



Manual para el cuidado básico de los equipos de refrigeración que prestan su servicio a
la comunidad académica del Instituto Politécnico en Bucaramanga

Modalidad: Proyecto de investigación

Julián Enrique Pedraza Núñez
CC 1098775498

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico
Bucaramanga 27/07/2022



Manual para el cuidado básico de los equipos de refrigeración que prestan su servicio a
la comunidad académica del Instituto Politécnico de Bucaramanga

Modalidad Proyecto de investigación

Julián Enrique Pedraza Núñez
CC 1098775498

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico

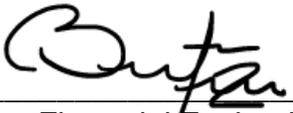
DIRECTOR
Obdulio Solano Ruiz

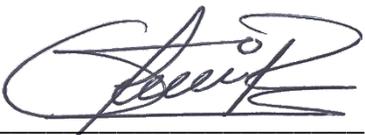
Grupo de investigación – DIMAT

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de ciencias naturales e ingenierías
Operación y mantenimiento electromecánico
Bucaramanga 27/07/2022

Nota de Aceptación

APROBADO _____


Firma del Evaluador


Firma del Director

DEDICATORIA

Dedico especialmente este proyecto de grado a mis padres, a mi esposa y a mis hijos, que fueron y siempre han sido las personas que me han acompañado en este transcurrir de mi vida, brindándome todo su apoyo y todo su ánimo para seguir adelante en todos los retos y oportunidades que se presentaron durante este pasaje de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a mis padres por patrocinar mi carrera y mis estudios durante este proceso de mi vida, a mi esposa por brindarme su compañía y apoyo en el transcurrir de esta etapa y a mis hijos por ser el motivo de seguir siempre adelante y querer brindarles siempre lo mejor de mí.

Técnicamente brindo un agradecimiento muy especial a mi director de grado el Doctor Obdulio Solano Ruiz, quien fue profesor y director mío durante varios semestres y me brindo todo su conocimiento y apoyo en este proyecto.

A mi institución por abrirme las puertas y permitirme desarrollar un profesional con carácter y criterio manteniendo siempre presente los buenos valores.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	11
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4. ESTADO DEL ARTE.....	14
2. MARCO REFERENCIAL	16
2.1. ELECTRICIDAD BÁSICA PARA LA REFRIGERACIÓN	16
2.1.1. ANÁLISIS DEL ELECTRÓN.	16
2.1.2. CARGAS ELÉCTRICAS.	17
2.1.3. ANÁLISIS DE MATERIALES CONDUCTORES, SEMICONDUCTORES Y AISLANTES.....	19
2.1.4. DIFERENCIA DE POTENCIAL Y FUERZA ELECTROMOTRIZ.....	20
2.1.5. ANÁLISIS DE LA CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE DIRECTA.....	21
2.1.6. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ELECTRICIDAD.	21
2.2. CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA EN REFRIGERACIÓN.....	23
2.2.1. TERMODINÁMICA.	23
2.2.2. TRABAJO TERMODINÁMICO.	23
2.2.3. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA (LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA). ..	24
2.2.4. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA.....	26
2.2.5. PRESIÓN.....	28
2.2.6. TEMPERATURA.	32
2.2.7. CALOR.....	33
2.2.8. CICLO DE CARNOT.....	39
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	44
4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	45
4.1. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	45
4.2. ESTABLECIMIENTO DE TIPOS DE EQUIPOS.	45
4.2.1. EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	46

4.2.2.	NEVERAS.....	46
4.3.	DEFINICION DE ACTIVIDADES.....	47
4.4.	DESARROLLO DE INSTRUCTIVOS.....	47
4.5.	DIVULGACIÓN DE MANUALES.....	55
<u>5.</u>	<u>RESULTADOS</u>	<u>57</u>
<u>6.</u>	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>58</u>
<u>7.</u>	<u>RECOMENDACIONES.....</u>	<u>59</u>
<u>8.</u>	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 El Electrón	17
Figura 2 Fuerzas Electroestáticas.....	19
Figura 3 Esquema de Corriente Alterna y Corriente Continua.....	21
Figura 4 Vector de Fuerza	29
Figura 5 Barómetro de Torricelli.....	30
Figura 6 Termómetro de Mercurio.....	33
Figura 7 Ciclo Ideal de Carnot	42
Figura 8 Aire acondicionado secretaria	62
Figura 9 Aire acondicionado oficinas varios	62
Figura 10 Aire acondicionado biblioteca	63
Figura 11 Aire acondicionado rectoría	63
Figura 12 Aire acondicionado sala de música	64
Figura 13 Aire acondicionado sala de audiovisuales.....	64
Figura 14 Aire acondicionado sala de enfermería	64
Figura 15 Aire acondicionado sala de la coordinación	65
Figura 16 Aire acondicionado salón 1	65
Figura 17 Aire acondicionado salón 2	65
Figura 18 Aire acondicionado Recepción.....	66
Figura 19 Neveras uso personal de limpieza	67
Figura 20 Neveras cafetería.....	67
Figura 21 Neveras comedor.....	68
Figura 22 Neveras dispensadora de productos.....	69
Figura 23 Ficha técnica de caracterización de un equipo.....	48
Figura 24 Autónomo de equipos	50
Figura 25 Aire Acondicionado Sala Bilingüismo	¡Error! Marcador no definido.
Figura 26 Autónomo Aire Acondicionado	¡Error! Marcador no definido.
Figura 27 Autónomo Nevera	52
Figura 28 Capacitación	55
Figura 29 Entrega de Material.....	56

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente proyecto de grado permite dejarles a disposición y entera disponibilidad un manual de cuidado básico de los equipos de refrigeración a las directivas, estudiantes y demás personas que tengan participación en el Instituto Politécnico de Bucaramanga, brindándoles una calidad en la operación, y duración de los equipos de refrigeración que ellos tienen en sus instalaciones.

Esto se llevó a cabo por medio de una búsqueda de información y tareas conjuntas con las directivas y entes participativas del Instituto, realizando la debida inspección técnica y crítica de sus equipos aplicando metodologías investigativas de mantenimiento, dándoles a conocer los autónomos de cada equipo que ellos poseen en sus instalaciones y brindando una serie de capacitaciones teóricas y prácticas de la intervención y el básico cuidado de sus equipos para poder lograr una mayor confiabilidad en su vida útil y en su optima funcionalidad.

PALABRAS CLAVE: Autónomo, Mantenimiento, Confiabilidad, Disponibilidad, Refrigeración

INTRODUCCIÓN

El manual de cuidado básico de equipos de refrigeración es un proyecto pensado y enfocado directamente a cualquier persona y colaborador del instituto Politécnico de Bucaramanga, ya que con el van a poder entender e idealizar de una manera muy fácil y didáctica la funcionabilidad y la operatividad de sus equipos de refrigeración. También podrán conocer de manera más profunda que clase de equipos poseen en sus instalaciones y entender su cuidado.

Se llevaron a cabo una serie de capacitaciones virtuales y presenciales con el personal encargado del mantenimiento de los equipos de refrigeración del Instituto Politécnico, para explicarles de manera más profunda el entendimiento del manual, para que en futuros ingresos de colaboradores y demás personal, la información trascienda de manera clara y concisa, se hace la entrega del manual en forma física y digital, para que quede reposado en sus instalaciones y de manera virtual, puedan acceder a él.

Con la entrega del manual de forma digital y física, mediante la serie de capacitaciones presenciales y virtuales, se pretende que los colaboradores apliquen autónomos y de manera técnica puedan realizar las acciones básicas de cuidado y funcionabilidad de sus equipos de refrigeración, para que se eviten una serie de mantenimientos correctivos por mala operatividad.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sector de la educación en Colombia, muy a pesar de que ocupa el segundo renglón en monto presupuestal asignado (\$46,9 billones 2021) con 6,1% por encima del 2019 (Portafolio, 2020), No consigue ser suficiente para la situación actual, y más con el agravante de la pandemia que actualmente está azotando al mundo. Según comenta Nelson Alarcón, presidente de la Federación Colombiana de Trabajadores de la Educación (Fecode), el mejoramiento de la infraestructura, conectividad y material didáctico, deben marcar las pautas en los centros educativos del gobierno, sin embargo, no lo es, y existen algunas zonas rurales que se encuentran en total abandono.

Particularmente la infraestructura de los Institutos y escuela se ve afectada por un lado por la falta de recursos para la renovación y el crecimiento de sus elementos en busca de mejorar la calidad y ampliar su cobertura, y por otro lado la falta también de recursos para mantener en funcionamiento lo que actualmente posee y mantener su adecuado ciclo de vida útil o llegar a poder extenderlo. Precisamente es este factor donde se puede aportar, realizando una adecuada operación y mantenibilidad de estos equipos por parte de sus usuarios.

Por otro lado, desde la gestión de mantenimiento y gracias a la creación de metodologías que apuntan a realizar una excelente gestión de sus activos, se han desarrollado herramientas que permiten apoyar la buena operación y mantenibilidad de los equipos por parte de los usuarios. Es el caso de la Metodología TPM, la cual dentro de sus pilares de gestión se encuentran los autónomos (Gómez Santos, 2019), que centra sus actividades en el cuidado básico del equipo.

Es aquí donde existe la posibilidad de colocar al alcance de estos Institutos e instituciones herramientas prácticas que ayuden en la conservación de los equipos que forman parte de su infraestructura.

Dentro de esta perspectiva, vale la pena preguntarse, ¿Cómo los usuarios de la comunidad académica del Instituto Politécnico de Bucaramanga pueden aportar en mejoramiento del ciclo de vida de los equipos electromecánicos que forman parte de su infraestructura?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El sector de la educación en escuelas y Institutos - como se mencionó anteriormente, no es ajeno a la situación actual por la que se atraviesa, y si se tiene en cuenta que la infraestructura que poseen es uno de los factores bases para el logro de una educación con calidad. El lograr dotar de herramientas administrativas y metodológicas a ellos, para que ayuden en la conservación de la vida útil de sus equipos, sería en parte apoyar ese logro.

Así mismo la universidad, a través de este tipo de proyectos sociales, permite contribuir en la región a su desarrollo socioeconómico, y mantener su compromiso con la transformación social, los cuales forman parte de nuestra Misión y Visión. El desarrollo de este proyecto va a permitir entre otros aspectos, generar un espacio para que los estudiantes evidencien las competencias adquiridas en su formación, así como fortalecer el semillero de investigación GAOM de la institución, ya que permite colocar en práctica los estudios que se llevan a cabo al interior del grupo y dejar las bases para futuras investigaciones.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. *Objetivo General*

Desarrollar un manual sobre el cuidado básico para los equipos electromecánicos que operan en el Instituto Politécnico de Bucaramanga, aplicando los direccionamientos definidos para la construcción de autónomos, de manera que permitan apoyar el ciclo de vida de estos equipos.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Establecer los tipos de equipos electromecánicos que van a participar dentro del proyecto, teniendo en cuenta el nivel de riesgo que representa para el Instituto su pérdida de la función.
- Definir las actividades de mantenimiento a desarrollar dentro del cuidado básico a los tipos de equipos previamente establecido, mediante el análisis de las recomendaciones propuestas por el fabricante y los lineamientos establecidos para la construcción de autónomos, para finalmente tener la información base para el diseño de los respectivos manuales.
- Desarrollar los respectivos instructivos a aplicar en los autónomos, teniendo en cuenta los resultados del análisis anterior, dando como resultado final la consolidación del respectivo manual para cada tipo de equipo
- Divulgar a toda la comunidad del Instituto Politécnico, los manuales de cuidado básico de equipos creados para la institución, con el fin de que inicien aplicación por parte de los respectivos usuarios.

1.4. ESTADO DEL ARTE

Las Unidades durante el 2019, a través de un convenio con el Instituto Colombiano del Petróleo, se desarrollaron una serie de proyectos, dentro de los cuales, se logró el desarrollo de manuales de cuidado básico de equipos, los cuales sirven de referencia para este proyecto. Dentro de los Manuales de Cuidado Básico de Equipos desarrollados, se detallan los equipos pertenecientes a los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de optimización de producción y recobro. (Barreño Quitian, 2019)
- Laboratorio de Sistemas Geológicos. (Ordoñez Cano, 2019)
- Laboratorio de PVT. (González González, 2019)
- Laboratorio de Fenómenos Interfaciales y Evaluación de Hidrocarburos FIEH. (Castellanos Suarez, 2019)
- Laboratorio de Biotecnología. (Villabona Niño, 2019)
- Laboratorio de Aguas y Suelos. (Velazco Ortiz, 2019)

Otros proyectos relacionados con la implementación de los autónomos dentro de procesos productivos y sus resultados podemos mencionar:

Propuesta mantenimiento autónomo TPM e implementación de "limpieza e inspección" en línea No. 3 Meals de Colombia S. A. (Clavijo Ríos & Rodríguez Escobar, 2003) Proyecto donde a través de autónomos, se buscó empoderar a todos los usuarios de la organización en la ejecución de sus labores diarias, la responsabilidad que tiene con el cuidado y operación de sus equipos.

Aplicación de los pilares del TPM en la línea de producción de envases de hojalata enfocados en el mantenimiento preventivo y autónomo para

incrementar la productividad en la empresa METALPREN S.A. (Loyola Espinosa, 2018) Proyecto que identifiqué que una de las causas del bajo rendimiento de la producción, era la falta de una cultura de cuidado hacia los equipos, lo cual motivó la implementación de la metodología TPM, enfocándose en dos de sus pilares, el mantenimiento preventivo y el de los autónomos.

