de fabricación reciente, sin uso previo, con certificación UL y AMCA.

d) Descripción del equipo.

Extractor Centrífugo de pared (ver figura 4.5), será con ventilador del tipo centrífugo para pared, y acople de motor por medio de faja, y descarga de aire tipo tiro de aire hacia arriba. El ventilador será alojado en gabinete construido de lámina de aluminio. La unidad deberá cumplir con "U.L. (UL 705), en cuanto a los componentes eléctricos, y cumplir con los estándares "AMCA" 210/300.

Los baleros de la transmisión del ventilador, serán de tipo, para uso pesado, y con una vida útil de 100000 horas. El extractor deberá cumplir, con los requerimientos de AMCA, y deberá ser certificado, en cuanto al rendimiento, y al nivel de ruido producido, el cual no deberá exceder los decibeles indicados en el cuadro de capacidades. El motor deberá estar fuera del flujo de aire, y diseñado para trabajar en forma horizontal El ventilador deberá ser de aletas curvadas hacia fuera.

El Contratista de deberá suministrar e instalar la alimentación eléctrica desde la caja de corte hasta la unidad, en canalización metálica debidamente soportada, así como la correspondiente botonera de arranque y paro.



Figura 4.5 Extractor de aire tipo pared centrifugo.

e) Rejillas de extracción (RE).

Fabricadas en aluminio resistente a la corrosión, de baja resistencia, instaladas en el cielo falso y a ras del mismo, con aletas inclinadas que permitan el paso del flujo de aire sin provocar niveles de ruido por encima del permisible.

Equipado con todos los accesorios que sean necesarios para garantizar un acople perfecto con el ducto y el cielo falso, incluyendo el empaque perimetral de alta duración y otros que garanticen instalación auto soportable libre de oxidación y vibración. Fabricadas de aluminio extruido, marco con características constructivas similares a la de los difusores. Las hojas serán fijas, separadas 19 mm ($\frac{3}{4}$ pulg.) entre centros, con inclinación entre 22° y 38° grados (Ver figura 4.6), paralelas a la dimensión mayor de la rejilla, para impedir la visión a través de ella, siendo la vista perpendicular a la rejilla, provistas de regulador de flujo. Las sujeciones mecánicas a los bordes deberán tener empaque que impidan el ruido generado por la vibración del paso del aire El nivel máximo de ruido será NC 30.

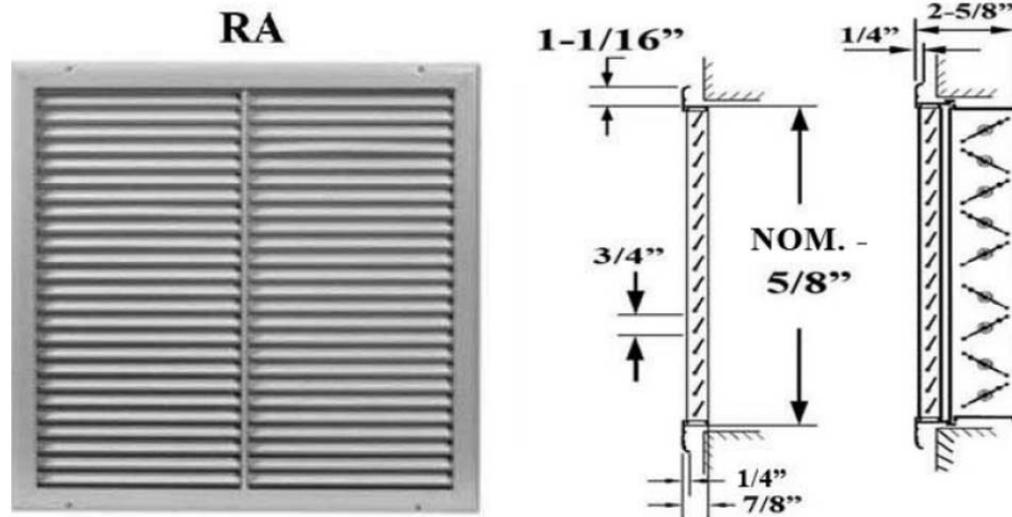


Figura 4.6 Rejilla de extracción.

4.6 Proyección de presupuesto.

El objetivo de esta sección es proyectar un monto estimado para la ejecución del proyecto, este valor será de un valor muy importante al querer presentar documentación de respaldo que ayude a la aprobación de ayuda para el desarrollo del proyecto en la EIM-FIA-UES.

El volumen de obra, es obtenido de la propuesta plasmada en planos, tanto en la infraestructura, sistema eléctrico, sistema de ventilación mecánica y otros.

Para poder obtener cantidades de cada rubro se deben realizar medidas en planos las unidades de medida que corresponde. Estas cantidades están representadas en cuadros desglosados de materiales, con sus cantidades, precios unitarios, etc.. los cuales se presentan en Anexos.

5.0 Conclusiones.

- Actualmente la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, no cuenta con la infraestructura idónea y la administración, para la implementación de un laboratorio de prácticas en sistemas de refrigeración adecuado. No se cuentan con la herramienta, instrumentación y equipo auxiliar requerido para hacer las actividades de forma eficiente. Además, la infraestructura no es la adecuada para poder realizar actividades de este tipo.
- En base a esta investigación, se ha concluido que la mayoría del personal dedicado a las actividades de mantenimiento, reparación e instalación de sistemas de refrigeración no tiene conciencia del daño que puede ocasionar al medio ambiente, al liberar el gas refrigerante de uso cotidiano al exterior, y las implicaciones de esos actos.
- La EIM-FIA-UES, ha determinado un espacio en la infraestructura existente para presentar la propuesta de instalaciones adecuadas que cuente con todos los elementos adecuados y requeridos para la realización de actividades en el área de refrigeración de forma correcta. Para ello la propuesta debe contener los parámetros de confort y funcionabilidad que ofrecen elementos como una buena ventilación del recinto, una buena iluminación acorde a los parámetros exigidos por el ministerio de salud para las actividades a realizar, las condiciones de suministro eléctrico ideales al equipamiento a ser implementado en el laboratorio y contar con dispositivos de seguridad que garanticen condiciones seguras de operatividad.
- En el presente hemos logrado el presentar una propuesta acorde a las necesidades planteadas como objetivo de este trabajo, incluyendo todos los elementos que implican tener una infraestructura confortable y segura para las actividades que en el laboratorio se realizarán.
- Actualmente el espacio asignado cuenta con las instalaciones adecuadas para el suministro de agua potable y una poceta para la evacuación de líquidos, las

cuales deben ser rehabilitadas, ya que actualmente se encuentran fuera de uso, por las malas condiciones en que se encuentran, estas deben ser rehabilitadas para la operatividad del laboratorio.

- De hacer posible la implementación física la propuesta de un laboratorio de prácticas de refrigeración y aire acondicionado, la EIM-FIA-UES, puede aportar a la concientización de personas encaminadas a la ejecución de este tipo de actividad y las que ya se encuentran operando en este tipo de actividades, ya que se contará con las instalaciones idóneas para poner en práctica las buenas prácticas en las actividades de mantenimiento, reparación e instalación de unidades de refrigeración y aire acondicionado, haciendo de forma segura y consciente de no permitir el daño al medio ambiente.
- La implementación de este proyecto contribuida a reforzar los conocimientos impartidos en clases teóricas, en asignaturas involucradas con los fenómenos físicos involucrados en este tipo de sistemas, como los son los procesos termodinámicos. Ya que en la práctica pueden visualizar este tipo de procesos y su comportamiento, en actividades de mantenimiento, reparación e instalación en este tipo de sistemas.

6.0 Recomendaciones.

- Al implementar el proyecto, debe procurarse el adquirir toda la herramienta e instrumentación propuesta para realizar las prácticas de forma adecuada, para evitar daños y accidentes.
- En el laboratorio de prácticas para refrigeración y aire acondicionado, se implementara el uso de equipo existente para realizar las prácticas, esta maquinaria debe ser reparada, ajustada y calibrada, antes de poner en uso el laboratorio para obtener datos confiables.
- La EIM-FIA-UES, debe asignar al personal que administrara y operara el laboratorio, para programar las actividades, brindar capacitaciones de uso del laboratorio y dar seguimiento al mantenimiento continuo de las instalaciones, así como velar por la seguridad de las personas que harán uso del mismo y cuidar de la infraestructura. Estas personas deben preocuparse por mantener en buen estado el inmueble, equipamiento, herramienta e instrumentación, dando un mantenimiento preventivo a todos los elementos antes citados, así como del mantenimiento correctivo inmediato a la maquinaria que lo necesite.
- La EIM-FIA-UES, debe promocionar la ejecución de este proyecto a las entidades pertinentes dentro del campus, para poder contar con el recurso necesario, para brindar capacitaciones a instituciones públicas y privadas, que requieren de un laboratorio práctico en la espacialidad de refrigeración y aire acondicionado, para reforzar sus cursos o capacitaciones.
- La EIM-FIA-UES, debe hacer lo posible para la ejecución física de este tipo de proyecto, ya que este beneficiara a la sociedad haciendo conciencia en personas dedicadas al rubro de la refrigeración y el aire acondicionado, que no dañen el ambiente circundante, contaminándolo con la emisión de gases refrigerantes al exterior y dejar instalaciones eficientes que reduzcan el consumo de energía eléctrica.