Mejoramiento de la producción de la Empresa Migplas de la ciudad de Guayaquil en el área de extrusión aplicando plan de mantenimiento autónomo basado en la Filosofía TPM. (Toapanta Castro, 2015) El presente proyecto estableció para el proceso en referencia, un plan de mantenimiento autónomo, con el objetivo de mejorar la producción y reducir los desperdicios que son generados en el área de extrusión

2. MARCO REFERENCIAL

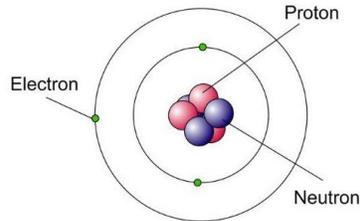
2.1. ELECTRICIDAD BÁSICA PARA LA REFRIGERACIÓN

La electricidad es la principal fuente de suministro de energía para la operación de muchos de los sistemas de refrigeración. Debido a esto, los diseñadores, artesanos y técnicos en refrigeración deben tener un conocimiento de trabajo acerca de la naturaleza y seguridad de la electricidad. La teoría del electrón, las cargas eléctricas y la electricidad estática sirve en esta unidad como introducción a la electricidad. Con estos fundamentos, se definen los términos eléctricos comunes en una forma práctica. Posteriormente se incluyen los factores que influyen en la transmisión distribución y uso de la energía eléctrica. Finalmente se analiza los requisitos de circuito para los sistemas de refrigeración con objeto de lograr una comprensión de la forma y por qué se utiliza la electricidad. (Perez Galdos, 2004)

2.1.1. *Análisis del Electrón.*

Todos los estudios de la electricidad y de los efectos eléctricos se basan en la existencia de diminutas “cargas” denominadas “electrones”. Los electrones pueden acumularse o moverse de un lugar a otro. La electricidad es el efecto de estos electrones al moverse de un punto a otro. Lo que representan los electrones puede describirse mejor al examinar la composición de una gota de agua. Si esta se dividiera en dos gotas de menor tamaño y estas se dividieran aún más, el examen al microscopio revelaría que, en cada una de estas gotas, se tiene las mismas características y propiedades del agua. Ahora bien, si el proceso de división se continuara hasta lograr la gota más pequeña posible, la cual aún tuviera propiedades químicas, la partícula resultante sería lo que se llama “moléculas”. Si aún fuera posible examinar esta molécula de agua a una gran amplificación, se encontraría que está formada por tres delgadas estructuras cada una de las cuales se denomina “átomo”. (Perez Galdos, 2004)

Figura 1 El Electrón



Fuente: Autor

2.1.2. Cargas Eléctricas.

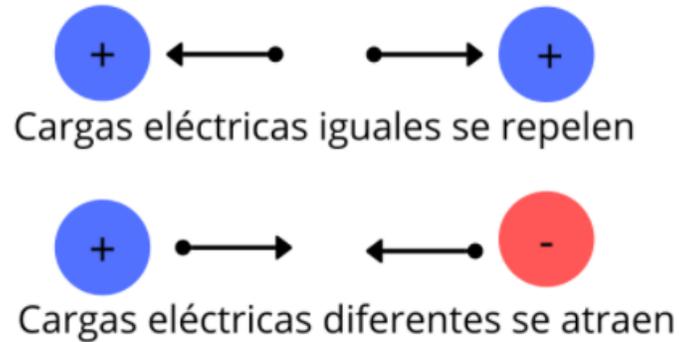
Cargas positivas y negativas: Se dice que un material tiene “carga negativa” cuando tiene un exceso de electrones (cargas (-)). Un material que tiene el número normal de cargas positivas en el núcleo, pero carece de algunos electrones posee “carga positiva”. Cuando no existe exceso o falta de electrones el cuerpo no tiene carga por lo que se dice que es neutro. Todas estas condiciones son originadas por el movimiento de electrones de un cuerpo a otro, mientras que las cargas positivas permanecen estacionarias como parte del material del cuerpo. Los materiales que se encuentran cargados con electricidad estática se atraen o repelen entre sí. La atracción se realiza entre cargas distintas debido a que el exceso de electrones de carga negativa buscan la carga con deficiencia de electrones las cargas diferentes ((+) y (-)) se atraen; las cargas iguales ((-) y (-) o (+) y (+)) se repelen. La electricidad puede producirse mediante cualquiera de seis fuentes de energía: contacto, calor, presión, luz, magnetismo y efecto químico. Por el momento se trata el método de contacto, ya que es la forma básica más simple de producir electricidad.

La electrificación se origina al llevar dos o más partes o materiales de modo que se encuentren en contacto. Durante este contacto alguno de los electrones se mueve de un material al otro. Al aumentar las cargas estáticas también se incrementa el suministro de estas. Los materiales difieren en su capacidad de acumular y transferir

electricidad estática. Dependiendo del material que se da las cargas con mayor facilidad, las cargas pueden ser positivas o negativas. Cuando una varilla de vidrio se frota con una tela de seda, se carga positivamente ya que los electrones son trasferidos de la piel a la varilla. De modo similar, el contacto entre la banda y la polea de un compresor en operación puede originar una carga estática en el compresor pudiendo causar un choque serio para cualquiera que llegue a tocar el compresor. Esto sucede debido a que dos cuerpos cargados (electrificados) se llevan uno cerca del otro existe una diferencia de potencial entre los mismos.

Esta fuerza es la que tiende a restablecer los cuerpos cargados a su convicción neutra o sin carga. La tendencia puede resultar en el movimiento de electrones del cuerpo (-) al cuerpo (+) para lograr este balance. Aun cuando no puede decidirse la naturaleza exacta de la electricidad se clasifica como “estática” cuando los electrones se encuentran inmóviles y “dinámica” cuando estos tienen movimiento. El movimiento de los electrones se denomina “corriente”. Antes de la aceptación de la teoría del electrón como base del comportamiento eléctrico se consideraban que la corriente fluía del positivo al negativo (“flujo convencional”). Ahora se ha establecido que la corriente (el flujo de electrones) se realiza del negativo al positivo. (Perez Galdos, 2004)

Figura 2 Fuerzas Electroestáticas



Fuente: Autor

2.1.3. Análisis de materiales conductores, semiconductores y aislantes.

Existen tres clases de materiales que se utilizan en el trabajo eléctrico: conductores, aislantes y semiconductores. Como su nombre lo implica, un conductor permite que los electrones se muevan a través de este con facilidad. La facilidad y grado de velocidad de este movimiento se denomina “conductibilidad”. Algunos conductores, considerados en su orden de conductibilidad desde los pobres hasta los buenos son: la plata, el cobre, el aluminio, el tungsteno, el cinc, el bronce, el hierro, el estaño puro y el plomo. Por otra parte, el aislante resiste el flujo de electrones. Algunos ejemplos de aislantes incluyen la mica, el caucho, la baquelita, el papel y la seda. Algunos de estos materiales se utilizan alrededor de los alambres para evitar la formación de un arco eléctrico entre un alambre y otro o para evitar que se encuentren en contacto. Esto es de especial importancia para el caso de las unidades herméticas en el que refrigerante fluye entre los alambres del motor. Un semiconductor es un material que conduce mejor en una dirección que en la otra. El germanio, el silicio y el óxido de cobre son ejemplos de semiconductores. Estos materiales son de bastante utilidad en los refrigeradores termoeléctricos. (Herмосa Donate, 2007)

Tabla 1 Materiales Conductores, Semiconductores y Aislantes

MATERIAL	RESISTIVIDAD (Ω) en (Ωm)
METALES	
Plata	$1,59 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,67 \times 10^{-8}$
Oro	$2,35 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2,66 \times 10^{-8}$
Wolframio	$5,65 \times 10^{-8}$
Níquel	$6,84 \times 10^{-8}$
Hierro	$9,71 \times 10^{-8}$
Platino	$10,6 \times 10^{-8}$
Plomo	$20,65 \times 10^{-8}$
SEMICONDUCTORES	
Silicio	$4,3 \times 10^3$
Germanio	0,46
AISLANTES	
Vidrio	1×10^{10} a 1×10^{14}
Cuarzo	$7,5 \times 10^{17}$
Azufre	1×10^{15}
Teflón	1×10^{13}
Caucho	1×10^{13} a 1×10^{16}
Madera	1×10^8 a 1×10^{11}
Carbón (diamante)	1×10^{11}

Fuente: Autor

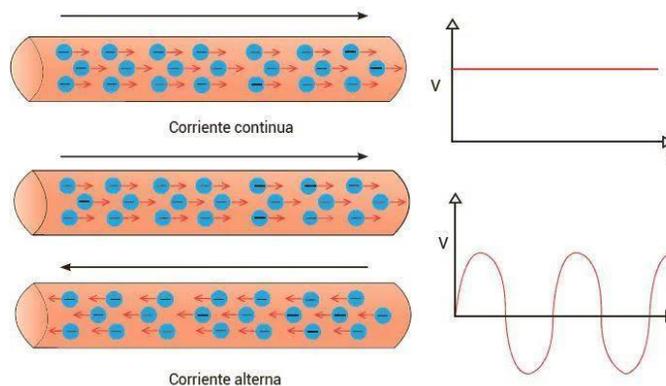
2.1.4. Diferencia de potencial y fuerza electromotriz.

Cuando existe una diferencia en la cantidad de carga eléctrica entre dos puntos se dice que tiene una “diferencia de potencial”. La diferencia de potencial se mide en las unidades conocidas como “volts”. Existen diferentes formas de producir una diferencia de potencial entre dos puntos, consecuentemente, forzar a los electrones para que se muevan. Esta fuerza se le conoce como “fuerza electromotriz” que de abrevia f.e.m. así, los dos términos “diferencia de potencial” (D.P) y “fuerza electromotriz” (f.e.m.) significan lo mismo (Hermosa Donate, 2007)

2.1.5. Análisis de la corriente alterna y corriente directa.

Un circuito puede identificarse prácticamente mediante el uso de una lámpara de neón que en un tomacorriente con un alambre de cola de cochino. Cuando las colas de cochino se colocan entre las dos aberturas del cortacorriente se enciende una luz. En caso de que únicamente encienda un lado, el circuito es de c-d. Cuando ambos lados de la lámpara de neón se encienden el circuito es de c-a. Se deben considerar algunas medidas de seguridad. En primer lugar, la lámpara debe estar para un voltaje superior al de la prueba. Así mismo, se debe tener cuidado de tocar solamente la parte aislada del alambre. (Hermosa Donate, 2007)

Figura 3 Esquema de Corriente Alterna y Corriente Continua



Fuente:(Curioseando, 2015)

2.1.6. Análisis de la distribución de la electricidad.

La máxima diferencia de potencial a la cual un generador eléctrico proporciona energía generalmente es de 15,000 volts. Cuanto más se puede “elevar” este voltaje mayor será la economía de transmisión a través de las líneas de potencia hasta el punto de operación. Una diferencia de potencial estándar de 13,200 volts se puede

incrementar casi hasta 250,000 volts, dependiendo de la distancia a la cual deba transmitirse y de la cantidad de energía disponible.

Este incremento se logra por medio de los “transformadores elevadores de voltaje. Los transformadores se encuentran cerca de las estaciones de generación y parecen una batería de tanques de acero. El transformador está formado de tres partes principales: un “bobinado primario” en que se aplica la energía eléctrica, un “bobinado secundario” que se deriva como el lado de “salida”, y el núcleo de hierro laminado alrededor del cual se enrolla los bobinados primarios y secundarios. El transformador convierte la energía eléctrica de un bobinado en otra mediante la “inducción magnética”. La inducción magnética es el fenómeno que se origina cuando al aplicar un voltaje al bobinado primario se establece otro voltaje en el secundario.

El movimiento relativo requerido entre el campo magnético y el conductor se logra al utilizar una c-a. Un campo magnético rodea el bobinado primario. Este campo varío con la corriente alterna y atraviesa el bobinado secundario. La proporción de voltaje depende de la relación de bobinados entre el primario y el secundario. Por ejemplo, si el generador suministra energía eléctrica a 13,200 volts al bobinado primario de un transformador y existen cinco veces más enrollamiento alrededor del núcleo de hierro laminado en el secundario, la salida es de $13,200 \times 5$, es decir, 66,000 volts. La relación de enrollamientos en el bobinado secundario comparado con el número de vueltas en el primario determina la potencia de salida. Los alojamientos de los transformadores de gran capacidad normalmente contienen un aceite de transformador de alto grado. Este aceite tiende a disipar el calor y a mantener a alta la eficiencia. También es un excelente aislante.

Una pregunta que pudiera considerarse es el por qué existe la necesidad de la transformación de un voltaje bajo a uno alto para la transmisión. La respuesta es

simple. Independientemente de lo eficiente que sean los conductores de electricidad siempre tienen cierta resistencia al flujo de la corriente. Cuando mayor es el corriente más elevado es el calor generado y más grande la pérdida de energía eléctrica. Esto se denomina “pérdida de línea ya que la potencia es igual a la diferencia de potencial x corriente, a mayor diferencia de potencial se tiene que menor es la corriente requerida para producir la misma proporción de potencia. Consecuentemente las pérdidas de línea son menores. (Fragoso Licona, 2007)

2.2. CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA EN REFRIGERACIÓN

2.2.1. Termodinámica.

Históricamente la termodinámica tenía por objeto proporcionar un mejor conocimiento de los dispositivos conocidos como máquinas térmicas, que absorben el calor desde una fuente de alta temperatura y produce trabajo útil. Hoy en día la termodinámica ha tenido otras aplicaciones, por lo que no solo es importante en la ingeniería, si no también, en la física, química y ciencias biológicas, ya que permite predecir y comprobar, mediante la experimentación el comportamiento del mundo real, estableciendo una relación matemática y/o comparando un modelo con un sistema. Se ocupa del estudio de las transformaciones del calor en trabajo y viceversa, los medios que se emplean para efectuar dichas transformaciones y aquellas propiedades de las sustancias que guardan relación con la energía. (Alvarado García, 2010)

2.2.2. Trabajo Termodinámico.

En forma general se tienen dos tipos que son los siguientes:

De compresión: Al efectuarse un trabajo de compresión este se transforma íntegramente en calor del sistema, porque comunica al gas una energía adicional que aumenta la energía interna de sus moléculas elevando la temperatura. En la compresión de un gas, el volumen final es menor a la inicial, por tanto, el trabajo realizado es negativo y se dice que se efectuó un trabajo de los alrededores sobre el sistema.