7.0 Referencias Bibliográficas.

- [1] Buenas prácticas en el Uso de Sustancias Alternativas a los Hidroclorofluorocarburos.
Primera Edición 2014.
Autor: Secretaria de Medioambiente y Recursos Naturales, México.
- [2] Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración.
Fondo de Reversión Industrial.
Autor: Jorge Alberto Puebla.
- [3] Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración.
Autor: Secretaria de Ambiente (SEAM), República del Paraguay.
- [4] Información obtenida en internet de diversas fuentes, asociaciones, instituciones y entidades que comparten el mismo interés.
- [5] Curso sobre organización y administración de talleres y laboratorios educativos.
Autor: Instituto Universitario Pedagógico Experimental de Barquisimeto.
Barquisimeto 1983.
- [6] Entrevistas a personal técnico dedicado al rubro de las actividades de mantenimiento, reparación e instalación de unidades de refrigeración y aire acondicionado, empresa GRUPO THERMOANDINA, S.A. de C.V., Jefe de personal técnico Luis Oswaldo González Mata.
- [7] Pagina web, Ferreteria Vidri S.A. de C.V., <https://www.vidri.com.sv/>

8.0 Anexos.

ANEXO 1. PRESUPUESTO DE OBRA CONSTRUCCION

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
24	TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO DE 3" CHAPA 14 DE 6 METROS DE LONGITUD	ML	\$4.91	\$117.84
66	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR DE 2"X1" CHAPA 14 DE 6 METROS DE LONGITUD	ML	\$1.95	\$128.70
30	TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO DE 2"X2" CHAPA 14 DE 6 METROS DE LONGITUD	ML	\$3.37	\$101.10
20	LAMINA DESPLEGADA PLANA DE 2,60 MTS X 1,30 MTS ABERTURA TIPO DIAMANTE DE 1-1/2"	UNIDAD	\$51.75	\$1,035.00
1	LAMINA DE ACERO DE 9 MM DE ESPESOR DE 2 METROS X 1 METRO	UNIDAD	\$160.50	\$160.50
3	VARILLA DE HIERRO CORRUGADO DE 3/8" X 3 METROS	UNIDAD	\$3.02	\$9.06
3	VARILLA DE HIERRO LISA DE 1/4" X 3 METROS	UNIDAD	\$1.14	\$3.42
1	VARILLA LISA DE HIERRO DE 3/8" X 3 METROS	UNIDAD	\$3.25	\$3.25
200	ELECTRODO 6013	LBS	\$0.95	\$190.00
4	PINTURA ANTICORROSIVA COLOR ROJO	GALON	\$23.90	\$95.60
2	PINTURA ESMALTE	GALON	\$37.10	\$74.20
4	SOLVENTE	GALON	\$8.95	\$35.80
8	DISCOS DE CORTE DE 14" X 1/8"	UNIDAD	\$9.95	\$79.60
3	DISCOS PARA ESMERILAR DE 9"X1/4"	UNIDAD	\$6.75	\$20.25
1	CEMENTO	BOLSA	\$8.20	\$8.20
2	ARENA ORDINARIA	M3	\$16.75	\$33.50
160	LOSETA DE 2 PIES X 2 PIES	C/U	\$5.20	\$832.00
120	PERFIL T PARA CIELO FALSO	ML	\$0.54	\$64.40
30	PERFIL ESCUADA PARA CIELO FALSO	ML	\$0.28	\$8.40
10	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 16	LBS	\$0.71	\$7.10
5%	MISCELANEOS	%	\$3,007.92	\$150.40
SUBTOTAL				\$3,158.32
ADMINISTRACION DEL PROYECTO 15%				\$473.75
SUBTOTAL				\$3,632.06
UTILIDAD DEL PROYECTO 15%				\$544.81
VALOR DEL PROYECTO				\$4,176.87
13% IVA				\$542.99
VALOR TOTAL MATERIALES				\$4,719.87

MANO DE OBRA CONSTRUCCION

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
30	2 MECANICOS DE OBRA ESTRUTURAL	DIA	\$40.00	\$1,200.00
30	2 AUXILIAR	DIA	\$20.00	\$600.00
7	ENCIELADOR	DIA	\$15.00	\$105.00
7	AUXILIAR	DIA	\$10.00	\$70.00
SUBTOTAL				\$1,800.00
ADMINISTRACION DEL PROYECTO 15%				\$270.00
SUBTOTAL				\$2,070.00
UTILIDAD DEL PROYECTO 15%				\$310.50
VALOR DEL PROYECTO				\$2,380.50
13% IVA				\$309.47
VALOR TOTAL MANO DE OBRA				\$2,689.97

VALOR TOTAL OBRA CIVIL \$7,409.83

ANEXO 2. PRESUPUESTO DE OBRA ELECTRICA

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
32	TUBERIA EMT ACERO GALVANIZADO 1-1/4"	ML	\$5.25	\$168.00
10	TUBERIA EMT ACERO GALVANIZADO 1"	ML	\$1.80	\$18.00
27	TUBERIA EMT ACERO GALVANIZADO 3/4"	ML	\$1.50	\$40.50
24	TUBERIA EMT ACERO GALVANIZADO 1/2"	ML	\$0.80	\$19.20
100	CABLE THHN #4	ML	\$3.13	\$313.00
80	CABLE THHN #8	ML	\$1.13	\$90.40
10	CABLE THHN #10	ML	\$0.70	\$7.00
120	CABLE THHN #12	ML	\$0.39	\$46.80
132	CABLE THHN #14	ML	\$0.28	\$36.96
1	CAJA DE CONEXIÓN DE 12X8X6	C/U	\$6.25	\$6.25
1	TABLERO CON PROTECCIONES TERMOMAGNETICAS DE 20 CIRCUITOS	C/U	\$76.00	\$76.00
1	CUERPO DE 1-1/4"	C/U	\$7.95	\$7.95
1	CAJA DE CONEXIÓN DE 8X6X4	C/U	\$3.70	\$3.70
4	CURVA DE TUBO EMT DE 1-1/4"	C/U	\$5.90	\$23.60
10	ADAPTADOR MACHO EMT DE 1-1/4"	C/U	\$0.90	\$9.00
2	CURVA DE TUBO EMT DE 1"	C/U	\$2.75	\$5.50
2	CONECTOR RECTO MACHO EMT DE 1"	C/U	\$0.60	\$1.20
6	CONECTOR RECTO MACHO EMT DE 3/4"	C/U	\$0.40	\$2.40
6	CURVA DE TUBO EMT DE 3/4"	C/U	\$1.85	\$11.10
10	CONECTOR RECTO MACHO EMT DE 1/2"	C/U	\$0.95	\$9.50
8	CURVA DE TUBO EMT DE 1/2"	C/U	\$1.30	\$10.40
1	CAJA NEMA 1 DE TRES POLOS 70 AMPEROS	C/U	\$56.00	\$56.00
1	TERMICO TRIFASICO DE 70 AMPERIOS	C/U	\$59.00	\$59.00
3	DADO TERMICO DE 1 POLO 15 AMPERIOS	C/U	\$4.60	\$13.80
2	DADO TERMICO DE 2 POLOS 20 AMPERIOS	C/U	\$11.90	\$23.80
2	DADO TERMICO DE 1 POLOS 20 AMPERIOS	C/U	\$4.60	\$9.20
1	DADO TERMICO DE 2 POLOS 30 AMPERIOS	C/U	\$11.90	\$11.90
1	DADO TERMICO DE 2 POLOS 50 AMPERIOS	C/U	\$12.25	\$12.25
10	CAJA ORTOGONAL PESADA	C/U	\$1.25	\$12.50
15	CAJA RECTANGULAR DE 4"X2"	C/U	\$0.95	\$14.25
4	TOMA CORRIENTE SENCILLO POLARIZADO 120 VOLTIOS	C/U	\$0.80	\$3.20
1	TOMA CORRIENTE DEDICADO DOBLE 120 VOLTIOS SISTEMA NORMAL,	C/U	\$1.75	\$1.75
1	TOMA CORRIENTE TRIFILAR DE 50 AMPERIOS	C/U	\$4.85	\$4.85
2	TOMA CORRIENTE TRIFILAR DE 30 AMPERIOS	C/U	\$5.75	\$11.50
2	TOMA CORRIENTE TRIFILAR DE 20 AMPERIOS	C/U	\$2.20	\$4.40
3	INTERRUPTOR SENCILLO DOS VIAS , 120 VOLTIOS	C/U	\$1.15	\$3.45
5%	MISCELANEOS	%	\$1,148.31	\$57.42
			SUBTOTAL	\$1,205.73
			ADMINISTRACION DEL PROYECTO 15%	\$180.86
			SUBTOTAL	\$1,386.58
			UTILIDAD DEL PROYECTO 15%	\$207.99
			VALOR DEL PROYECTO	\$1,594.57
			13% IVA	\$207.29
			VALOR TOTAL MATERIALES	\$1,801.87

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	LUMINARIA DE EMERGENCIA CON DOS REFLECTORES LED A 120 VOLTIOS	C/U	\$21.70	\$21.70
5	LUMINARIA PARA EMPOTRAR DE 2 PIES X 2 PIES, 4 TUBOS LED DE 9W 6500K, DIFUSOR DE 16 CELDAS PARABOLICAS 507 SYLVANIA	C/U	\$55.00	\$275.00
5	CABLE TNM BLANCO 14-3 AWG	ML	\$1.16	\$5.80
12	RIEL STRUT TIPO PACHO	ML	\$3.34	\$40.08
15	ABRAZADERAS STRUT DE 1-1/4"	C/U	\$0.60	\$9.00
5	ABRAZADERAS STRUT DE 1"	C/U	\$0.55	\$2.75
15	ABRAZADERAS STRUT DE 3/4"	C/U	\$0.50	\$7.50
12	ABRAZADERAS STRUT DE 1/2"	C/U	\$0.30	\$3.60
5%	MISCELANEOS	%	\$343.73	\$17.19
SUBTOTAL				\$382.62
ADMINISTRACION DEL PROYECTO 15%				\$57.39
SUBTOTAL				\$440.01
UTILIDAD DEL PROYECTO 15%				\$66.00
VALOR DEL PROYECTO				\$506.01
13% IVA				\$65.78
VALOR TOTAL MATERIALES				\$571.79

MANO DE OBRA DE INSTALACION

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
45	ELECTRICISTAS	DIA	\$20.00	\$900.00
45	AUXILIAR	DIA	\$10.00	\$450.00
SUBTOTAL				\$1,350.00
ADMINISTRACION DEL PROYECTO 15%				\$202.50
SUBTOTAL				\$1,552.50
UTILIDAD DEL PROYECTO 15%				\$232.88
VALOR DEL PROYECTO				\$1,785.38
13% IVA				\$232.10
VALOR TOTAL MANO DE OBRA				\$2,017.47
VALOR TOTAL OBRA ELECTRICA				\$4,391.13

ANEXO 3. PRESUPUESTO DE OBRA INSTALACION DE VENTILACION MECANICA

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EXTRACTOR DE AIRE TIPO PARED CENTRIFUGO DE UNA CAPACIDAD NOMINAL DE 1100 CFM, CON UNA CAIDA DE PRESION DE 0,35 PULGADAS DE COLUMNA DE AGUA. CARACTERISTICAS ELECTRICAS 208/1/60	C/U	\$735.00	\$735.00
4	LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 24 DE 10 PIES X 4 PIES	UNIDAD	\$23.50	\$94.00
2	REJILLA DE EXTRACCION DE 35 CENTIMETROS X 35 CENTIMETROS	ML	\$13.40	\$26.80
2	ANGULO DE HIERRO DE 1-1/2"	ML	\$9.50	\$19.00
12	VARILLA TODO ROSCA DE 3/8	ML	\$0.80	\$9.60
48	TUERCAS GALVANIZADAS DE 3/8	ML	\$3.13	\$150.24
50	TORNILLO AUTOROSCANTE 5/16"X1"	ML	\$1.13	\$56.50
1	UN PLC PARA PROGRAMACION DE FUNCIONAMIENTO	C/U	\$285.00	\$285.00
1	SENSOR DE PARTICULAS POR MILLON	C/U	\$150.00	\$150.00
1	CAJA DE REGISTRO DE 12X8X6	C/U	\$14.25	\$14.25
15	TUBERIA CONDUIT DE 1/2"	ML	\$0.80	\$12.00
1	CAJA SENCILLA DE 4X2 SUPERFICIAL	C/U	\$0.95	\$0.95
6	CONECTOR RECTO EMT DE 1/2"	C/U	\$0.35	\$2.10
2	CURVA PARA TUBERIA EMT DE 1/2"	C/U	\$1.30	\$2.60
20	CABLE THHW CALIBRE 14	ML	\$0.28	\$5.60
50	CABLE TFF CALIBRE 16	ML	\$0.14	\$7.00
5%	MISCELANEOS	%	\$1,563.64	\$78.18

SUBTOTAL	\$1,648.82
ADMINISTRACION DEL PROYECTO 15%	\$247.32
SUBTOTAL	\$1,896.15
UTILIDAD DEL PROYECTO 15%	\$284.42
VALOR DEL PROYECTO	\$2,180.57
13% IVA	\$283.47
VALOR TOTAL MATERIALES	\$2,464.04

MANO DE OBRA DE INSTALACION

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
3	MECANICO INSTALADOR	DIA	\$20.00	\$60.00
3	AUXILIAR	DIA	\$10.00	\$30.00
5	DUCTERO INSTALADOR	DIA	\$20.00	\$100.00
5	AUXILIAR	DIA	\$10.00	\$50.00

SUBTOTAL	\$240.00
ADMINISTRACION DEL PROYECTO 15%	\$36.00
SUBTOTAL	\$276.00
UTILIDAD DEL PROYECTO 15%	\$41.40
VALOR DEL PROYECTO	\$317.40
13% IVA	\$41.26
VALOR TOTAL MANO DE OBRA	\$358.66

VALOR TOTAL DE OBRA VENTILACION MECANICA \$2,822.70

ANEXO 4. HABILITACION DE UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE PARA AUDITORIUM MIGUEL MARMOR FIA-UES

La Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador ha recibido un donativo correspondiente a una unidad de aire acondicionado tipo paquete, de una capacidad nominal de 20 toneladas. La unidad ya ha estado en operación en otra institución. Para poder habilitar nuevamente en funcionamiento la unidad, debe procederse a realizar las siguientes actividades:

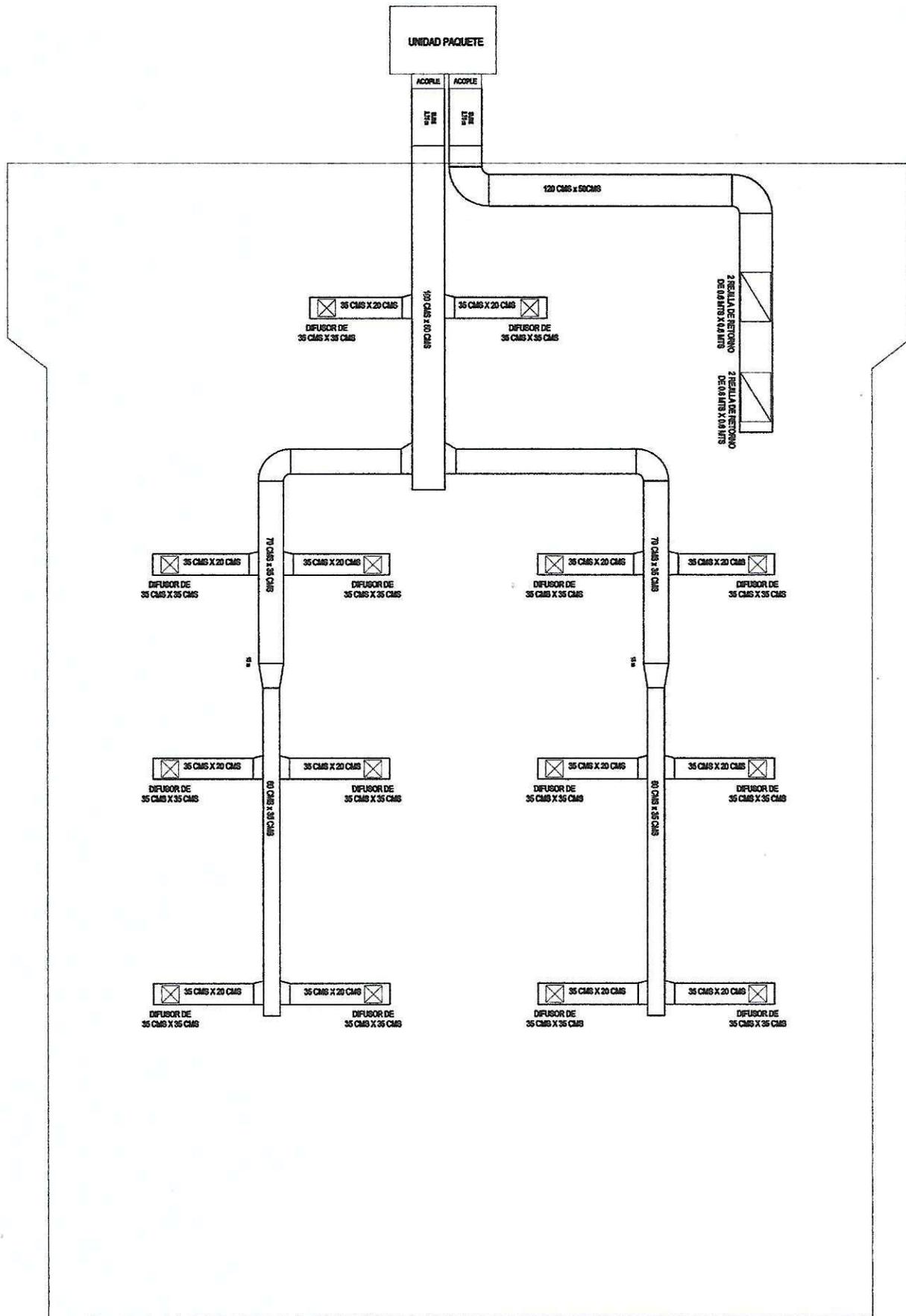
- Limpieza de serpentines tanto del condensador como del evaporador, con agua y jabón especial a base químicos reactivos a la grasa.
- Cambio de fajas de transmisión en ejes del ventilador centrifugo.
- Cambio de baleros o rodamientos en ejes del ventilador centrifugo.
- Limpieza de bandeja de condensados.
- Cambio de líneas y terminales.
- Cambio de elementos de control.
- Cambio de líneas de fuerza en compresores y motores eléctricos.
- Cambio de aceite en unidades compresoras.
- Lubricación de motores.
- Limpieza de tuberías de refrigeración con agente limpiador y gas nitrógeno.
- Cambio de gas refrigerante R-22 a base de cloro el cual daña la capa de ozono por un gas alternativo amigable con el ambiente.
- Además deben considerarse otros rubros los cuales están detallados en los presupuestos propuestos para tal fin.

Para el montaje de la unidad se anexan todos los materiales y actividades a realizar para dicho fin, con un monto global de todos los elementos, se anexan cotizaciones de los materiales, y los que no se encuentran impresos han sido consultados en la página web de proveedores nacionales como lo son almacens Freund S.A. de C.V. y Vidri S.A. de C.V. en sus correspondientes link www.ferreteriafreund.com y www.vidri.com.sv

El valor total de la obra se desglosa de la siguiente forma:

Descripción	Valor total
Valor de rehabilitación del sistema de aire acondicionado	\$4,316.01
Valor de instalación mecánica del equipo en base a esquema propuesto	\$9,936.74
Valor de instalación eléctrica requerida para el buen funcionamiento de la unidad.	\$1,809.19
Valor de instalación del suministro de aire en el auditorium el cual va integrado al equipo de aire acondicionado	\$10,934.39
Valor total de la obra	\$26,996.33

El valor total de la obra para ser ejecutada es por el monto de veinte y seis mil novecientos noventa y seis dólares con treinta y tres centavos, con el impuesto del IVA incluido.



ESQUEMA DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO AUDITORIUM MIGUEL MARMOL

DISTRIBUIDORA GRANADA

Refrigeración y Aire Acondicionado

Distribuidora Granada SA de CV

Cotización No. **2025106**

Sucursal Alameda Juan Pablo II #134, San Salvador

PBX:(503)2526-4900 FAX: (503)2222-9614 EMAIL: info@granada.com.sv

28 DE Octubre DE 2020

Sres. : REPRESENTACIONES GUMOL, SOCIEDAD

Atención:

Por este medio y de la manera más atenta, sometemos a su consideración la cotización para el suministro de accesorios y/o equipos, según detalle:

CODIGO	U/M	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNIT.	TOTAL LINEA
13.0004	Unidad	JABON COILUX I, GALON (I)	2	\$8.0500	16.10
14.0125	Unidad	JUEGO DE PEINES P/SERPENTIN QTF-551 QUALITY (III)	1	\$4.0400	4.04
12.0037	Unidad	ACEITE MINERAL 3G GALON (3.78LT) BVA3G BVA (III)	1	\$17.8400	17.84
07.0035	Unidad	CONTACTOR 50AMP 3POLOS 24V QCA-503 QUALITY (III)	2	\$26.3200	52.64
07.0033	Unidad	CONTACTOR 30AMP 3POLOS 24V QCA-303 QUALITY (III)	4	\$9.6675	38.67
07.0116	Unidad	PROTECTOR DE VOLTAJE PARA MOTOR TRIFASICO DTP-3 WAGNER (III)	1	\$101.5000	101.50
07.0410	Unidad	TRANSFORMADOR 100VA-120/208/240V/480V-24V 50341 MARS	1	\$28.1300	28.13
07.0018	Unidad	CONTACTOR 30AMP 2POLOS 24V QCA-302 QUALITY (III)	3	\$6.2167	18.65
08.0080	Unidad	PRESOSTATO DE AMPOLLETA P/BAJA R22 QPL-200 QUALITY (II)	1	\$4.6400	4.64
08.0086	Unidad	PRESOSTATO DE AMPOLLETA P/ALTA R22 QPH-202 QUALITY (II)	1	\$4.5900	4.59
09.0187	Unidad	VALVULA CON CENTRO 1/4" FLARE QAV-4B 70MM QUALITY (I)	4	\$0.5475	2.19
07.0003	Unidad	TERMINAL DE USO PESADO PARA ALAMBRE 18-12GA CC32C (III)	6	\$0.3150	1.89
13.0032	Unidad	LIMPIADOR DEL SISTEMA QL1190 1LB QWIK ECOFLUSH (I)	6	\$15.3000	91.80
12.0031	Unidad	REFRIGERANTE R-410A (AZ-20) CILINDRO 11.3KGS (25LBS) GENETRON (II)	4	\$129.3150	517.26

CONDICIONES GENERALES DE SUMINISTRO

Precios unitarios y de total en línea, NO INCLUYEN IVA (Comprobante de Crédito Fiscal)	Sub Total	\$899.94
Forma de Pago	IVA	\$116.99
Forma de Pago	Percepción 1%	\$9.00
Forma de Pago	Retención 1%	\$0.00
Forma de Pago	Total	\$1,025.93

Observaciones *1 año de Garantía en equipos de A/A POR DEFECTOS DE FABRICACION. NO aplica por uso inadecuado, mala selección v/o errores en instalación, falta de Manito, fallas en suministro eléctrico, entre otras. *Motores, Compresores y Accesorios Eléctricos no poseen garantía. *Una vez recibida la mercadería a conformidad, NO se aceptan cambios ni devoluciones. *Los modelos y especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso.

Comentarios del Vendedor(a):

De antemano agradecemos su atención y esperamos que nuestra cotización sea conveniente a los intereses de su empresa, aprovechamos la ocasión para saludarles y suscribirnos.

TUJP-Jair Natanael Salazar
Ejecutivo de Ventas
jair.salazar@granada.com.sv
Cel: 7851.7092 - Tel: 2526.4900 Ext.104



Favor emitir pagos y ordenes de compra a nombre de:

Distribuidora Granada SA de CV

Registro 76710-7
NIT 0614-301193-101-1

Electro
27 Av. Sur No. 108 Col. Flor Blanca, S.S.
P.O.C. 2231-6100

SURTIELECTRIC
Av. España No. 520, S.S. | 2231-3900
 Blvd. San Nicolás 3ª Av. Sur, S.M. | 2231-3939

ERICO
Bvd. Altamira No 19 Res. Villa Calicia, S.S.
P.O.C. 2248 6/00



Emitir cheque a: **PROVEEDORA ELECTRICA EL SALVADOR S.A DE C.V..**

A 178514

Codigo: C1867244

NORMAL

Cliente: GRUPO THERMOANDINA, SA. DE C.V.