De expansión: Es producido a la energía interna de las moléculas del gas, por lo que la temperatura del sistema disminuye. Al expandirse el gas el sistema final es mayor a la inicial y, por tanto, el trabajo es positivo, por lo tanto, el sistema realiza un trabajo sobre los alrededores.

$$\Delta U = Q + W \text{ (ecuación 1)}$$

ΔU : cambio en la energía interna

Q: calor añadido al sistema

W: trabajo efectuado por el sistema

Esta expresion se refiere a la conservacion de la energia en un proceso cualquiera, establece que si se realiza un trabajo o el sistema intercambia calor con otro, la energia interna del sistema sufrira un cambio. La energia interna del sistema debe ser igual a la cantidad de calor que es aportado al sistema menos el trabajo que realiza el sistema

2.2.3. Primera ley de la termodinámica (ley de la conservación de la energía).

“La variación de energía interna de un sistema es igual a la energía transferida a los alrededores o por ello en forma de calor y de trabajo, por lo que se establece la

ley de la conservación de la energía, que enuncia: “La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma”.

Matemáticamente, la 1era. Ley de la Termodinámica se expresa para un sistema cerrado como:

$$\Delta U = Q + W$$

ΔU : cambio en la energía interna

Q: calor añadido al sistema

W: trabajo efectuado por el sistema

Considerado el valor de Q positivo cuando se suministra calor al sistema, y negativo si sale de él. W positivo, si el sistema realiza trabajo, y negativo si se efectúa trabajo de los alrededores sobre el sistema. Dicho de otra forma, la 1era. Ley de la Termodinámica indica que la energía (Calor o trabajo) no se crean ni se destruyen, solo se transforma en otras energías, como lo son: E_c , E_p , U y el W, se expresa como:

$$W+Q=E_c+E_p+U+P_v \text{ (ecuación 2)}$$

Dónde:

W= trabajo realizado por el sistema

Q= calor añadido al sistema

E_c = energía cinética del sistema

E_p = energía potencial del sistema

U= energía interna del sistema

P_v = presión-volumen

Equilibrio termodinámico: Cuando en un sistema de baja temperatura se pone en contacto por medio de una pared diatérmica con otro sistema de mayor temperatura,

la temperatura del sistema frío aumenta mientras la temperatura del sistema caliente disminuye. Si se mantiene este contacto mediante un periodo largo, se establecerá el equilibrio termodinámico, es decir ambos sistemas tendrán la misma temperatura. Si los sistemas están formados por diferentes sustancias o diferentes porciones de ellas, no contendrán la misma cantidad de energía, aunque estas alcancen el equilibrio térmico. (Alvarado García, 2010)

Ley cero de la termodinámica: Esta ley nos explica que cuando un sistema se pone en contacto con otro al transcurrir el tiempo, la temperatura será la misma, porque se encontrarán en equilibrio térmico. Otra forma de expresar esta ley es la siguiente: “La temperatura es una propiedad que posee cualquier sistema termodinámico y existirá equilibrio térmico entre dos sistemas cualesquiera, si su temperatura es la misma.” (Alvarado García, 2010)

2.2.4. Segunda ley de la termodinámica.

Analiza la posibilidad y dirección de los procesos de transformación de la energía, es decir, la segunda ley, impone las restricciones para el cumplimiento de la primera ley. Existen dos enunciados que definen la segunda ley de termodinámica:

J. E. Clausius: “El calor no puede por sí mismo, sin la intervención de un agente externo, pasar de un cuerpo frío a un cuerpo caliente”. (Alvarado García, 2010) Este enunciado indica que es imposible construir una bomba de calor que opere en ciclos y que transmita calor de un depósito de baja temperatura a otro de mayor temperatura, sin suministrar trabajo. Es decir, en una bomba de calor el trabajo suministrado siempre debe ser mayor que cero ($W > 0$), para que la transmisión de calor pueda ser de T_B a T_A .

W. Thomson Kelvin: “Es imposible construir una máquina térmica que transforme en trabajo todo el calor que se le suministra”. Dicho de otra manera, siempre existirá en una máquina térmica un cierto calor rechazado, ($Q_B > 0$)

Estos dos últimos postulados nos llevan a definir los siguientes conceptos:

Coeficiente térmico de operación (β). Se usa para indicar la relación entre calor retirado (Q_B) o el calor rechazado (Q_A) y el trabajo suministrado (W) de una bomba de calor.

Coeficiente de refrigeración (β_R). Es cuando una bomba de calor se analiza como refrigerador.

Coeficiente de calefacción (β_C). Es cuando una bomba se analiza como calefactor. El coeficiente de calefacción siempre es mayor que el coeficiente de refrigerador.

Eficiencia térmica (η). Es la relación de trabajo realizado por una máquina entre el calor suministrado. Esto es,

$$\eta = \frac{W}{Q_A} \quad (\text{ecuación 3})$$

Donde:

η = eficiencia térmica

W = trabajo suministrado

Q_A = calor rechazado

Q_B = relación entre calor retirado

Bien, en función de los calores suministrado y rechazado:

$$\eta = \frac{Q_A - Q_B}{Q_A} \quad (\text{ecuación 4})$$

por tanto:

$$\eta = 1 - \frac{Q_B}{Q_A} \quad (\text{ecuación 5})$$

El enunciado de kelvin-Planck se puede expresar en términos de la eficiencia térmica como: “Es imposible construir una máquina térmica con una eficiencia igual al 100%. Como Q_B siempre es mayor que cero, pero menor que Q_A , la eficiencia térmica tendrá que ser mayor que cero, pero menor que la unidad, por esto se acostumbra a enunciarla en porcentaje.

o bien:

$$0 \leq \eta \leq 1$$

$$0 \leq \eta < 100\%$$

Sin embargo, ambos enunciados de la segunda ley, tienen el propósito de dar un sentido o dirección a los procesos de transferencia de energía.

2.2.5. Presión.

Indica la relación entre una fuerza perpendicular aplicada y el área sobre la cuál actúa. Matemáticamente se expresa como:

$$P = \frac{F}{A} \quad (\text{ecuación 6})$$

donde:

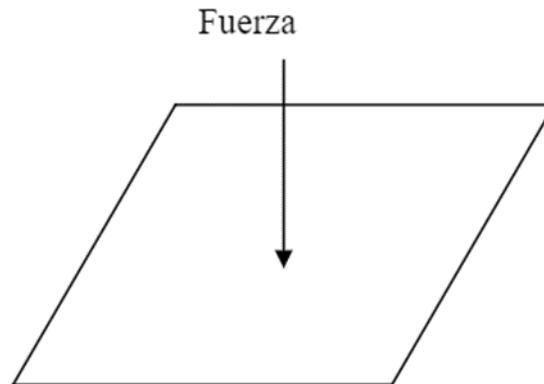
$P = \text{presión}(\text{N}/\text{m}^2, \text{D}/\text{cm}^2, \text{lb}_f/\text{in}^2)$

$F = \text{fuerza}(\text{N}, \text{D}, \text{lb}_f)$

$A = \text{área}(\text{m}^2, \text{cm}^2, \text{in}^2)$

Esta expresión indica que cuando mayor sea la fuerza aplicada, mayor será la presión para una misma área.

Figura 4 Vector de Fuerza



Fuente: Autor

Esta ilustración nos muestra como cualquier fuerza ejercida sobre un cuerpo ejerce una presión como consecuencia de la aplicación de dicha fuerza.

Ley de Dalton: Esta habla de las presiones parciales y establece, que si una mezcla de gases o vapores esta encerrada en un recipiente, cada gas ejercerá su propia presión sobre el recipiente en forma enteramente independiente de los otros, en consecuencia, la presión absoluta total será igual a la suma de las presiones parciales ejercidas por cada uno de los gases, para cada gas existe una temperatura por arriba de la cual no puede ser licuado, independientemente de la presión, a esa temperatura se le llama crítica, la presión crítica es la presión que produce la licuefacción a la temperatura crítica, una tonelada de refrigeración equivale a la cantidad de calor que se necesita para fundir una tonelada de hielo en 24 horas, así

cada refrigerante tiene una temperatura de ebullición determinada a una presión determinada y se pueden usar presiones manométricas. (Alvarado García, 2010)

$$P_{TOTAL}=P1+P2+.....PN)$$

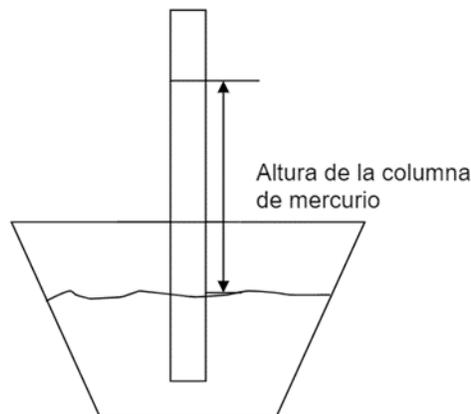
donde:

P_{TOTAL} = presión total ejercida sobre el sistema (N/m^2 , D/cm^2 , lbf/in^2)

$P1+P2+.....PN$ = presiones parciales de cada gas (N/m^2 , D/cm^2 , lbf/in^2)

Presión atmosférica: la ilustración nos muestra la construcción de un barómetro de Torricelli, que nos sirve para medir la presión atmosférica. Esta se representa por la altura de la columna de mercurio

Figura 5 Barómetro de Torricelli



Fuente: Autor

La atmósfera es una capa de aire constituida por el 20% de oxígeno, 79% de nitrógeno y el 1% de gases raros, debidos a su peso ejerce una presión sobre todos los cuerpos que están en contacto con él, por lo que se le llama presión atmosférica.

La presión atmosférica varía con la altura, por lo que al nivel del mar tiene su máximo valor o presión normal equivalente a:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 29.9 \text{ inHg.}$$

La presión atmosférica no puede calcularse fácilmente, pero sí medirse con un barómetro. Torricelli fue el primero en construir un barómetro de mercurio en el año de 1642.

Presión manométrica: Es aquella que se mide por encima de la presión atmosférica. Los dispositivos para medir la presión manométrica se llama manómetros, por ejemplo, un manómetro de uso común es el de tubo abierto o manómetro de líquido, el cual tiene forma de "U"; generalmente contiene mercurio, pero si se requiere mayor sensibilidad puede contener agua o alcohol. Son utilizados para medir la presión en calderas, tanques de gas o cualquier recipiente a presión. (Jimenez Bernal, 2015)

Presión vacuo-métrica: Se mide por debajo de la presión atmosférica por lo que se le conoce como presión de vacío.

Presión absoluta y presión relativa: La presión relativa es tomada como punto de referencia a otro valor dado, por ejemplo, la mayoría de los instrumentos indican la presión relativa a la presión atmosférica, y en un sistema la presión relativa se refiere al vacío perfecto o presión cero, la presión relativa al vacío perfecto se le da el nombre de presión absoluta y esta puede ser manométrica o vacuo métrico. (Jimenez Bernal, 2015)

$$P_{\text{ABSOLUTA}} = P_{\text{ATMOSFERICA}} + P_{\text{RELATIVA}}$$

$$P_{\text{ABSOLUTA}} = P_{\text{ATMOSFERICA}} - P_{\text{VACUOMETRICA}}$$

$$P_{\text{ABSOLUTA}} = P_{\text{ATMOSFERICA}} + P_{\text{MANOMETRICA}}$$

Cuando la Presión en un sistema es menor que la presión atmosférica, la presión manométrica es negativa, pero se puede designar con un número positivo si se llama presión manométrica de vacío o vacuo métrica.

Concluyendo: La presión absoluta (psia) es la presión en libras por pulgada cuadrada, por arriba de un vacío completo. Presión manométrica (psig) es la presión en libras por pulgada cuadrada por arriba de la presión atmosférica normal de 14.696 psi,

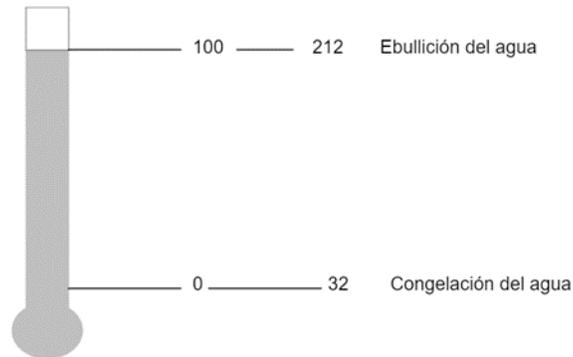
Reglas de la presión: La presión tiene ciertas reglas que es importante recordarlas para la solución de problemas de termodinámica, estas son:

- La presión es la misma en cada uno de sus puntos.
- La presión de un gas encerrado es la misma en todos los puntos que toca dicho gas.
- Dos puntos a la misma altura o profundidad de un mismo líquido conectados entre sí deberán soportar la misma presión.
- Un punto a mayor profundidad en un líquido soportará mayor presión que otro que se encuentra a menos profundidad.

2.2.6. Temperatura.

La siguiente figura nos muestra la construcción de un termómetro de mercurio donde se pueden apreciar las diferentes escalas con que se mide la temperatura.

Figura 6 Termómetro de Mercurio



Fuente: Autor

La escala de temperaturas adoptada por la conferencia de 1960 se basó en una temperatura fija, la del punto triple del agua. (Jimenez Bernal, 2015) El punto triple de una sustancia corresponde a la temperatura y presión a las que sus formas sólida, líquida y gaseosa están en equilibrio. Se asignó un valor de 273,16 K a la temperatura del punto triple del agua, mientras que el punto de congelación del agua a presión normal se tomó como 273,15 K, que equivalen exactamente a 0 °C en la escala de temperaturas de Celsius. La escala Celsius, o centígrada, toma su nombre del astrónomo sueco del siglo XVIII Anders Celsius, el primero en proponer la utilización de una escala en la que se dividiera en 100 grados el intervalo entre los puntos de congelación y ebullición del agua. Por acuerdo internacional la denominación grado Celsius ha sustituido oficialmente a la de grado centígrado. En términos generales se dice que la temperatura es una medición del calor que contienen los cuerpos, o más termodinámico, la temperatura nos mide el grado de movimiento que tienen las moléculas de un cuerpo.

2.2.7. Calor.

El calor es una forma de energía, una propiedad bien definida y medible de toda la materia. El total de calor depende del tipo y cantidad de sustancia. (Jimenez Bernal,

2015) El calor no puede destruirse, pero puede ser transferido de una sustancia caliente a otra más fría, basado en la ciencia de refrigeración.

Es la suma de la energía cinética de todas las moléculas, cuyo resultado es la ganancia o pérdida de energía interna; el calor es simplemente otra forma de energía que puede medirse sólo en función del efecto que produce. Existen 2 unidades para medir el calor:

- Caloría (cal). Corresponde al calor necesario para aumentar la temperatura de un gramo de agua en un grado Celsius.
- Unidad Térmica Británica (BTU). Es la cantidad de calor necesario para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua.

Capacidad calorífica: Es la relación existente entre la cantidad de calor de una sustancia y su correspondiente elevación de temperatura:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \quad (\text{ecuación 7})$$

La capacidad calorífica de una sustancia tiene un valor mayor si se lleva a cabo a presión constante, que, si se realiza a volumen constante, ya que al aplicar presión constante a una sustancia, ésta sufre un aumento en su volumen, lo que provoca una disminución en su temperatura y en consecuencia, necesitará más calor para elevarla.

A volumen constante, todo el calor suministrado a la sustancia pasa a aumentar la energía cinética de las moléculas, por tanto, la temperatura se incrementa con mayor facilidad.

Calor específico (Ce): El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una libra de esa sustancia, en un grado Fahrenheit. Puesto que se requiere 1Btu para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua, el calor específico del agua es 1. En otras palabras, es igual a la capacidad calorífica de dicha sustancia entre su masa:

$$C_e = \frac{C}{m}, \text{ (ecuación 8)}$$

Y Como:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \text{ (ecuación 9)}$$

Sustituyendo:

$$C_E = \frac{\Delta Q}{\Delta T m}, \text{ (ecuación 10)}$$

Por lo tanto:

$$Q = m C_e \Delta T \text{ (ecuación 11)}$$

En términos prácticos el Ce de una sustancia se define como la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado la temperatura de una masa unitaria de la sustancia. El Ce es como una inercia térmica, ya que representa la resistencia que una sustancia opone a los cambios de temperatura, por lo tanto, está en función de la temperatura y la presión.

Calor latente: El calor latente de fusión, es la cantidad de calor necesaria para hacer que una sustancia pase del estado sólido al líquido, normalmente se expresa en Btu por libra, el calor latente de evaporación, es la cantidad de calor necesaria para convertir una sustancia del estado líquido, al estado de vapor o gas y se expresa en Btu por libra, el calor latente de condensación es la cantidad de calor que debe quitarse a un vapor para convertirlo en líquido y es el mismo que el calor latente de evaporación. (Alvarado García, 2010)

Cuando solo se eleva su temperatura y su estado no se altera, una sustancia tendrá una capacidad relativamente pequeña para absorber calor en su punto de ebullición, una sustancia tiene su mayor capacidad para absorber calor, llamado calor latente de evaporación, puesto que al aumentar la presión se eleva el punto o temperatura de ebullición (temperatura a la que un líquido se evapora) y al disminuir la presión ese punto baja, era natural recurrir primero a una reducción de la presión por debajo de la atmosférica en los intentos por hacer que algunos de los líquidos mejor conocidos hirvieran a una temperatura lo suficientemente baja para producir enfriamiento artificial. En los términos más simples la energía, es la capacidad para desarrollar trabajos, puede existir en diversas formas tales como la energía térmica, mecánica, química o eléctrica y puede cambiarse de una forma a otra, por ejemplo la energía química almacenada en una batería se convierte en energía eléctrica que fluye por el circuito que enciende una lámpara (energía luminaria y energía térmica) o hacer girar un motor (energía mecánica), aunque puede ser cambiada de una forma a otra, la energía no puede crearse ni destruirse así que siempre se aplican las mismas relaciones de transformación de la energía.

La refrigeración, es el proceso de transferir calor de un área a otra, puesto que el calor es una de las formas más comunes de energía, (todas las otras formas de energía pueden convertirse eternamente en energía térmica), comprender bien algunas de las leyes físicas básicas de la energía, ayuda a comprender la

refrigeración independientemente de su forma o fuente, toda la energía que entra en un sistema de refrigeración debe al final estar balanceada con la que sale de él. En un sistema de circulación de salmuera, la energía eléctrica se convierte en energía mecánica en un motor, usada para impulsar una bomba de circulación, toda la energía mecánica que se usa para hacer circular la salmuera contra la fricción de la tubería para vencer la caída de presión, etc., se convierte en energía térmica, en un sistema que use ventiladores impulsados por motor para hacer circular el aire, la energía empleada para hacer funcionar los ventiladores se convierte íntegramente en energía térmica.

El gas refrigerante que fluye a través de una línea de succión, crea una pequeña cantidad de energía térmica, para superar la fricción de la tubería y para hacer que otro gas fluya por la misma, esto está representado por la caída de presión en la tubería y es proporcional a la velocidad del gas, las lámparas en cualquier espacio refrigerado, representan 3.4 btu de calor por cada watt de energía eléctrica consumida, estos no son sino unos cuantos ejemplos de la energía térmica que penetra en un sistema.

Hay que agregarlos al calor removido del aire o de otras sustancias que vayan a enfriarse, se sabe que todos los cuerpos están constituidos por un gran número de pequeñas partículas denominadas moléculas, las moléculas en constante movimiento, vibrando de un lado a otro, cuanto más rápido se muevan, más caliente estará el cuerpo en la escala de Fahrenheit, 459.8 °F bajo cero (-460 °F), y se conoce como el cero absoluto, en la escala Celsius el cero absoluto está a 273.2°C en este punto no existe absolutamente vibración de las moléculas.

En consecuencia, no hay calor, de acuerdo con la teoría cinética del calor, los fenómenos del calor son el resultado de la energía vibratoria de las moléculas de cualquier sustancia, en la medida en que se agrega calor a una sustancia, se

produce el que las moléculas se muevan más rápidamente conforme el contenido de calor y la temperatura suben, si se añade suficiente calor.

La actividad molecular aumenta hasta que hace que el hielo se convierte en agua, si se continúa agregando calor al líquido, la temperatura y la actividad molecular siguen aumentando, hasta alcanzar el punto de ebullición, la gran cantidad de calor que se necesita para iniciar esta acción de ebullición (o la conservación de un líquido en vapor) es el calor latente de evaporación, ésta es la base de la refrigeración mecánica.

Todos los líquidos tienen un punto de ebullición determinado para una presión determinada, en otras palabras todos los fluidos se comportan como el agua, que cuando se encuentran en estado líquido se evapora tan pronto como se le agrega calor, y como el agua, si se hallan en estado de vapor se condensan al quitárseles calor a una temperatura conocida como temperatura de saturación, en consecuencia la temperatura de saturación de cualquier fluido depende de la presión sobre él, si la presión aumenta, aumentará también el punto de ebullición, si la presión disminuye, el punto de ebullición bajará.

Cambio de fase: Un cambio de fase es cuando la materia pasa de un estado a otro, la fase de la materia depende de su temperatura y de la presión que se ejerce sobre ella. En los cambios de fase se produce normalmente una transferencia de energía.

- Prueba de circuito.
- Evaporación. Cambio de fase de líquido a gas que se lleva a cabo en la superficie del líquido. Es considerado como un proceso de enfriamiento.
- Condensación. Es la transformación de un gas a líquido. Este cambio de fase sucede en un proceso de calentamiento.

- **Ebullición.** Es el cambio de fase que ocurre en cualquier región del líquido y se forma burbujas de gas.

Calor sensible: El calor sensible, es el calor que se agrega o se quita a una sustancia y que puede medirse por medio de un cambio en la temperatura de este. El calor latente es el calor que se agrega o se quita a una sustancia para producir un cambio de estado sin cambio de temperatura. Todas las sustancias pueden existir en tres diferentes condiciones o estados; sólido, líquido y gaseoso o de vapor. Es aquel que, al ser suministrado a una sustancia, esta eleva su temperatura, sin que exista un cambio de fase.

$$\Delta U = Q - W \quad (\text{ecuación 12})$$

2.2.8. Ciclo de Carnot.

Un ciclo es un conjunto de procesos que sufre una sustancia cambiando sus condiciones en diversas maneras hasta llegar a un estado comparable al estado inicial.

El físico Francés N. Leonar Sadi Carnot (1796-1983) ideó y analizó un ciclo formado por cuatro procesos, dos isotérmicos reversibles y dos adiabáticos reversibles, el cual se le conoce como ciclo de Carnot.

Existen dos proposiciones relacionadas con la eficiencia del Ciclo de Carnot:

- “Es imposible construir una máquina que este entre dos depósitos térmicos dados, que tenga mayor o igual eficiencia que una máquina reversible que opere entre los mismos depósitos.”
- “Todas las máquinas que operan con el ciclo de Carnot entre dos depósitos térmicos tienen la misma eficiencia”.

Por lo tanto, el Ciclo de Carnot, se considera un ciclo reversible (ideal) y todas las máquinas reales son irreversibles, por lo tanto:

Para una máquina térmica: $\eta_{\text{real}} < \eta_{\text{carnot}}$

Para un refrigerador: $\beta_{\text{R real}} < \beta_{\text{R carnot}}$

Para un calefactor: $\beta_{\text{C real}} < \beta_{\text{C carnot}}$

En el análisis termodinámico se usa ampliamente el criterio de Carnot (Ciclo de Carnot) como una norma de comparación contra el rendimiento de una máquina generadora de energía (turbina o motor). Para efectos de comparación con el criterio de Carnot, se considera al sistema ideal de refrigeración constituido como una máquina de calor invertido o bomba térmica.

El criterio en esta forma convencional presupone dos niveles de temperatura constante para cambio de calor y dos procesos adiabáticos reversibles, para ninguno de los cuales es posible su realización completa. No obstante, se presenta aquí por la importancia que tienen como una medida del rendimiento máximo.

La eficiencia de Carnot para una máquina térmica esta expresada como:

$$\eta = \frac{Q_c - Q_r}{Q_c} = \frac{T_c - T_r}{T_c} \quad (\text{ecuación 13})$$

Donde:

T_c = Temperatura mayor del sistema.

Q_c = Calor intercambiado a T_c

T_r = Temperatura menor en el sistema.

Q_r = Calor intercambiado a T_r .

Los valores de Q_c y Q_r pueden expresarse en cualesquier unidades consistentes y T_c y T_r están expresadas en grados absolutos, grados Fahrenheit + 460 = grados Rankine.

El ciclo puede mostrarse ventajosamente, en un plano temperatura-entropía. Este plano es muy conveniente para la representación, ya que en este plano las áreas representan magnitudes de intercambio de calor.

En la siguiente ilustración para una máquina térmica, el calor agregado (Q_c) desde 2 a 3 está representado por el área a 2 3 b, y la trayectoria de la expansión adiabática reversible con caída de temperatura de T_c a T_r está mostrada de 3 a 4 (no por un área).

El calor rechazado (Q_r) está representado por el área 4 b a 1. La trayectoria de 1 a 2 representa la compresión adiabática-reversible de la temperatura T_r a T_c . En un ciclo de potencia el trabajo producido (W) es igual a la diferencia entre el calor agregado y el calor rechazado, o

$$W=Q_c - Q_r \text{ (ecuación 14)}$$

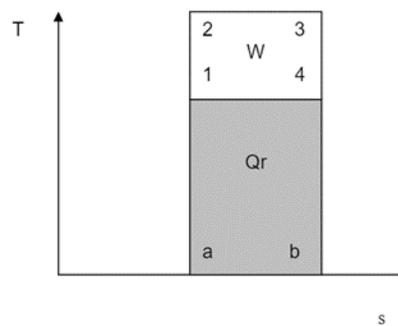
En consecuencia, el área de trabajo es 1 2 3 4.

Para refrigeración el proceso es invertido; se agrega calor a la temperatura más baja T_r en la cantidad Q_r , está representado por el área 1 4 b a. La temperatura del ciclo es elevada por la compresión siguiendo la trayectoria 4 a 3. El calor es rechazado a la temperatura máxima T_c en una cantidad igual a Q_c y está representado por el área: 3, 2, a, b.

El trabajo que debe ser proporcionado por una fuente externa es $-(Q_r - Q_c)$ y está representado por el área; 3, 2, 1, 4.

Para los sistemas de refrigeración (bomba térmica), la eficiencia convencional tiene significado, siendo conveniente introducir el término coeficiente de economía (CP).

Figura 7 Ciclo Ideal de Carnot



Fuente: Autor

Ilustración 4. Esta ilustración nos el ciclo ideal de Carnot para potencia o refrigeración.