Fecha Impresión: 09/11/2020 15:46:04

Atencion a:

09/11/2020

Estimado(s) Señor(es):

Por medio de la presente y de la manera mas atenta le estamos saludando y al mismo tiempo sometemos a su amable consideración nuestra oferta por el suministro del siguiente material eléctrico.

Código	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	0566100111 + 39-99017R CAJA NEMA 3R P/TERMICO ED, EHD, FI, FD 225A MAX 20x10x6 PULG EATON	1	\$ 78.7300	\$ 78.73
2	0566100110 + 39-99008R CAJA NEMA 1 P/TERMICO ED, EHD, FI, FD 100A 12x7.875x4 PULG MAX EATON	1	\$ 31.0900	\$ 31.09
3	6010273100 = ED3100L TERMICO ED 3P 100A 240V 65KA EATON	2	\$ 120.1600	\$ 240.32
4	0700171201 + CONDUCTOR THHN # 4 NEGRO	20	\$ 2.4200	\$ 48.40
5	0700171101 + CONDUCTOR THHN # 6 NEGRO	10	\$ 1.4700	\$ 14.70
6	0680200200 + PIE CORAZA LT DE 2"	14	\$ 3.0200	\$ 42.28
7	0681000200 + CONECTOR RECTO LT DE 2"	2	\$ 4.2500	\$ 8.50
8	1003023830 = TECNODUCTO 1/2 R-50 MTS GRIS	1	\$ 14.7200	\$ 14.72
9	1003023810 + CONECTOR MACHO P/TECNODUCTO 1/2 CON TUERCA	4	\$ 0.3500	\$ 1.40
10	0680200050 + PIE CORAZA LT DE 1/2"	17	\$ 0.5700	\$ 9.69
11	0681000050 = CONECTOR RECTO LT DE 1/2"	1	\$ 0.7500	\$ 0.75

QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE DOLARES Y 27/100 CENTAVOS

490.58

Comentarios:

0.00

63.78

Notas:

VALIDEZ DE LA OFERTA: DE 3 DIAS PREVIO CONSULTA CON EJECUTIVO DE VENTAS
PRECIOS Y EXISTENCIAS SUJETOS A DISPONIBILIDAD VENTA GARANTIA SEGUN
CONDICIONES DE FÁBRICA.

\$ 4.91

\$ 0.00

\$ 559.27

CESAR NAVIDAD

VENDEDOR

Aceptado por el cliente.

CLIENTE

Correo: ventas.salafb@grupopelsa.com Teléfono: 22316411



F.F. VENEZUELA

NRC : 41-8 NIT: 0614-010858-001-7
Giro : Venta Art. Ferrería, Materiales Construcción, Pinturas Y Arts.
blvd.venezuela n. 2815 san salvador
e-mail: venezuela@freunds.com TEL : 22450555 FAX: 22236776

Página 1 de 4 09/11/2020 05:01
COTIZACIÓN



19582599

Fecha : 09/Nov/ 2020
Cliente : 0-0
Vendedor : 20081 - *****0

0

Facturar : TIENDA
Registro :
Pago : CONTADO
Reg. Cuenta : 0
Documento : FACTURA CONSUMIDOR
Impuesto : GRAVADO
No. Carnet :
No. Dui :
No. Nit :

DATOS COMPLEMENTO	SIN DESPACHO
Dirección : ND	

Linea	Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Cotizado	Total
01	623678	C/U	LAMINA LISA GALV 26 (0.46MM) 4 X 10 PIE 	10.00	\$22.90	\$ 229.00
02	11564610	C/U	LAMINA LISA GALV 24 (0.53MM) 4 X 10 PIE 	20.00	\$24.50	\$ 490.00
03	616970	C/U	LAMINA LISA GALV 22 (0.70MM) 4 X 10 PIE 	5.00	\$30.90	\$ 154.50
04	2983878	GLN	PEGAMENTO CONTACTO P/FORMICA DEL 	4.00	\$17.25	\$ 69.00
05	1328032	C/U	HIERRO RED LISO 1/4P (6.0MM) 	1.00	\$1.13	\$ 1.13
06	1972609	C/U	TORNILLO C/H LAM-POL PTA BRCA B 12X1 	100.00	\$0.06	\$ 6.00



F.F. VENEZUELA

NRC : 41-8 NIT: 0614-010858-001-7

Giro : Venta Art. Ferretería, Materiales Construcción, Pinturas Y Arts.

blvd.venezuela n. 2815 san salvador

e-mail: venezuela@freundsa.com TEL : 22450555 FAX: 22236776

Página 3 de 4 09/11/2020 05:01
COTIZACIÓN



19582599

Fecha : 09/Nov/ 2020
Cliente : 0-0
Vendedor : 20081 - *****0

0

Facturar : TIENDA
Registro :
Pago : CONTADO
Reg. Cuenta : 0
Documento : FACTURA CONSUMIDOR
Impuesto : GRAVADO
No. Carnet :
No. Dui :
No. Nit :

DATOS COMPLEMENTO	SIN DESPACHO
Dirección : ND	

Linea	Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Cotizado	Total
13	8768009	C/U	TUERCA HEXAGONAL R/O G2 C 3/8 	50.00	\$0.06	\$ 3.00
14	10356309	C/U	ARANDELA PLANA GALVANIZADA F 3/8 PLG 	50.00	\$0.08	\$ 4.00
15	1318509	C/U	VARILLA ROSCADA GALV. D 3/8 -16 	50.00	\$1.75	\$ 87.50
16	604969	10ONZ	SELLADOR SIKA FLEX CONSTRUC GRIS 	1.00	\$5.75	\$ 5.75
17	1610412	C/U	ANGULO R 1/8X1-1/2PX6MT (2.60MM) 	4.00	\$8.95	\$ 35.80



San Salvador, 14 de Agosto de 2020
ARRE-0222-18

Señores
THERMOANDINA
Presente.

Atención: Ing. Edgar Estrada

Estimados Señores:

DYAMEQ, S.A. de C.V. tiene el agrado de someter a su consideración nuestra cotización con precios especiales para el alquiler de los equipos que a continuación se detallan:

FORMULARIO DE OFERTA

Item	Cánt	Descripción	PRECIO POR 1 día de 8 HRS	PRECIO TRANSPORT E
1	1	Arrendamiento de Grúa hidráulica telescópica de 35 toneladas marca GROVE con brazo de extensión Máximo de 40 metros.	\$560.00	\$--

Nota: el armado de pluma muerta y extension se cuenta como tiempo grua

Disposiciones Generales

- a) Los precios arriba detallados no Incluyen IVA.
- b) El precio por hora de grúa es de \$ 85.00 + iva
- c) El equipo incluye: operador, ayudante
- d) El arrendamiento mínimo de la grúa 4 horas , la tarifa mínima diaria seria la jornada de 8 horas , la semana 44 hrs y mes 176 horas aunque el horómetro no este en marcha, pero si el equipo esta disponible para nuestro cliente se cobrara siempre por disponibilidad del equipo o fecha calendario
- e) Para efectos de facturación, la fracción de hora se tomara como hora exacta por jornada.
- f) El tiempo Arrendamiento empieza desde que la grúa baja del lowboy y el operador se pone a la orden del cliente.
- g) El precio no incluye seguros por daños en mercadería o equipos a descargar.
- h) Nuestra empresa ofrece para los equipos mantenimiento correctivo y preventivo en el lugar de trabajo.
- i) El día comprende (8) ocho horas normales de trabajo del equipo, laborando de lunes a viernes de 8:00 A.M. a 12:00 A.M. y de 1:00 P.M. a 5:00 P.M. y Sábado de 8:00 A.M. a 12:00 M. este horario podría variar de acuerdo a las necesidades del cliente y previa autorización de la Empresa, teniendo como jornada siempre las (8) horas diarias, fuera de este horario se cobraran horas extras hombre y maquina si las hubiere, se considerara hora extra hombre la disponibilidad del operario en el lugar de trabajo



San Salvador, 15 de Agosto de 2,020
ARRE-0123a-18

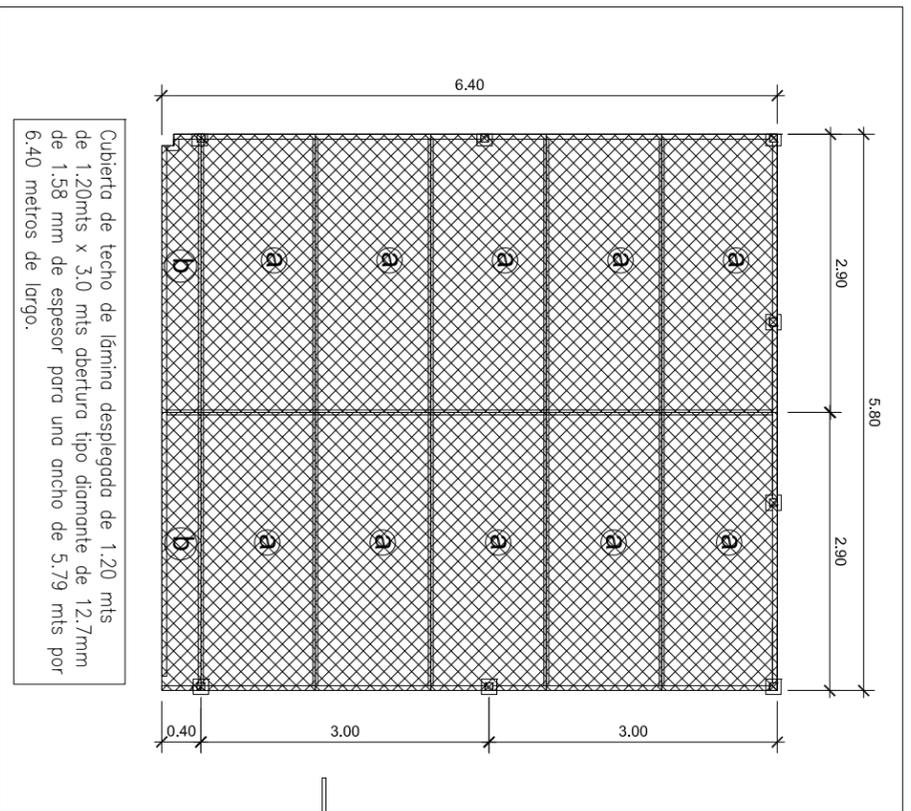
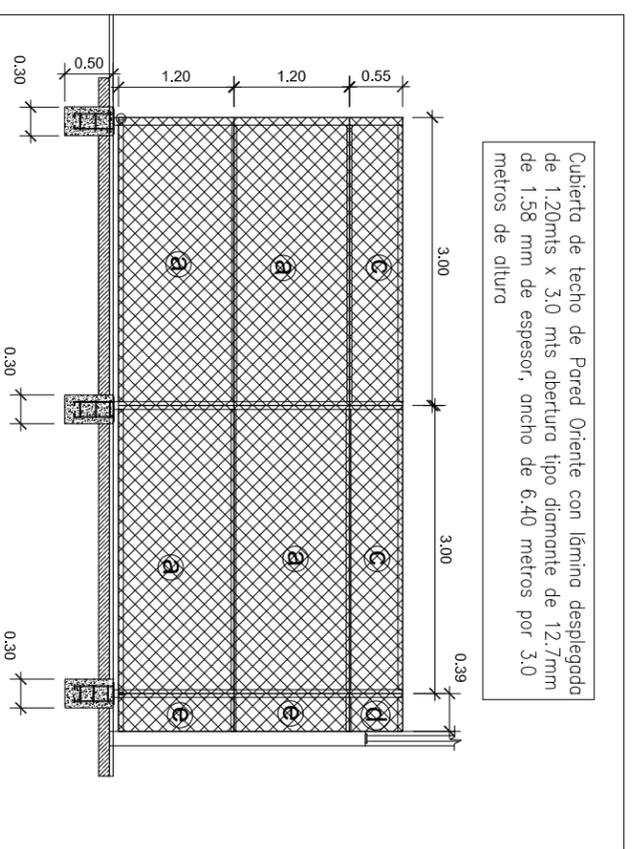
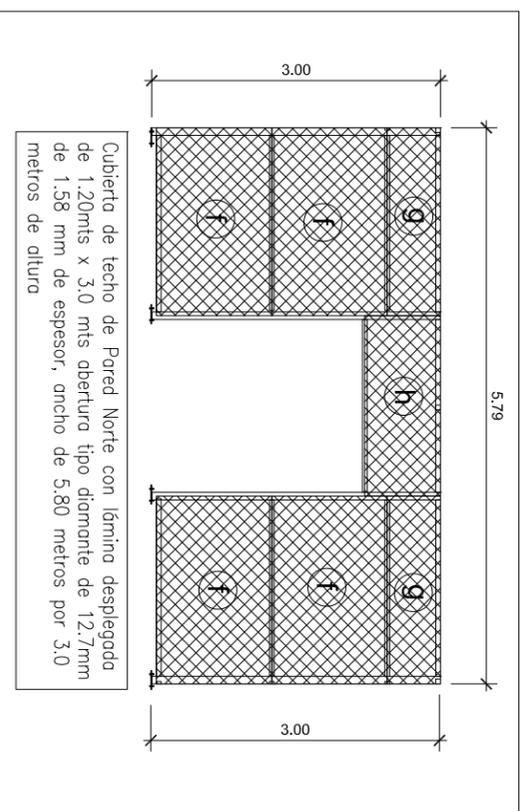
Señores:
THERMOANDINA
Presente
Atención: Ing. Edgardo Estrada

Estimados Señores:
DYAMEQ, S.A. de C.V. tiene el agrado de someter a su consideración nuestra cotización con precios especiales para el alquiler de los equipos que a continuación se detallan:

Cánt	Descripción	Precio por DIA (Shrs.)	Precio por Flete:
1	Arrendamiento de montacargas de 2.5 ton Gasolina o gas liquido, Dosan	\$ 180.00	

Disposiciones Generales:

- a) Los precios arriba detallados no Incluyen IVA,
- b) Precio por hora \$ 25.00+ IVA
- c) El arrendamiento mínimo es de 4 hrs, en este caso la tarifa mínima diaria seria la jornada de 8 horas y aunque el horómetro no este en marcha, pero si el equipo esta disponible para nuestro cliente se cobrara siempre por disponibilidad del equipo las horas mínimas.
- d) Si el arrendamiento es fuera de san salvadores cliente correrá con los gastos de hospedaje o ofrecer un sitio idóneo y segura para el operador
- e) Gastos de hospedaje diario por operador es de \$ 11.83+ IVA, por día) solo proyectos
- f) Si el arrendamiento es por hora, el tiempo mínimo de arrendamiento es de 4 horas de si es por día es de 8 hrs de uso del equipo o fecha calendario, el mes de 176 hrs.
- g) Para efectos de facturación, la fracción de hora se tomara como hora exacta por jornada.
- h) El tiempo de arrendamiento empieza desde que el equipo se baja del lowboy y el operador se pone a disposición del cliente
- i) El precio no incluye seguros por daños en mercadería o equipos a trasladar
- j) Nuestra empresa ofrece para los equipos mantenimiento correctivo y preventivo en el lugar de trabajo
- k) El día comprende (8) ocho horas normales de trabajo del equipo, laborando de lunes a viernes de 8:00 A.M. a 12:00 A.M. y de 1:00 P.M. a 5:00 P.M. y Sábado de 8:00 A.M. a 12:00 M. este horario podría variar de acuerdo a las necesidades del cliente y previa autorización de la Empresa, teniendo como margen siempre las (8) horas diarias, fuera de este horario se cobrarán horas extras hombre y maquina si las hubiere, se

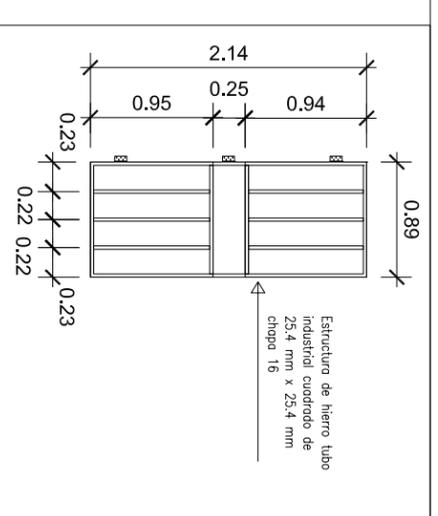
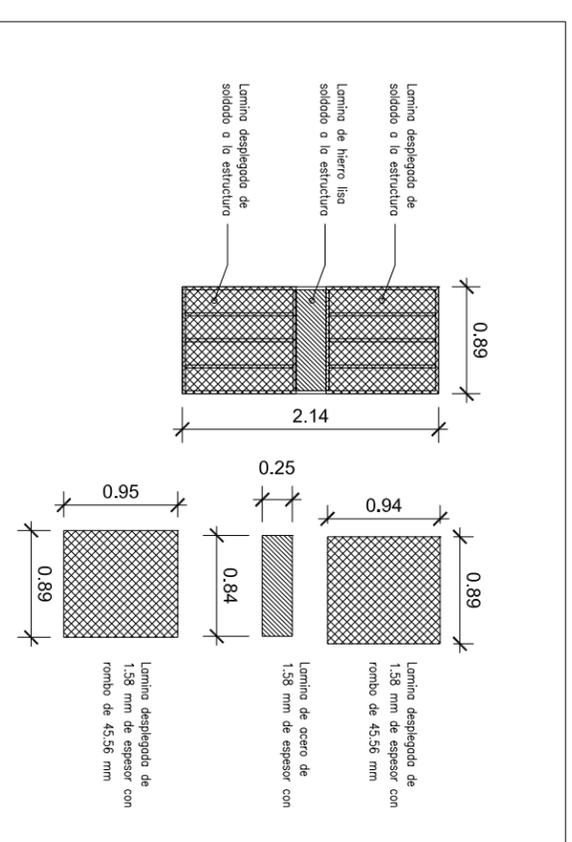


ESTRUCTURA METALICA PARA CONSTRUCCION DE LABORATORIO EIM-FIA-UES

Escala 1:75

VISTA PLANTA DE ESTRUCTURA METALICA DE LABORATORIO EIM-FIA-UES

Simbología	
a	Lamina desplegada de 1.20 metros x 3 metros
b	Lamina desplegada de 0.40 metros x 3 metros
c	Lamina desplegada de 0.55 metros x 3 metros
d	Lamina desplegada de 0.55 metros x 0.40 metros
e	Lamina desplegada de 1.20 metros x 0.40 metros
f	Lamina desplegada de 1.20 metros x 1.95 metros
g	Lamina desplegada de 1.20 metros x 0.55 metros
h	Lamina desplegada de 1.88 metros x 0.80 metros



DETALLE DE PUERTA DE ACCESO A LABORATORIO EIM-FIA-UES
Escala 1:75

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

DOCENTE DIRECTOR
Ing. Francisco De Leon

TRABAJO DE GRADUACION:
Propuesta para la habilitación del Laboratorio de Refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES

PRESENTADO POR:
Br. Francisco Edgardo Estrada Delgado

ESCALA:
INDICADAS

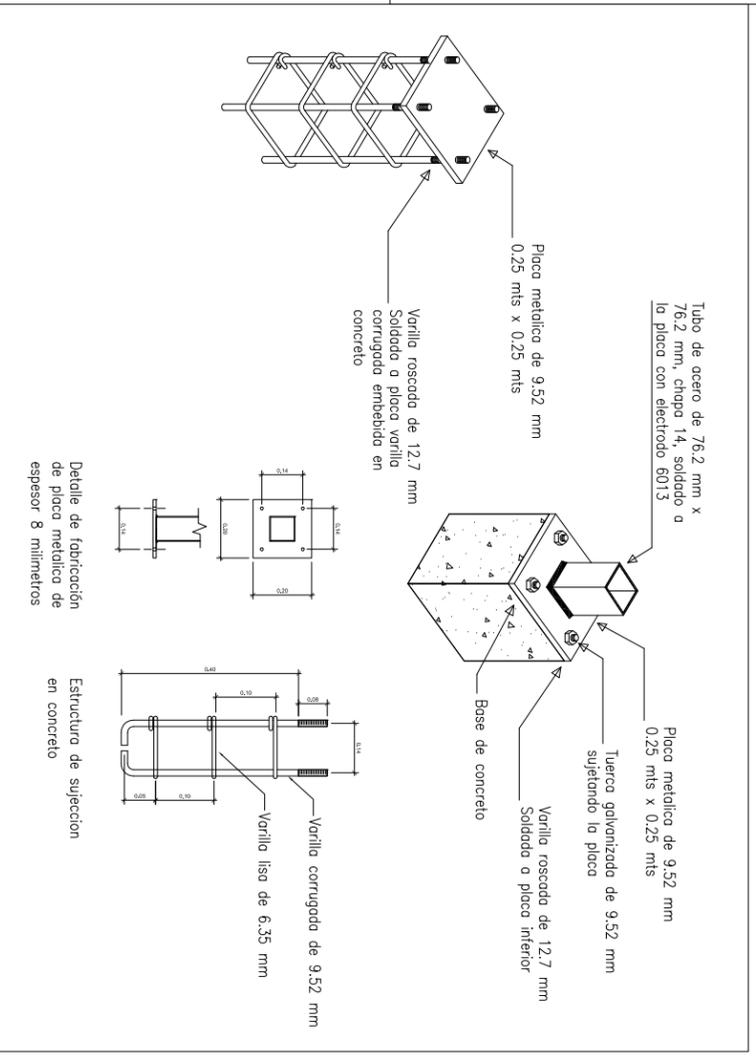
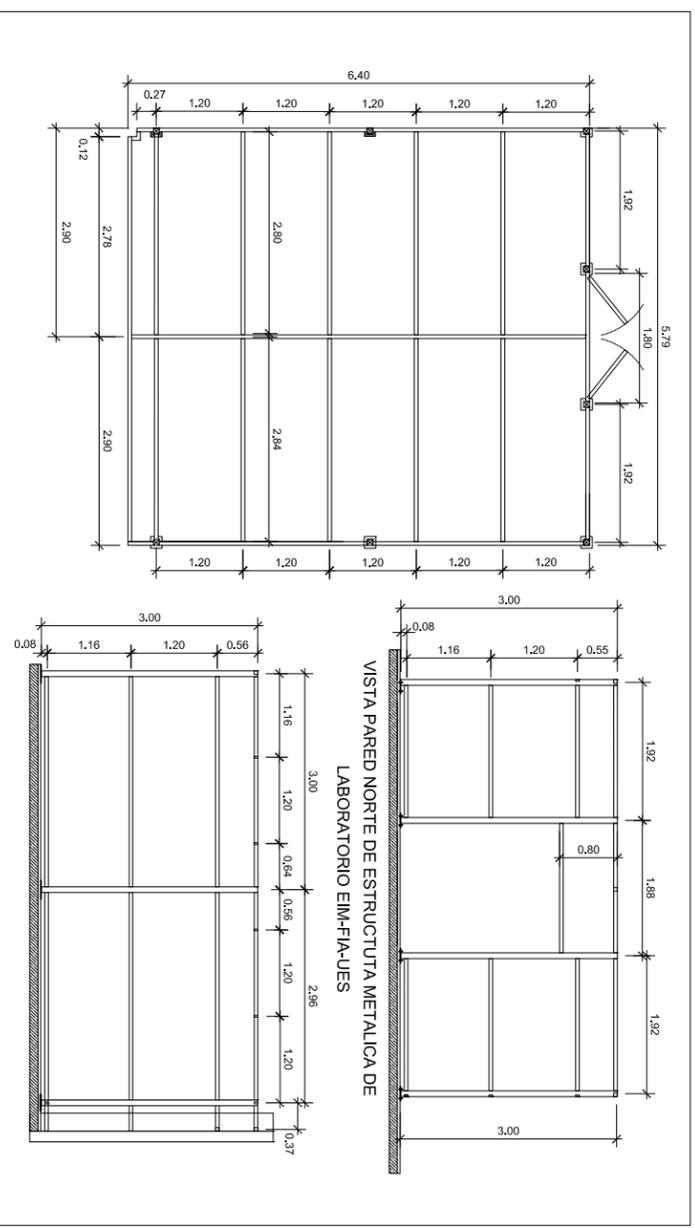
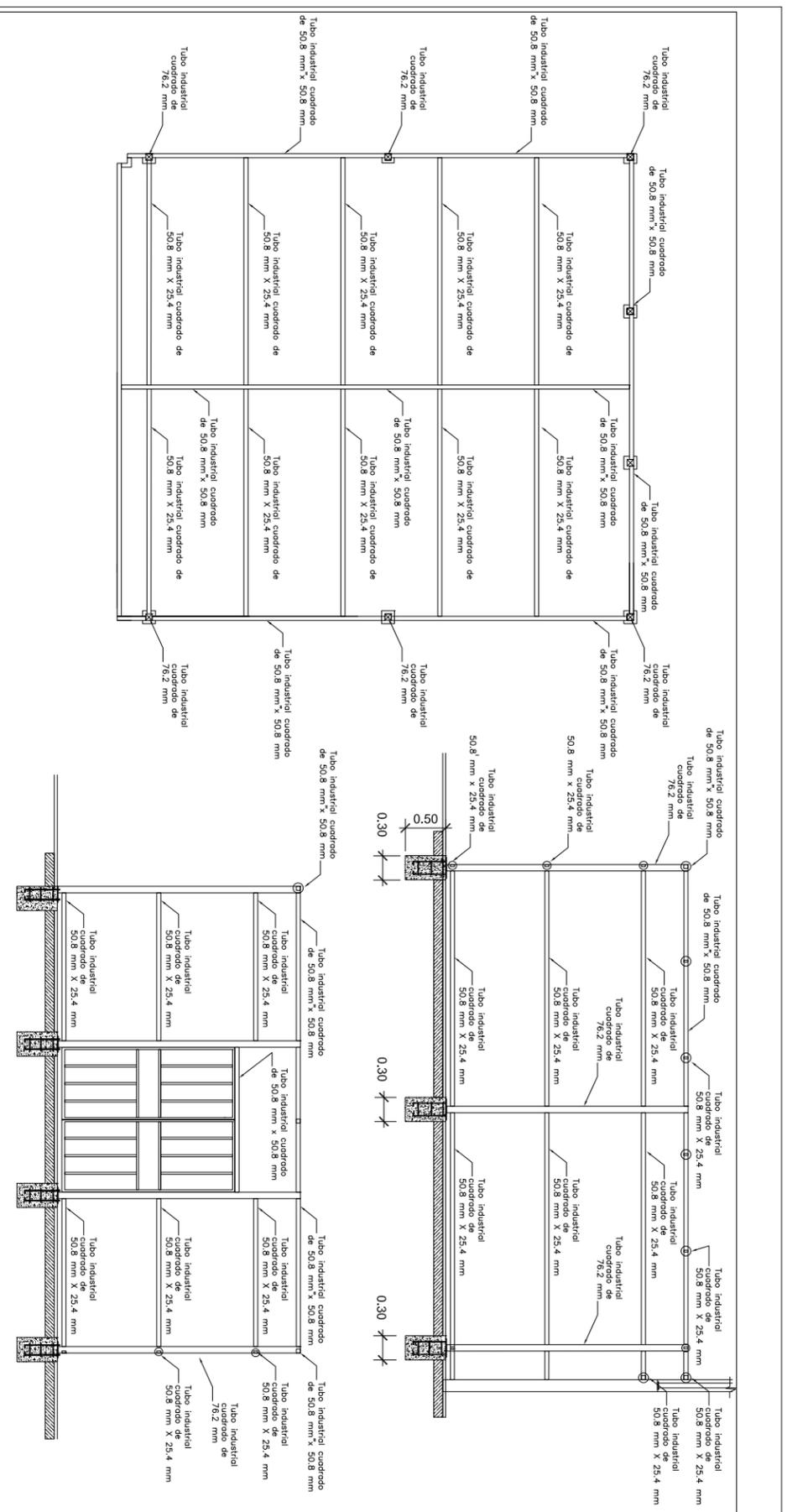
UNIDADES:
METROS

Nº PLANO
2/6

FECHA:
07/2020

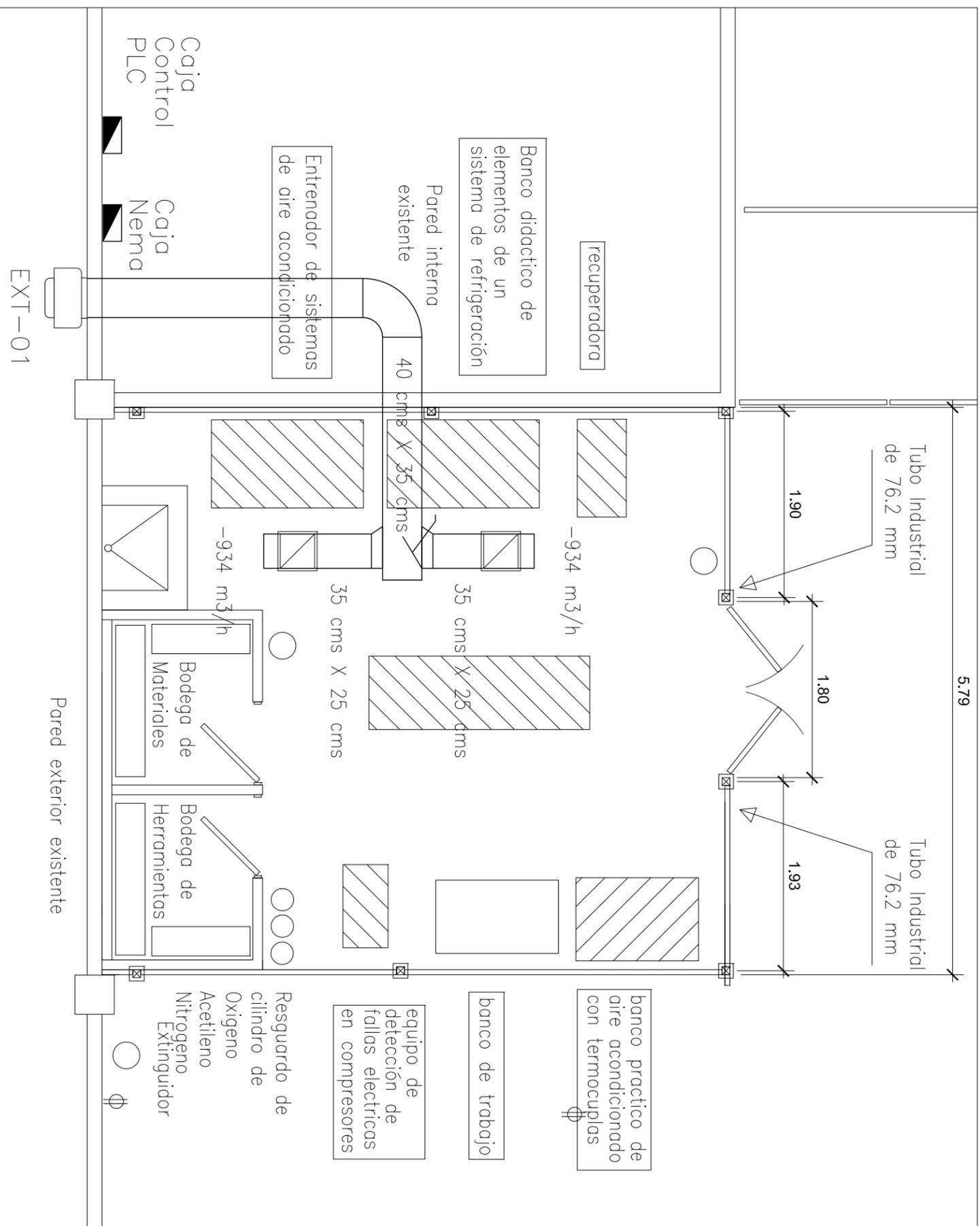
DETALLE DE FORRO PARA ESTRUCTURA METALICA DE LABORATORIO EIM-FIA-UES





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	TRABAJO DE GRADUACION: Propuesta para la habilitación del Laboratorio de Refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FA-UES	ESCALA: INDICADAS
DOCENTE DIRECTOR Ing. Francisco De Leon	PRESENTADO POR: Br. Francisco Edgardo Estrada Delgado	UNIDADES: METROS
Nº PLANO 3/6	FECHA: 07/2020	DETALLE DE ESTRUCTURA METALICA LABORATORIO EIM-FA-UES





Planta de distribución de extracción de aire

Escala 1:50

DESCRIPCION DEL EQUIPO			
Simbología	Descripción	Característica Eléctrica	Potencia Eléctrica
EXT-01	Extractor de aire centrífugo de pared, con una capacidad 1865 m ³ /h con una cota de presión de 0.35 pulgadas de columna de agua.	115/1/60	1/4 HP

NOMENCLATURA	
Simbología	Descripción
	REJILLA DE RETORNO DE ALUMINIO DE 35 cms X 35 cms
	DAMPER CON COMPUERTA REGULADORA
	DUCTO DE AIRE ACONDICIONADO DE 35 cms DE ANCHO Y 25 cms DE PERALTE

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		TRABAJO DE GRADUACION: Propuesta para la habilitación del Laboratorio de Refrigeración y aire acondicionado de la EIM-FIA-UES		ESCALA: INDICADAS	
DOCENTE DIRECTOR Ing. Francisco De Leon		PRESENTADO POR: Br. Francisco Edgardo Estrada Delgado		UNIDADES: METROS	
Nº PLANO 6/6	FECHA: 07/2020	PLANTA DE DISTRIBUCION DE EXTRACCION MECANICA DE LABORATORIO EIM-FIA-UES			