El coeficiente de economía para cualquier sistema de refrigeración sea ideal o real, está expresado como la refrigeración producida, dividida por el trabajo necesario para producirla. Así:

$$CP = \frac{Q_r}{W} \quad (\text{ecuación 15})$$

En base de Carnot (ideal) aparece como:

$$CP = \frac{Q_r}{Q_c - Q_r} \quad (\text{ecuación 16})$$

Cualesquier unidades de energía consistentes, se pueden usar para Qc y Qr, y W puede estar en BTU más comúnmente en BTU por libra.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El proyecto de investigación se realizó aplicando procesos de tipo cuantitativo, y descriptivo. Primero se identificó los tipos de equipos de refrigeración que se tenían y posteriormente se procedió a detallar de acuerdo a manuales, la información técnica relacionada a cada tipo de equipo. Finalmente, con los formatos diseñados, se procedió a diligenciar las fichas técnicas a cada uno, acompañado de la observación para obtener un conocimiento directo de toda la situación en estudio y poder desarrollar el diagnostico de los materiales. (Sacristán, 2002)

Figura 8 Fases del Proyecto



Fuente: Autor

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. REVISION BIBLIOGRAFICA.

Se tomaron como bases principales para la realización del proyecto de grado, distintos manuales de autónomos diseñados a distintos equipos de refrigeración tanto como comerciales e industriales, y ver de manera clara y detallada la caracterización de equipos en el comercio y poder precisar más en la información que será suministrada al Instituto Politécnico de Bucaramanga.

También se tuvo en cuenta distintas páginas web de comercializadoras de productos de refrigeración que utilizan estos tipos de equipos para colocar sus productos a la venta del público, donde describen recomendaciones del cuidado básico que se deben tener con estos tipos de equipos al momento de manipularlos.

En el marco referencial se accedió a numerosas fórmulas de termodinámica y refrigeración, principios básicos de electricidad, para poder llegar a establecer la información más clara de los posibles errores en los equipos de refrigeración.

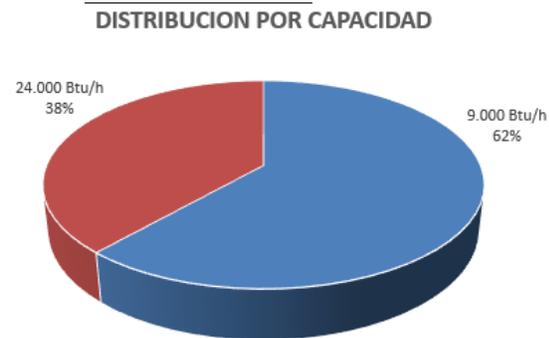
4.2. ESTABLECIMIENTO DE TIPOS DE EQUIPOS.

Para establecer y caracterizar los tipos de equipos que se entregaran en el manual de cuidado básico de equipos de refrigeración del Instituto Politécnico, se procedió a visitar las instalaciones del Instituto, acompañado por personal encargado y conocedor de las instalaciones y recursos del Instituto, para tomar referencias fotográficas de cada equipo que poseen en el Instituto y detallar su posición y su función en el Instituto, después de eso se procedió a caracterizar los equipos de refrigeración en grupos tales como:

4.2.1. Equipos de Aire Acondicionado

Se identificaron en total once (11) aires acondicionados distribuidos así:

Marca	9.0000 [Btu/h]	24.000 [Btu/h]
LG	4	4
Ecox	2	
Otro		1
Sub totales	6	5
TOTAL	6	5



En el anexo 9.1. Se detallan algunos de los equipos caracterizados, el total se encuentran en un anexo electrónico ubicado en el repositorio de las unidades..

4.2.2. Neveras.

Se identificaron en total cuatro (4) neveras distribuidas así:

Productos fríos	3	(1 es administrado por empresa privada de gaseosas)
Productos no refrigerados	1	(Administrado por empresa privada)

En el anexo 9.2. Se detallan los equipos.

4.3. DEFINICION DE ACTIVIDADES.

Para desarrollo de la definición de actividades, se tuvo en cuenta la teoría referenciada y conocimientos adquiridos durante mi formación profesional como tecnólogo (termodinámica, refrigeración e instrumentación, entre otros), así como las visitas realizadas a las instalaciones del instituto, coordinadas previamente con el director y la rectora del colegio.

Mediante registros fotográficos de los equipos allí presentes, se procede a identificar los tipos de equipos y sus datos técnicos en particular y con base en esta información, más lo indicado en los manuales e información relacionada con el proyecto, se procedió a definir a cada tipo, la información requerida para la respectiva caracterización, siempre teniendo en cuenta lo sugerido por la norma ISO14224. Seguidamente y como resultado de la caracterización, queda establecido las diferentes actividades para cada tipo de equipo dando paso al desarrollo de los respectivos formatos y manuales requeridos para la estrategia de mantenimiento relacionada con el cuidado básico de equipos. En los respectivos autónomos y manual de mantenimiento se establece las respectivas actividades.

4.4. DESARROLLO DE INSTRUCTIVOS.

A continuación, se construye un formato para la información técnica por tipo de equipos y su respectivo autónomo.

La ficha técnica o la hoja de vida de los equipos, nos permite determinar la identificación de un equipo, permitiendo así especificar las características generales del mismo; facilitando la ejecución del inventario de una manera más organizada.

Figura 9 Ficha técnica de caracterización de un equipo

uts Unidades Tecnológicas de Santander

INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA PÁGINA ## DE ## VERSIÓN: 1.0
FORMATO DE CARACTERIZACIÓN DE _____

R-IL-30-1		Versión 01	
Facultad:	CNI <input checked="" type="checkbox"/>	CSE <input type="checkbox"/>	Programa: Ingeniería Electromecánica
FOTOGRAFÍA			
DATOS GENERALES			
Código Equipo:		Nombre:	
Marca:		Modelo:	
Fecha de Compra:		Fecha de Instalación:	
Consecutivo:		Centro de costos (CECO):	
Número de serie:		Número de Inventario:	
Valor Compra:		Responsable del Activo:	
UBICACIÓN		Nivel 1: Nivel 2: Nivel 3:	
DATOS ELECTRICOS			
PARAMETROS OPERACIONALES			
DIMENSIONES (mm)			
RESOLUCIÓN DEL DISPLAY			
Voltaje:		Corriente:	
Número de Dígitos:		Exactitud (%+#Dígitos):	
Display:		Error Seguimiento (%+mV):	
Color del Led:			
PARAMETROS DE SALIDAS			
DATOS ELECTRICOS		CONDICIONES AMBIENTALES	

Fuente: autor

Estas contienen las siguientes descripciones, dándoles un mejor orden a la información:

Equipo: Nombre del equipo

Serial: combinación de números y letras para identificar un objeto en particular dentro de una gran cantidad de estos

Ubicación: sitio en donde encontramos el equipo a describir, permitiendo que la realización del plan de mantenimiento sea lo más concisa posible.

Responsable del equipo: encargado del correcto funcionamiento de los quipos.

Numero de inventario: código que identifica cada objeto de manera única y no podrá ser reasignado a otro objeto.

Proveedor: Es el encargado de abastecer todo tipo de equipos a reemplazar o solicitados a la universidad.

Marca: distintivo que permite distinguirse de otras marcas.

Modelo: constituye un elemento de clasificación de productos que se crean industrialmente.

Código equipo: establece que clase y categoría es un equipo.

Fecha de adquisición: fecha en la que se adquiere un equipo.

Fecha de instalación: fecha cuando un equipo es puesto en marcha.

Valor de compra: costó del equipo adquirido.

Para la sección de Parámetros Operativos y acorde a consultas realizadas con personal competente en esta línea de tipo de equipos, se establecieron los siguientes datos como los parámetros a caracterizar:

- Voltaje.
- Corriente.
- Presión.
- Capacidad de enfriamiento.
- Consumo.
- Refrigerante.
- Garantía.
- Potencia.
- Protección de voltaje.
- Dimensiones (alto, ancho y profundidad)
- Peso.

El **AUTÓNOMO** de los equipos es un formato individual para que la persona encargada del equipo pueda acceder fácilmente a la identificación de sus partes y

que pueda realizar una limpieza o un mantenimiento preventivo muy sencillo pero que nos ayuda a conservar la vida útil de nuestro equipo

Localización: ilustración del equipo para obtener de manera clara la ubicación del equipo y en que parte de las instalaciones se encuentra ubicado

Figura 10 Autónomo de equipos

S	ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO (Limpieza, Chequeo y Lubricación)										
	ORGANIZAR, ORDENAR, LIMPIAR, ESTANDARIZAR LA LIMPIEZA, DISCIPLINA (5s)										
	Localización	Unidad de aire acondicionado									
	Pieza	Estándar	Método	Herramienta	Acción en caso Anormal	Tiempo (min)	INTERVALO			Respons.	
							D	S	M		

Fuente: autor

Pieza: se especifican las piezas que tiene el equipo en un listado

Estándar: es la manera correcta y adecuada de mantener el equipo, de forma limpia o de forma despejada de superficies u obstrucciones

Método: Es la detección que se puede obtener de la pieza del equipo ya sea de manera visual o manual

Herramienta: Es el artefacto que podemos utilizar en la pieza para realizar su mantenimiento o limpieza para tenerlo en condiciones optimas

Acción en caso anormal: es cuando en la detección de la falla se sale de las capacidades de la persona encargada del equipo, si se debe informar a

mantenimiento o se puede acceder a intervenir siguiendo el manual de cuidado básico de equipos de refrigeración

Tiempo: tiempo límite en el que al ver la falla u avería se debe intervenir

Responsable: la información oportuna a mantenimiento

A continuación, presentamos dos ejemplos de formatos de caracterización autónomo debidamente diligenciados. Los formatos completos, se entregan digitalmente al colegio y a la Unidades Tecnológicas de Santander.

Figura 11 Autónomo Nevera

Instituto Politecnico									
ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO (Limpieza, Chequeo y Lubricación)									
ORGANIZAR, ORDENAR, LIMPIAR, ESTANDARIZAR LA LIMPIEZA, DISCIPLINA (5s)									
Localización		Neveras							
Pieza	Estándar	Método	Herramienta	Acción en caso Anormal	Tiempo (min)	INTERVALO			Respons.
						D	S	M	
1. evaporador principal	Debe permanecer limpio, sin residuos sólidos		waypall humedo	Informar a Mantenimiento	3	X			Colaborador del equipo
2. fluido refrigerante	debe estar siempre con adecuada carga de refrigerante		refrigerante r134	Informar a Mantenimiento	2	X			Colaborador del equipo
3. linea de descarga	no debe tener restos de comida o líquidos Limpiar con ayuda de una escobilla		escobilla	Informar a Mantenimiento	2	X			Colaborador del equipo
4. condensador	verificar no este sobrecalentado Limpiar con la ayuda de un trapo		waypall humedo	Informar a Mantenimiento	3	X			Colaborador del equipo
5. Sensor de temperater	El indicador de led debe estar encendido		No aplica	Informar a Mantenimiento	2	X			Colaborador del equipo
6. Pael	Revisar que el panel led este encendido arrojando una temperatura en grados		No aplica	Informar a Mantenimiento	2		X		Colaborador del equipo
<p>Precauciones e Instrucciones Generales</p> <p>En caso de presentarse alguna anomalia, informar al jefe de grupo y/o a Mantenimiento por medio de un aviso. Asegúrese que la máquina esté apagada antes de realizar el mantenimiento. No dejar humedad en el tablero, daña las partes eléctricas. No usar disolvente que pueda dañar la pintura Prestar atención a ruidos anormales o partes flojas en la máquina e infórmelas al jefe de grupo. Limpiar la máquina con bayetilla y aspiradora, no utilizar aire comprimido.</p>				<p> Inspeccion visual</p> <p> Realizar accion</p> <p> Inspeccion</p>					

Fuente: Autor

Figura 12 Aire Acondicionado Sala de lenguas

R-IL-30-1					Versión 01	
Facultad:	CNI	<input checked="" type="checkbox"/>	CSE	<input type="checkbox"/>	Programa:	Tecnología en operación y mantenimiento electromecánica



DATOS GENERALES

Código Equipo:	G242CA	Nombre:	AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT
Marca:	LG	Modelo:	G242CA
Fecha de Compra:	10/01/2014	Fecha de Instalación:	10/01/2014
Valor Compra:	\$ 1 120 000	Responsable del Activo:	RECTORIA COLEGIO
UBICACIÓN	SALA BILINGUISMO	ENFERMERIA	PAGADURIA
		Rectoria	Cafeteria
			Secretaria

PARAMETROS OPERACIONALES

DATOS ELECTRICOS

FABRICACION	MADE IN CHINA
VOLTAJE	220 Vac
CORRIENTE	10,4 A
PRESION:	4,2 Mpa MAX
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	24 000 [Btu/h]
CONSUMO	2 300 W
REFRIGERANTE	R22 1,16 Kg
GARANTIA	1 AÑO
POTENCIA	5 000 W
PROTECCION DE VOLTAJE	SI

DIMENSIONES (mm)

Altura	308 mm
Anchura	837 mm
Profundidad	189 mm
Peso (Kg):	16 Kg

PARAMETROS DE SALIDAS

DATOS ELECTRICOS

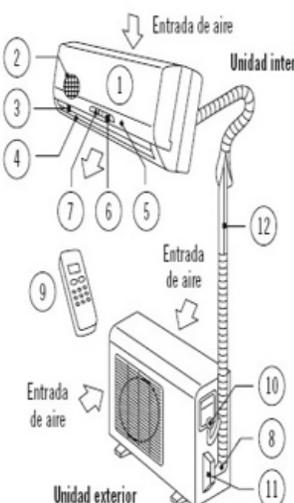
Tension de salida (V):	
Corriente de salida (A):	
Rango de frecuencia de operación (Hz):	Min. 50 HZ Max. 60 HZ
Grado de protección	IP20

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura almacenamiento	-10°C ... 50°C
Temperatura operación	-40°C ... 70°C
Humedad relativa	95%

Fuente Autor

Figura 13 Autónomo Aire Acondicionado

 Instituto Politecnico		ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO (Limpieza, Chequeo y Lubricación)									
		ORGANIZAR, ORDENAR, LIMPIAR, ESTANDARIZAR LA LIMPIEZA, DISCIPLINA (5s)									
Localización		Unidad de aire acondicionado				Acción en caso Anormal	Tiempo (min)	INTERVALO			Respons.
		Pieza	Estándar	Método	Herramienta			D	S	M	
1. Panel frontal 2. Filtro de aire (debajo del panel frontal) 3. Parrilla de flujo de aire horizontal 4. Parrilla de flujo de aire vertical 5. Sensor de temperatura (dentro de la unidad interior) 6. Panel 7. Receptor de señal infrarroja 8. Conector del gas refrigerante 9. Control remoto 10. Cable de conexión 11. Válvula de detección 12. Manguera de drenaje y tubo de conexión del refrigerante		1. Panel frontal	Debe permanecer limpio, sin residuos sólidos	 	woypall humedo	Informar a Mantenimiento	3	X			Colaborador del equipo
		2. Filtro de aire	Limpia Verificar su estado	 	Bayetilla y/o estopa	Informar a Mantenimiento	2	X			Colaborador del equipo
		3. Parrilla de flujo de aire horizontal	Revisar si ninguna rejilla se encuentra obstruida por suciedad Limpiar con ayuda de una escobilla	 	escobilla	Informar a Mantenimiento	2		X		Colaborador del equipo
		4. Parrilla de flujo de aire vertical	Revisar que ninguna rejilla se encuentra obstruida por suciedad Limpiar con la ayuda de una escobilla	 	escobilla	Informar a Mantenimiento	3	X			Colaborador del equipo
		Sensor de temperatura	El indicador de led debe estar encendido		No aplica	Informar a Mantenimiento	2	X			Colaborador del equipo
		6. Panel	Revisar que el panel led este encendido arrojando una temperatura en grados	 	No aplica	Informar a Mantenimiento	2	X			Colaborador del equipo
Precauciones e Instrucciones Generales En caso de presentarse alguna anomalía, informar al jefe de grupo y/o a Mantenimiento por medio de un aviso. Asegúrese que la máquina esté apagada antes de realizar el mantenimiento. No dejar humedad en el tablero, dañe las partes eléctricas. No usar disolvente que pueda dañar la pintura. Prestar atención a ruidos anormales o partes flojas en la máquina e infórmelos al jefe de grupo. Limpiar la máquina con bayetilla y aspiradora, no utilizar aire comprimido.										 Inspeccion visual  Realizar accion  Inspeccion	

Fuente: Autor

En anexo digital se recopila todas las fichas técnicas de la caracterización de los equipos, así como sus respectivos autónomos.

4.5. DIVULGACIÓN DE MANUALES.

En la fase del desarrollo de instructivos se realizó capacitación al personal seleccionado por la rectoría. Para este caso fueron seleccionadas tres (3) funcionarios de la institución, los cuales se encargarán de liderar el proceso de divulgación y ejecución de las respectivas tareas que acompañan el cuidado básico de equipos.

Figura 14 Capacitación



Fuente Autor

Igualmente se entrega un manual físico y digital que contiene tanto las hojas técnicas de cada equipo, así como los respectivos formatos de autónomos. Igualmente queda de soporte los documentos cargados en el repositorio de la universidad.

Figura 15 Entrega de Material



Fuente: Autor

Figura 16 Listado de Asistencia Capacitación BEC

EXTENSIÓN INSTITUCIONAL										PÁGINA: 1 DE: 1		
REGISTRO ASISTENCIA ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN INSTITUCIONAL										VERSIÓN: 5.0		
DIPLOMADO	SEMINARIO	TALLER	CURSO	CONFERENCIA	FORO	PROYECTO SOCIAL	WEBINAR	OTRO				
NOMBRE DEL EVENTO		LUGAR DEL EVENTO		FECHA INICIO		FECHA FIN		HORA				
DOCENTE ORIENTADOR												
Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	CÉDULA	CELULAR	CORREO ELECTRÓNICO	PROGRAMA ACADÉMICO	FIRMA	TIPO DE VINCULACIÓN					
							ES	GDO	DOC	EX		
1	Jairo F. Gonzalez	13512737	3158479869	j.fgonzalez@gmail.com		[Firma]						
2	Flore Alba Guadalupe	6328061	300368203	casadiego251@hotmail.com		[Firma]						
3	Argemiro Alvarado	13354877	3158483508	arvilleg2015@gmail.com		[Firma]						
4	Carlos Gonzalez	91151518	3115715592	car.gonzalez@yahoo.com		[Firma]						
5	Julian Pedraza	1098775490	3182278295	Julian.pedraza.gomez@gmail.com		[Firma]						
6	Octavio Elean	91157079	3158223491	Octavio@conexohut	Elect.	[Firma]						
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

Al diligenciar este documento, autorizo de manera previa, expresa e inequívoca a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER a dar tratamiento de mis datos personales aquí consignados, incluyendo el consentimiento explícito para tratar datos sensibles aun conociendo la posibilidad de oponerme a ello, conforme a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información publicada en www.uts.edu.co y/o en Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas, que declaro conocer y estar informado que en ella se presentan los derechos que me otorgan como titular y los canales de atención donde ejercerlos.

ELABORADO POR: Extensión Institucional
REVISADO POR: Soporte al Sistema Integrado de Gestión UTS
APROBADO POR: Representante de la Dirección
FECHA APROBACIÓN: Septiembre de 2021

Fuente Autor

5. RESULTADOS

Una vez finalizado el proyecto se han logrado varios resultados, siendo quizás uno de los más importantes, el introducir al personal administrativo de la institución la cultura del autocuidado en los equipos de refrigeración y de cómo desde la realización de rutinas de mantenimiento como lo es el autónomo, influyen en el mejoramiento de la vida útil de los respectivos equipos y forman parte del equipo mantenedor de los mismos.

A nivel de detalle se resumen los siguientes alcances logrados.

- Contar con un inventario actualizado de sus equipos de refrigeración, con una hoja de vida acorde a normas internacionales, en este caso la ISO 14224.
- Adquirir el conocimiento de una rutina para los equipos de refrigeración, que puedan realizar como operadores de éstos, a través de la aplicación de una herramienta conocida como el Autónomo para mantenimiento y que forma parte de los pilares de la metodología Mantenimiento Total Productivo -TPM.
- Entrenar personal administrativo para la realización del mantenimiento primario a los equipos de refrigeración, mediante la ejecución de los autónomos de mantenimiento.

6. CONCLUSIONES

A partir del trabajo de grado se concluye lo siguiente:

- Se fortalece el vínculo de las dos instituciones, (Unidades Tecnológicas De Santander y Instituto Politécnico De Bucaramanga) para futuros proyectos de grado y demás colaboraciones. Dejando en evidencia una vez más el compromiso desde su Misión, que tiene las Unidades Tecnológicas respecto a contribuir al desarrollo socioeconómico con la sociedad.
- Aportar en la formación del portafolio académico que se impulsa desde la coordinación del programa y que se lidera desde el semillero GAOM, el cual consiste en armar un programa integral de servicios que sean ofrecidos a instituciones educativas (Diseño de sistemas de suministro energéticos, mediante el aprovechamiento de los recurso renovables, Kit ´s educativos de aprendizaje del aprovechamiento de las energías renovables y la implementación del cuidado básico de equipos de refrigeración por parte del personal administrativo).

7. RECOMENDACIONES

La mayor recomendación que se entregara a la institución es que el manual sea distribuido respetando los derechos de autor y sea de uno único y exclusivo de las instalaciones del Instituto Politécnico de Bucaramanga, ya que fue en base de sus equipos que se realizó dicho manual, también que la información transmitida sea compartida de manera técnica a las personas que en futuras generaciones se vaya a entregar.

Igualmente se recomienda aprovechar la dinámica que se inicia con estos primeros autónomos, para que a medida que se vayan dotando de nuevos equipos; la misma institución desde el personal administrativo y de ser posible vincular a los estudiantes, desarrollen el autónomo para estos.

Finalmente, buscar a través del vínculo que en este momento se ha logrado alcanzar entre la Institución y las Unidades Tecnológicas de Santander, identificar otros espacios de desarrollo de proyectos que generen beneficios mutuos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreño Quitian, A. E. (2019). Manual de Cuidado Básico de Equipos ... Piedecuesta.
- Carola, G. S. (2019). Mantenimiento Total Productivo. Una visión global. U.L.P.G.C.
- Castellanos Suarez, E. J. (2019). Manual de Cuidado Básico de Equipos del laboratorio de Fenómenos Interfaciales y Evaluación de Hidrocarburos FIEH. Piedecuesta.
- Clavijo Ríos, L. M., & Rodríguez Escobar, M. (2003). Propuesta mantenimiento autónomo TPM e implementación de "limpieza e inspección" en línea No. 3 Meals de Colombia S. A. Colombia.
- Gómez Santos, C. (2019). Mantenimiento Total Productivo. Una visión productiva. ULPGC.
- González González, J. D. (2019). Manual de Cuidado Básico de Equipos del Laboratorio PVT. Piedecuesta.
- Loyola Espinosa, E. (2018). Aplicación de los pilares del TPM en la línea de producción de envases de hojalata enfocados en el mantenimiento preventivo y autónomo para incrementar la productividad en la empresa METALPREN S.A. Lima.
- Ordoñez Cano, J. D. (2019). Manual de Cuidado Básico de Equipos para el laboratorio de Sistemas Geológicos. Piedecuesta.
- Portafolio. (30 de Julio de 2020). La educación se mantiene en la cima del presupuesto. Portafolio, pág. Sección Economía.
- Sacristán, F. R. (2002). Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. FC Editorial.
- Toapanta Castro, J. C. (2015). Mejoramiento de la producción de la Empresa Migplas de la ciudad de Guayaquil en el área de extrusión aplicando plan de mantenimiento autónomo basado en la Filosofía TPM. Guayaquil-Ecuador.

Velazco Ortiz, B. L. (2019). Manual de Cuidado Básico de Equipos del Laboratorio de Aguas y Suelos. Piedecuesta.

Villabona Niño, Y. C. (2019). Manual de Cuidado Básico de Equipos de Laboratorio de Biotecnología. Piedecuesta.

9. ANEXOS

9.1. REGISTROS DE AIRES ACONDICIONADOS

Figura 17 Aire acondicionado secretaria



Fuente: Autor

Figura 18 Aire acondicionado oficinas varios



Fuente: Autor

Figura 19 Aire acondicionado biblioteca



Fuente: Autor

Figura 20 Aire acondicionado rectoría



Fuente: Autor

Figura 21 Aire acondicionado sala de música



Fuente: Autor

Figura 22 Aire acondicionado sala de audiovisuales



Fuente: Autor

Figura 23 Aire acondicionado sala de enfermería



Fuente: Autor

Figura 24 Aire acondicionado sala de la coordinación



Fuente: Autor

Figura 25 Aire acondicionado salón 1



Fuente: Autor

Figura 26 Aire acondicionado salón 2



Fuente: Autor

Figura 27 Aire acondicionado Recepción



Fuente: Autor

9.2. REGISTROS DE NEVERAS

Figura 28 Neveras uso personal de limpieza



Fuente: Autor

Figura 29 Neveras cafetería



Fuente: Autor

Figura 30 Neveras comedor



Fuente: Autor

Figura 31 Neveras dispensadora de productos



Fuente: Autor

9.3. DETALLES TECNICOS EQUIPOS

Figura 32 Aire Acondicionado Sala de lenguas

R-IL-30-1				Versión 01	
Facultad:	CNI	<input checked="" type="checkbox"/>	CSE	<input type="checkbox"/>	Programa: Tecnología en operación y mantenimiento electromecánica

FOTOGRAFÍA			
			

DATOS GENERALES			
Código Equipo:	G242CA	Nombre:	AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT
Marca:	LG	Modelo:	G242CA
Fecha de Compra:	10/01/2014	Fecha de Instalación:	10/01/2014
Valor Compra:	\$ 1 120 000	Responsable del Activo:	RECTORIA COLEGIO
UBICACIÓN	SALA BILINGUISMO	ENFERMERIA	PAGADURIA
		Rectoria	Cafeteria
			Secretaria

PARAMETROS OPERACIONALES	
DATOS ELECTRICOS	
FABRICACION	MADE IN CHINA
VOLTAJE	220 Vac
CORRIENTE	10,4 A
PRESION:	4,2 Mpa MAX
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	24 000 [Btu/h]
CONSUMO	2 300 W
REFRIGERANTE	R22 1,16 Kg
GARANTIA	1 AÑO
POTENCIA	5 000 W
PROTECCION DE VOLTAJE	SI

DIMENSIONES (mm)	
Altura	308 mm
Anchura	837 mm
Profundidad	189 mm
Peso (Kg):	16 Kg

PARAMETROS DE SALIDAS		
DATOS ELECTRICOS		
Tension de salida (V):		
Corriente de salida (A):		
Rango de frecuencia	Mín.	50 HZ
de operación (Hz):	Max.	60 HZ
Grado de proteccion		IP20

CONDICIONES AMBIENTALES	
Temperatura almacenamiento	-10°C ... 50°C
Temperatura operación	-40°C ... 70°C
Humedad relativa	95%

Fuente Autor

Figura 33 Aire Acondicionado de Rectoría

R-IL-30-1						Versión 01	
Facultad:	CNI	<input checked="" type="checkbox"/>	CSE	<input type="checkbox"/>	Programa:	Tecnología en operación y mantenimiento electromecánica	

FOTOGRAFÍA		DATOS GENERALES					
		Código Equipo:	VM242C7		Nombre:	AIRE ACONDICIONADO INVERTER	
		Marca:	LG		Modelo:	VM242C7	
		Fecha de Compra:	10/01/2019		Fecha de Instalación:	10/01/2019	
		Valor Compra:	\$1 797 900		Responsable del Activo:	RECTORIA COLEGIO	
UBICACIÓN		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Rectoría	Cafeteria	Secretaría

PARAMETROS OPERACIONALES	
DATOS ELECTRICOS	
FABRICACION	MADE IN CHINA
VOLTAJE	220 Vac
CORRIENTE	8,2 A
PRESION:	4,2 Mpa MAX
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	24 000 [Btu/h]
CONSUMO	1 980 W
REFRIGERANTE	R410A
GARANTIA	1 AÑO
POTENCIA	6 445 W
PROTECCION DE VOLTAJE	SI
DIMENSIONES (mm)	
Altura	330 mm
Anchura	998 mm
Profundidad	210 mm
Peso (Kg):	14,6 Kg

PARAMETROS DE SALIDAS			
DATOS ELECTRICOS			
Tension de salida (V):			
Corriente de salida (A):			
Rango de frecuencia de operación (Hz):	Min.	50 HZ	
	Max.	60 HZ	
Grado de proteccion		IP20	
CONDICIONES AMBIENTALES			
Temperatura almacenamiento		-10°C ... 50°C	
Temperatura operación		-40°C ... 70°C	
Humedad relativa		95%	

Fuente: Autor

Figura 34 Aire Acondicionado de Secretaría

R-IL-30-1						Versión 01	
Facultad:	CNI	<input checked="" type="checkbox"/>	CSE	<input type="checkbox"/>	Programa:	Tecnología en operación y mantenimiento electromecánica	

FOTOGRAFÍA		DATOS GENERALES					
		Código Equipo:	S082CG		Nombre:	AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT	
		Marca:	LG		Modelo:	S082CG	
		Fecha de Compra:	10/01/2014		Fecha de Instalación:	10/01/2014	
		Valor Compra:	\$ 1 120 000		Responsable del Activo:	RECTORIA COLEGIO	
UBICACIÓN		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Rectoría	Cafetería	Secretaría

PARAMETROS OPERACIONALES	
DATOS ELECTRICOS	
FABRICACION	MADE IN CHINA
VOLTAJE	220 Vac
CORRIENTE	4,1 A
PRESION:	4,2 Mpa MAX
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	9 000 [Btu/h]
CONSUMO	800 W
REFRIGERANTE	R22 0,56 Kg
GARANTIA	1 AÑO
POTENCIA	5 000 W
PROTECCION DE VOLTAJE	SI

DIMENSIONES (mm)	
Altura	308 mm
Anchura	837 mm
Profundidad	189 mm

Peso (Kg):	12,2 Kg
------------	---------

PARAMETROS DE SALIDAS	
DATOS ELECTRICOS	
Tension de salida (V):	
Corriente de salida (A):	
Rango de frecuencia de operación (Hz):	Min. 50 HZ Max. 60 HZ
Grado de protección	IP20

CONDICIONES AMBIENTALES	
Temperatura almacenamiento	-10°C ... 50°C
Temperatura operación	-40°C ... 70°C
Humedad relativa	95%

Fuente Autor

Figura 35 Aire Condicionado Enfermería

R-IL-30-1						Versión 01	
Facultad:	CNI	<input checked="" type="checkbox"/>	CSE	<input type="checkbox"/>	Programa:	Tecnología en operación y mantenimiento electromecánica	

FOTOGRAFÍA			
			

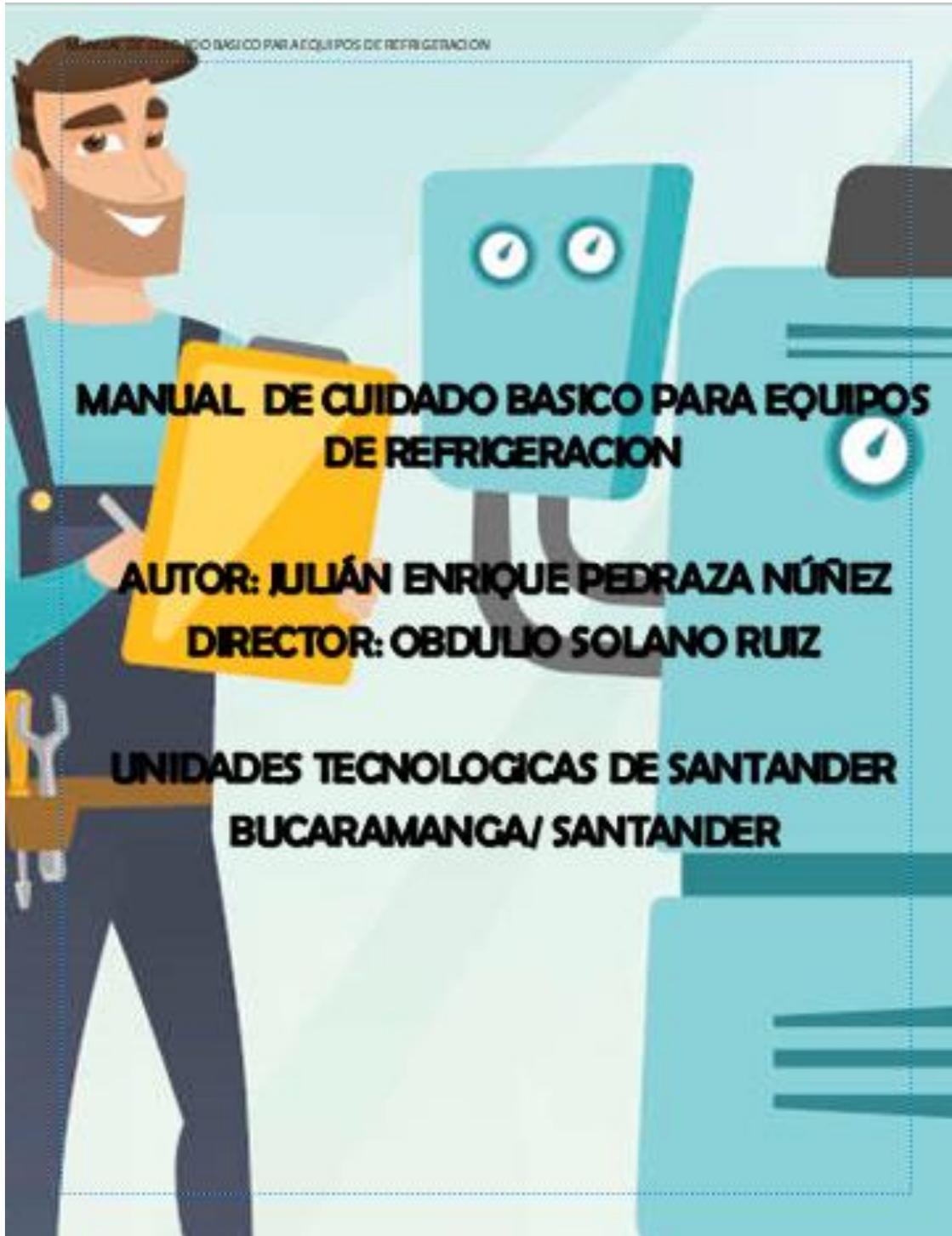
DATOS GENERALES			
Código Equipo:	G242CA	Nombre:	AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT
Marca:	LG	Modelo:	G242CA
Fecha de Compra:	10/01/2014	Fecha de Instalación:	10/01/2014
Valor Compra:	\$ 1 120 000	Responsable del Activo:	RECTORIA COLEGIO
UBICACIÓN	Nivel 1	ENFERMERIA	PAGADURIA
		Rectoría	Cafetería
			Secretaría

PARAMETROS OPERACIONALES	
DATOS ELECTRICOS	
FABRICACION	MADE IN CHINA
VOLTAJE	220 Vac
CORRIENTE	10,4 A
PRESION:	4,2 Mpa MAX
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	24 000 [Btu/h]
CONSUMO	2 300 W
REFRIGERANTE	R22 1,16 Kg
GARANTIA	1 AÑO
POTENCIA	5 000 W
PROTECCION DE VOLTAJE	SI
DIMENSIONES (mm)	
Altura	308 mm
Anchura	837 mm
Profundidad	189 mm
Peso (Kg):	16 Kg

PARAMETROS DE SALIDAS	
DATOS ELECTRICOS	
Tension de salida (V):	
Corriente de salida (A):	
Rango de frecuencia de operación (Hz):	Min. 50 HZ Max. 60 HZ
Grado de proteccion	IP20
CONDICIONES AMBIENTALES	
Temperatura almacenamiento	-10°C ... 50°C
Temperatura operación	-40°C ... 70°C
Humedad relativa	95%

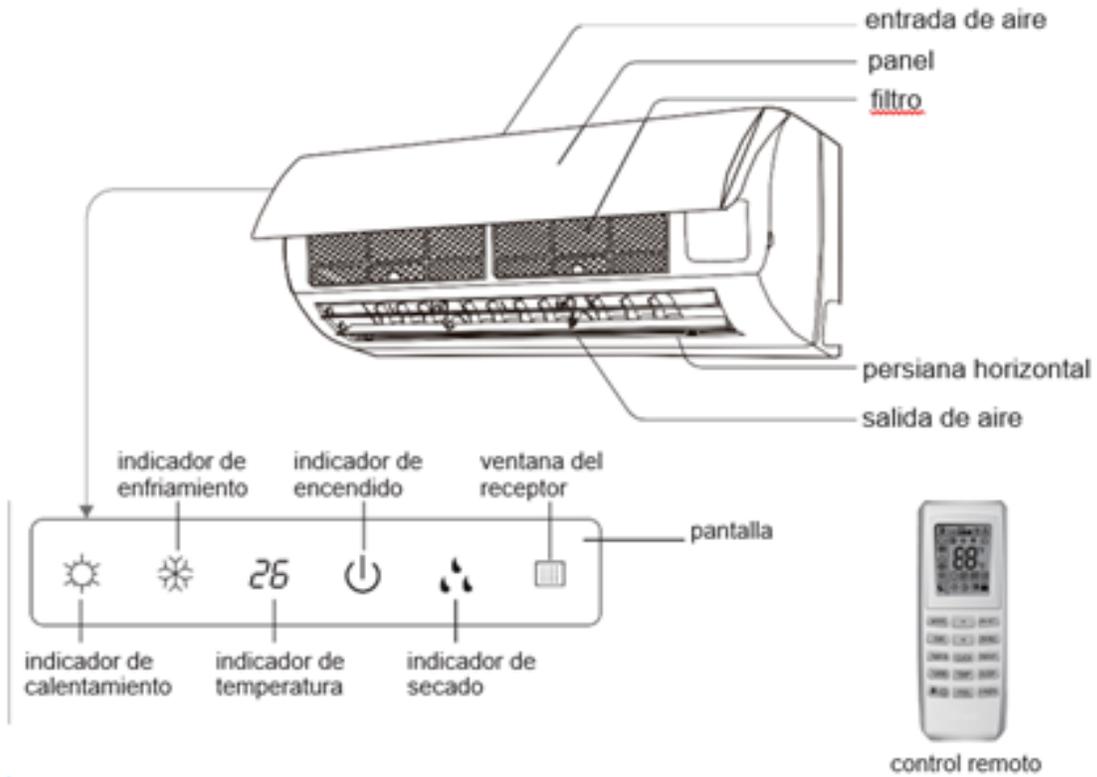
Fuente Autor

9.4. Manual de Operaciones

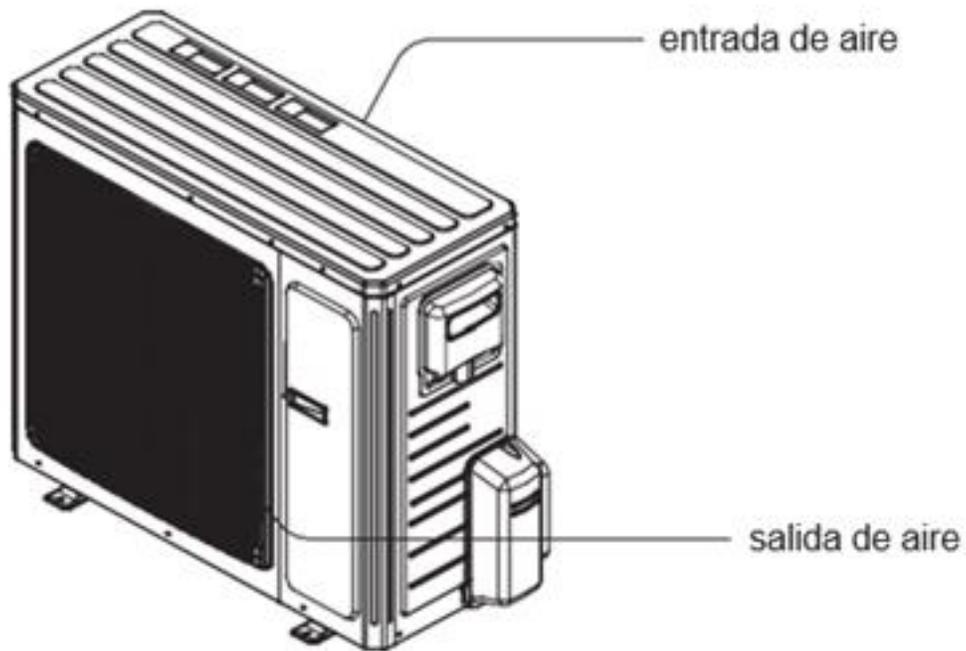


PARTES DEL EQUIPO

UNIDAD INTERIOR



UNIDAD EXTERIOR



LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

ADVERTENCIA

*Apague el aire acondicionado y desconéctelo de la alimentación antes de limpiarlo para evitar una descarga eléctrica.

*No lave el aire acondicionado con agua para evitar una descarga eléctrica.

*No use líquidos volátiles para limpiar el aire acondicionado.

LIMPIE LA SUPERFICIE DE LA UNIDAD INTERIOR

Cuando la superficie de la unidad interior esté sucia, se recomienda utilizar un paño suave seco o húmedo para limpiarlo.

NOTA:

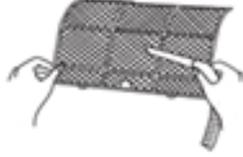
No retire el panel cuando lo limpie.

1 Abra el panel
 Tire del panel a un ángulo determinado como se muestra en la fig.

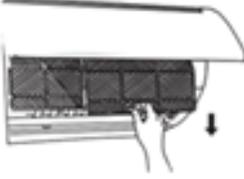


3 Limpie el filtro

- Utilice un colector de polvo o agua para limpiar el filtro.
- Cuando el filtro esté muy sucio, utilice agua (por debajo de 45°C) para limpiarlo, y luego póngalo a secar en un lugar sombreado y fresco.



2 Remueva el filtro
 Remueva el filtro como se indica en la figura



4 Instale el filtro
 Instale el filtro y después cierre firmemente la puerta del panel.



ADVERTENCIA

- EL FILTRO DEBE SER LIMPIADO CADA TRES MESES, SI HAY MUCHO POLVO DONDE ESTA UBICADO LA FRECUENCIA DE LIMPIEZA PUEDE AUMENTAR
- NO UTILICE FUEGO O SECADORES DE CABELLO PARA EL SECADO DEL FILTRO, POR QUE SE PUEDE DEFORMAR

NOTA: REVISAR ANTES DE USAR

- 1. REVISE SI LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE AIRE ESTAN LIBRES DE POLVO**
- 2. REVISE SI LA CLAVIJA Y TOMA CORRIENTE ESTAN EN OPTIMAS CONDICIONES**
- 3. REVISE SI EL FILTRO ESTA LIMPIO**
- 4. REVISE SI EL TUBO DE DRENAJE ESTA LLENO DE AGUJEROS O TIENE FUGAS**

NOTA: REVISE DESPUES DE USAR

- 1. DESCONECTE LA FUENTE DE ALIMENTACION**
- 2. LIMPIE EL FILTRO Y EL PANEL DE LA UNIDAD INTERIOR**
- 3. COMPRUEBE SI LOS SOPORTES ESTAN RIGIDOS Y BIEN PUESTOS**

POSIBLES CAUSAS DE AVERIAS Y SUS CORRECCIONES

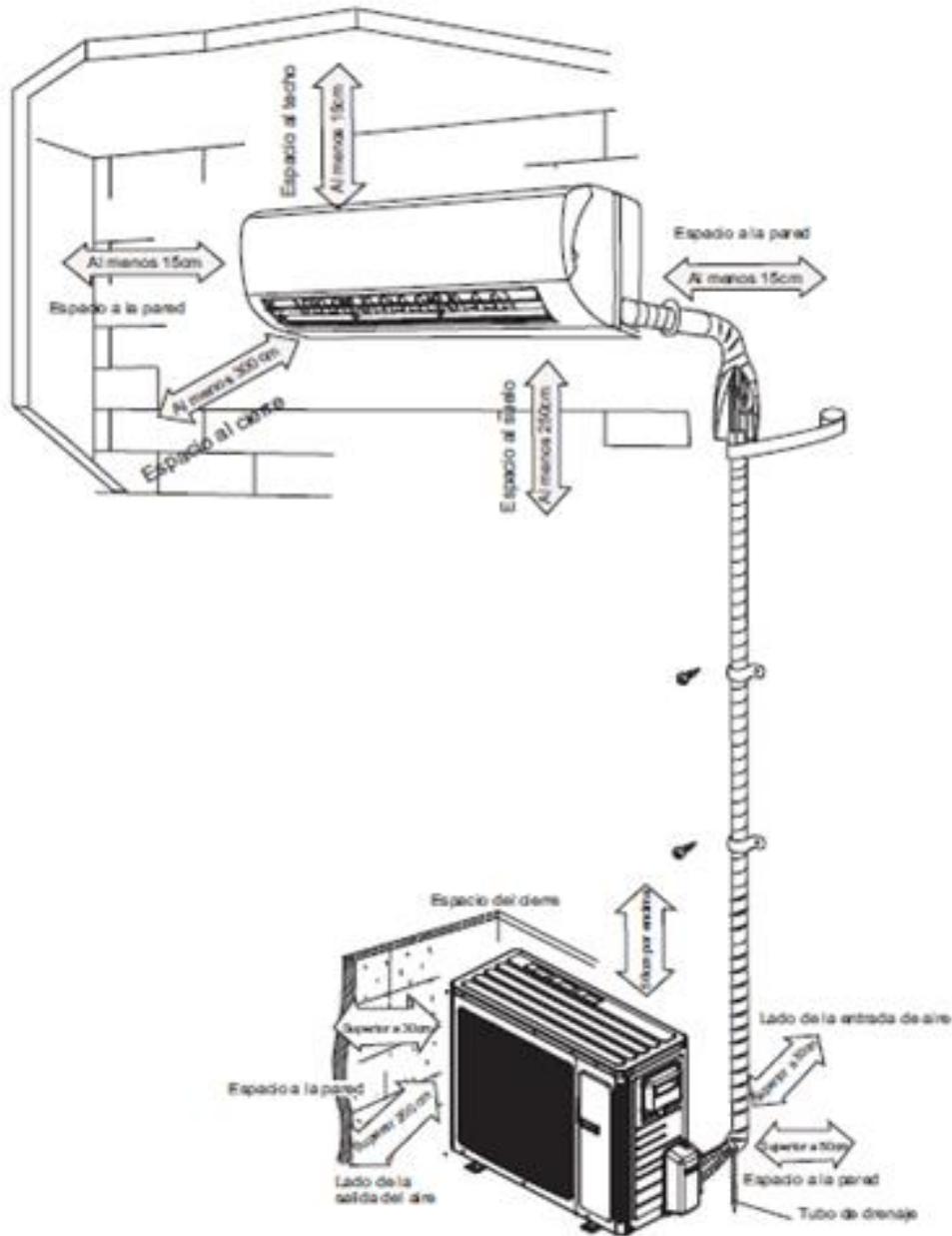
Fenómeno	Revise si...	Solución
La unidad interior no puede recibir la señal del control remoto o el control remoto no funciona.	<ul style="list-style-type: none"> ¿Hay una interferencia grave (como electricidad estática, tensión estable)? 	<ul style="list-style-type: none"> Desconecte el enchufe. Vuelva a insertar el enchufe después de unos 3 min, y vuelva a encender la unidad.
	<ul style="list-style-type: none"> ¿El control remoto está dentro del rango de recepción de señal? 	<ul style="list-style-type: none"> El rango de recepción de señal es de 8m.
	<ul style="list-style-type: none"> ¿Hay obstáculos? 	<ul style="list-style-type: none"> Retire los obstáculos.
	<ul style="list-style-type: none"> ¿El control remoto está apuntando a la ventana de recepción? 	<ul style="list-style-type: none"> Seleccione un ángulo apropiado y apunte el control remoto hacia la ventana de recepción la unidad interior.
	<ul style="list-style-type: none"> ¿La sensibilidad del control remoto es baja, la pantalla es borrosa y no hay visualización? 	<ul style="list-style-type: none"> Revise las baterías. Si la potencia de las baterías es demasiado baja, reemplácelas
	<ul style="list-style-type: none"> ¿No se visualiza cuando se utiliza el control remoto? 	<ul style="list-style-type: none"> Compruebe si el control remoto parece estar dañado. Si es así, reemplácelo.
	<ul style="list-style-type: none"> ¿Hay alguna lámpara fluorescente en la habitación? 	<ul style="list-style-type: none"> Acerque el control remoto a la unidad interior. Apague la lámpara fluorescente y vuelva a intentarlo.

No sale aire de la unidad interior	● ¿La entrada o salida de aire de la unidad interior está bloqueada?	● Elimine los obstáculos.
	● ¿En el modo de calefacción, la temperatura interior alcanza la temperatura ajustada?	● Después de alcanzar la temperatura establecida, la unidad interior dejará de soplar aire.
	● ¿El modo de calefacción está activado en este momento?	● Con el fin de evitar el soplado de aire frío, la unidad interior se iniciará después de varios minutos de retraso, lo cual es un fenómeno normal.
El aire acondicionado no funciona	● ¿Hay una falla de energía?	● Espere hasta que la energía se reanude.
	● ¿El enchufe está suelto?	● Reconecte el enchufe.
	● ¿El disyuntor se dispara o el fusible está quemado?	● Pida a los profesionales que reemplacen el disyuntor o el fusible.
	● ¿El cableado tiene un mal funcionamiento?	● Pida a un profesional que lo reemplace.
	● ¿La unidad se ha reiniciado inmediatamente después de detener la operación?	● Espere 3 minutos y, a continuación, vuelva a encender la unidad.
	● ¿Es correcto el ajuste de la función para el control remoto?	● Restablezca la función.

<p>Sale una bruma de la salida de aire de la unidad interior</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La temperatura interior y la humedad son altas? 	<ul style="list-style-type: none"> • Es debido a que el aire interior se enfría rápidamente. Después de un rato, la temperatura y la humedad interiores disminuirán y la bruma desaparecerá.
<p>La temperatura configurada no puede ser ajustada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La unidad está operando bajo el modo auto? 	<ul style="list-style-type: none"> • La temperatura no puede ser ajustada bajo el modo auto. Por favor, cambie el modo de operación si necesita ajustar la temperatura.
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La temperatura requerida excede el rango de la temperatura ajustada? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste el rango de temperatura: 16C ~30°C
<p>El efecto de enfriamiento (calefacción) no es bueno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El voltaje es demasiado bajo? 	<ul style="list-style-type: none"> • Espere hasta que la tensión vuelva a ser normal.
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El filtro está sucio? 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpie el filtro.
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El ajuste de la temperatura se encuentra en un rango adecuado? 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste la temperatura a un rango adecuado.
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿La puerta y la ventana están abiertas? 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre la puerta y la ventana.

Fenómeno	Revise si...	Solución
Se emiten olores	<ul style="list-style-type: none"> • Si hay fuente de olor, como muebles y cigarrillos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elimine la fuente de olor. • Limpie el filtro.
El aire acondicionado no opera normalmente	<ul style="list-style-type: none"> • Si hay interferencia, como truenos, dispositivos inalámbricos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desconecte la alimentación, vuelva a conectarla, y vuelva a encender la unidad.
La unidad exterior tiene vapor	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Está encendido el modo de calefacción? 	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la descongelación en modo de calefacción, puede generarse vapor, lo cual es un fenómeno normal.
Ruido de "agua que fluye"	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El aire acondicionado está encendido o apagado ahora mismo? 	<ul style="list-style-type: none"> • El ruido es el sonido del refrigerante que fluye dentro de la unidad, esto es un fenómeno normal.
Se escucha un crujido	<ul style="list-style-type: none"> • ¿El aire acondicionado está encendido o apagado ahora mismo? 	<ul style="list-style-type: none"> • Este es el sonido de fricción causado por la expansión y/o contracción del panel u otras partes debido al cambio de temperatura.

DIAGRAMA DE UNA DEBIDA INSTALACION DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO



AUTONOMO PARA UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Instituto Politecnico		ESTANDAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO (Limpieza, Chequeo y Lubricación)									
Localización		Unidad de aire acondicionado									
		Piso	Estación	Método	Recurrencia	Acción de caso Anormal	Frecuencia (mes)			Respuestas	
							S	X	N		
<p>1. Panel frontal 2. Filtro de aire (abajo del panel frontal) 3. Panel de flujo de aire horizontal 4. Panel de flujo de aire vertical 5. Sensor de temperatura dentro de la unidad interior 6. Panel 7. Receptor de señal externo 8. Conector del gas refrigerante 9. Control remoto 10. Cable de conexión 11. Unidad de detección 12. Manera de flujo y tubo de conexión del refrigerante</p>	1. Panel frontal	Debe permanecer limpio, sin residuos sólidos		Diario	Revisar y Mantenerse	3	X			Colaborador del equipo	
	2. Filtro de aire	Limpiar y verificar su estado		Diario	Revisar y Mantenerse	2	X			Colaborador del equipo	
	3. Panel de flujo de aire horizontal	Revisar si se queda rígido, si encuentra obstáculos por movilidad Limpiar con spray de agua corriente		semanal	Revisar y Mantenerse	2	X			Colaborador del equipo	
	4. Panel de flujo de aire vertical	Revisar que se quede rígido, si encuentra obstáculos por movilidad Limpiar con la ayuda de agua corriente		semanal	Revisar y Mantenerse	3	X			Colaborador del equipo	
	5. Sensor de temperatura dentro de la unidad interior	El indicador de luz debe estar encendido		No aplica	Revisar y Mantenerse	2	X			Colaborador del equipo	
	6. Panel	Revisar que el panel esté correctamente instalado en el lugar de trabajo		No aplica	Revisar y Mantenerse	2	X			Colaborador del equipo	
Precauciones e Instrucciones Generales											
<p>No usar de herramientas o piezas sueltas, al revisar el aire de escape o a Mantenerse por medio de un filtro. Asegurarse que la máquina está apagada antes de realizar el mantenimiento. No estar demasiado en el sistema, debe ser un profesional. No usar alcohol, agua o aceite sobre la pintura. Prevenir lesiones a nadie accidentalmente al revisar el sistema y defenderse al aire de escape. Limpiar la máquina con brochas y aspiradora, no utilizar agua corriente.</p>											

**PROYECTO DE MANUAL DE CUIDADO BASICO PARA EQUIPOS DE
REFRIGERACION OTORGADO PARA EL COLEGIO POLITECNICO DE
BUCARAMANGA, POR EL SEMILLERO DIMAT.**

BUCARAMANGA SANTANDER 2022

AUTOR: JULIAN ENRIQUE PEDRAZA Núñez

**ESTUDIANTE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROME-
CÁNICO**

UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER