



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA**

Proyecto de Investigación previo a la  
obtención del título de Ingeniero Mecánico.

**Título del proyecto de Investigación:**

**ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO A LOS  
ACONDICIONADORES DE AIRE SPLIT EN EL EDIFICIO FACULTAD  
CIENCIAS DE LA INGENIERIA.**

**AUTORES:**

BAÑO LISINTUÑA KLÉVER FABIÁN  
FIGUEROA ZAMORA PAULO CÉSAR

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

ING. LUÍS GABRIEL PICO SALTOS MSC

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**

**2018**

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, **Baño Lisintuña Kléver Fabián** y **Figuroa Zamora Paulo César**, declaramos que la investigación aquí descrita es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa vigente.

F. \_\_\_\_\_

**Baño Lisintuña Kléver Fabián**

F. \_\_\_\_\_

**Figuroa Zamora Paulo César**

# CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



El suscrito, **Ing. Luís Gabriel Pico Saltos MSc.**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que los estudiantes **Baño Lisintuña Kléver Fabián** y **Figueroa Zamora Paulo César**, realizaron el Proyecto de Investigación de grado titulado “**ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO A LOS ACONDICIONADORES DE AIRE SPLIT EN EL EDIFICIO FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Mecánico**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**ING. LUÍS GABRIEL PICO SALTOS MSc.**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# Certificado del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico



Por medio de la presente me permito certificar, que los Sres. **Baño Lisintuña Kléver Fabián** y **Figueroa Zamora Paulo César**, egresados de la carrera de **Ingeniería Mecánica**, una vez revisado el proyecto de investigación titulado “**ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO A LOS ACONDICIONADORES DE AIRE SPLIT EN EL EDIFICIO FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA**”, tengo a bien informar que se realizó la revisión respectiva por medio del sistema Urkund, con un porcentaje favorable del 1 % cumpliendo con el reglamento de Graduación de Estudiantes de Pregrado y la Normativa establecida por la Universidad.



Se adjunta imagen del sistema URKUND

---

Ing. Luís Gabriel Pico Saltos MSc.  
**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
**Certificación de aprobación de proyecto de investigación**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**TÍTULO:**

“ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO A LOS  
ACONDICIONADORES DE AIRE SPLIT EN EL EDIFICIO FACULTAD  
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA”

Presentado Al Consejo Académico como requisito previo a la obtención del título de  
Ingeniero Mecánico.

**Aprobado por:**

---

Ing. Gabriel Alejandro Arellano Ortiz

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

Ing. Jorge Luis Guadalupe Almeida

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

Ing. Luis Felipe Espinosa Delgado

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

QUEVEDO – LOS RÍOS - ECUADOR

2018

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, doy enormemente gracias a Dios, por haberme dado la sabiduría y la fuerza necesaria para concluir esta etapa de mi vida.

Agradezco a mis padres, Valentín Figueroa y Amarilis Zamora por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida, además por haberme enseñado que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se consigue.

A mi hermano, quien me impulsa cada día para ser su reflejo a seguir, afrontando las oposiciones que se me han presentado a lo largo de mi vida.

De igual manera agradecer a los Docentes que conforman la carrera de Ingeniería Mecánica por toda la colaboración brindada, durante la obtención de este proyecto y por sus consejos, que ayudan a formarme como persona y como profesional.

**Paulo César Figueroa Zamora**

## **AGRADECIMIENTO**

En primera instancia agradezco a dios por darme salud, sabiduría y su bendición para poder alcanzar mi objetivo.

A mis padres Juan Elias Baño y María Rosa Lisintuña por brindarme su apoyo incondicional en el trayecto de mi formación profesional, inculcándome valores y guiándome por el buen camino para alcanzar mis sueños.

A mi abuelita Josefina Chiguano quien fue mi segunda madre que siempre estuvo pendiente de mí formación, brindándome su cariño y confianza.

A mis hermanos por los consejos y vivencias compartidas, a mi linda familia en general por su apoyo moral, a mi esposa y a mis hijas quienes fueron pilar fundamental para cumplir una de mis metas más anheladas en mi vida.

Al Ing. Luís Gabriel Pico Saltos. MSc. Quien siempre estuvo dispuesto a colaborar con la dirección y pauta del proyecto.

A la universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y en especial a la carrera de Ingeniería Mecánica, y sus docentes quienes brindando sus experiencias y conocimientos fueron autores imprescindibles de mi formación como profesional.

¡Gracias!

**Kléver Fabián Baño Lisintuña**

## **DEDICATORIA**

Lleno de satisfacción, simpatía y confianza, dedico este trabajo, a mis queridos padres por brindarme su ayuda constante en mi formación como ser humano y como profesional, quienes han sido mis pilares para seguir adelante, con su ejemplo de persistencia, paciencia y perseverancia; valores ineludibles para alcanzar todas las metas planteadas.

A mi hermano Gilson, porque es la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi meta, gracias por estar siempre presente y ser un gran amigo.

A toda mi familia, amigos, docentes de escuela, colegio y vida universitaria, quienes compartieron sus conocimientos a lo largo de la formación como Ingeniero Mecánico, de una u otra forma han contribuido para la realización de este proyecto de investigación.

**Paulo César Figueroa Zamora**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de investigación principalmente a Dios por concederme la vida y brindarme conocimientos que me han permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres gracias a su esfuerzo del día a día y por su apoyo incondicional, lograron formar mi carácter y ser cada vez mejor ser humano y profesional.

Es para mí una gran satisfacción dedicarles este trabajo a mis hermanos, familias en general y amigos quienes siempre confiaron y creyeron en mi capacidad para alcanzar mis objetivos.

A mi esposa Alexandra Ante y mis hijas Samy y Mia quienes, con su llegada a mi vida, brindándome su compañía y amor fueron el motor para culminar mi meta propuesta.

Además, a los docentes de la Carrera de Ingeniería Mecánica por haberme ayudado y dirigido en el desarrollo de este proyecto.

**Baño Lisintuña Kléver Fabián**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Considerando que los avances tecnológicos nos han modernizado y brindado muchas facilidades y confort, también es cierto que se les debe proporcionar un mantenimiento adecuado para prevenir fallas en su funcionamiento por su uso excesivo y exposiciones a condiciones ambientales severas. La Facultad Ciencia de la Ingeniería, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en su infraestructura cuenta con la instalación de equipos acondicionadores de aire para que su comunidad cuente con un ambiente climatizado que permita desarrollarse en un espacio agradable. Sin embargo, esta Facultad no cuenta con un departamento técnico de mantenimiento para los equipos que se encargan de regular la temperatura ambiental y se tiene que recurrir al existente en la Universidad quien en muchas ocasiones brinda un servicio a medias por falta de personal y tiempo. El propósito de la investigación tiene como fin diseñar un plan de mantenimiento para la Facultad Ciencias de la Ingeniería y de esta manera se pueda realizar el mantenimiento de los acondicionadores de aire existentes logrando así dar un chequeo técnico periódico abaratando costo de mantenimiento y prolongar la vida útil de los acondicionadores de aire. En este trabajo investigativo se adjunta un modelo del plan de mantenimiento para su implementación.

### **Palabras claves:**

Acondicionadores de aire, electrodoméstico, tipos de mantenimientos, costos, plan de mantenimiento.

## **ABSTRACT**

Considering that technological advances have modernized us and provided many facilities and comfort, it is also true that they must be provided with adequate maintenance to prevent failures in their operation due to excessive use and exposure to severe environmental conditions. The Engineering Science Faculty, of the State Technical University of Quevedo, in its infrastructure has the installation of air conditioning equipment so that its community has an air-conditioned environment that allows to develop in a pleasant space. However, this Faculty does not have a technical department to maintain the equipment that regulates the ambient temperature and has to resort to the existing in the University who often provide a half service for lack of staff and time. The purpose of the research is to design a maintenance plan for the Faculty of Engineering Sciences and in this way you can perform the maintenance of existing air conditioners thus achieving a periodic technical check cheaper maintenance and prolong life Useful of air conditioners. In this research work a model of the maintenance plan is attached for its implementation.

**Keywords:** Air conditioners, household appliances, types of maintenance, costs, technical catalogs, maintenance plan.

# CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN EJECUTIVO .....	x
ABSTRACT .....	xi
CONTENIDO .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvi
ÍNDICE DE CUADROS .....	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xix
NOMENCLATURA.....	xxi
CÓDIGO DUBLÍN .....	xxii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Problema de investigación. ....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema. ....	5
1.1.3. Sistematización del problema. ....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.3. Justificación. ....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Mantenimiento. ....	9
2.1.2. Mantenimiento preventivo.....	9
2.1.3. Mantenimiento correctivo.....	9
2.1.4. Acondicionador de aire.....	9
2.1.5. Diagramas de Gantt.....	9

2.2.	Marco Referencial.....	11
2.2.1	Aire acondicionado. ....	11
2.2.1.	Tipos de sistemas de aire acondicionado. ....	11
2.2.2.	Sanitización.....	13
2.2.3.	Componentes básicos de un sistema de climatización.....	14
2.2.4.	Ciclo de refrigeración de Carnot. ....	15
2.2.5.	Definición de Compresores y sus tipos.....	16
2.2.6.	Definición de gas refrigerante.....	16
2.2.7.	Nombre y fórmula química del refrigerante. ....	17
2.2.8.	Componentes eléctricos de los equipos acondicionadores de aire.....	18
2.2.8.1.	Condensadores. ....	18
2.2.8.2.	Condensador de arranque.....	19
2.2.8.3.	Condensadores permanentes o de marcha. ....	19
2.2.9.	Tarjeta electrónica del aire acondicionado. ....	19
2.2.10.	Variables termodinámicas y de transferencia de calor. ....	21
2.2.11.	Transferencia de calor por conducción. ....	21
2.2.12.	Resistencia térmica. ....	22
2.2.13.	Calor latente. ....	23
2.2.14.	Calor sensible.....	23
2.2.15.	Confort térmico.....	23
2.2.16.	Disconfort térmico. ....	24
2.2.17.	Condiciones climáticas. ....	24
2.2.18.	Cargas térmicas.....	24
2.2.2	Termodinámica. ....	25
2.2.3	Mantenimiento. ....	26
2.2.4	Tipos de mantenimiento.....	26
2.2.4.1	Mantenimiento preventivo. ....	26
2.2.4.2	Mantenimiento correctivo.....	26
2.2.4.3	Mantenimiento predictivo.....	26
2.2.4.4	Mantenimiento cero horas.....	27
2.2.4.5.	Mantenimiento de usuario.....	27
2.2.4.6.	Mantenimiento preventivo periódico obligatorio. ....	27
2.2.5.	Funciones del mantenimiento. ....	27
2.2.6.	Objetivos del mantenimiento. ....	28

2.2.7.	Indicadores de Mantenimiento.....	28
2.2.8.	Operaciones de mantenimiento más usuales.....	29
2.2.9.	Tipos de costos involucrados en el mantenimiento. ....	29
2.2.10.	Codificación de equipos.....	30
2.2.11.	Presentación del plan de mantenimiento.....	30
2.2.12.	Programa o fichas de mantenimiento.....	31
CAPÍTULO III .....		32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		32
3.1	Localización.....	33
3.2	Tipo de investigación.....	33
3.2.1	Investigación de campo.....	33
3.2.2	Investigación Documentada.....	34
3.3	Métodos de la investigación.....	34
3.3.1	Método analítico. ....	34
3.3.2	Método descriptivo. ....	34
3.3.3	Método bibliográfico. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.4	Fuentes de recopilación.....	35
3.4.1	Primarias. ....	35
3.4.2	Secundarias. ....	35
3.5	Diseño de la investigación. ....	35
3.5.1	Diseño no experimental. ....	35
3.6	Instrumento de la investigación. ....	35
3.7	Recursos humanos y materiales.....	36
CAPITULO IV .....		37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		37
4.1.	Resultados.....	38
4.1.1.	Entrevista. ....	38
4.2.	Descripción del edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.....	40
4.3.	Cálculo de cargas térmicas del aula F.C.I # 004.....	43
4.4.	Codificación de los equipos acondicionadores de aire. ....	55
4.5.	Inventario de los equipos acondicionadores de aire.....	59
4.6.	Diagnóstico del estado actual de los acondicionadores de aire. ....	61
4.7.	Diagrama Ishikawa. ....	64
4.8.	Análisis de falla en los acondicionadores de aire. ....	64

4.9.	Diagrama de flujo para la gestión de mantenimiento. ....	66
4.10.	Plan de mantenimiento preventivo.....	68
4.10.10	Modelos reporte de trabajo para el mantenimiento.....	75
4.11	Cálculo de horas hombre. ....	86
4.12	Elaboración del cronograma de mantenimiento.....	87
4.13	Detalle de las actividades de mantenimiento .....	94
4.1.	Presupuestos para el mantenimiento preventivo anual de los equipos acondicionadores de aire Cassette, Split y Piso techo. ....	101
4.2.	Presupuestos para el mantenimiento correctivo.....	101
4.21	Costo de los equipos acondicionadores de aire.....	107
4.22.	Depreciación. ....	107
4.23.	Cálculo de VAN1 y VAN2.....	109
CAPITULO V .....		112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		112
5.1	Conclusiones.....	113
5.2	Recomendaciones. ....	114
CAPÍTULO VI.....		115
BIBLIOGRAFÍA .....		115
6.1.	Bibliografía. ....	116
CAPÍTULO VII.....		120
ANEXOS .....		120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Gantt .....	10
Figura 2. Acondicionador de aire tipo consola piso techo. ....	11
Figura 3. Partes del acondicionador de aire Split .....	12
Figura 4. Split de Cassette Bomba de Calor Inverter .....	13
Figura 5. Proceso de sanitación .....	13
Figura 6. Sistema de climatización.....	14
Figura 7. Diagrama del ciclo de Carnot.....	15
Figura 8. Compresor rotativo .....	16
Figura 9. Partes de la tarjeta procesadora .....	20
Figura 10. Conducción de calor a través de una pared plana grande de espesor .....	21
Figura 11. Flujo de calor través de una pared .....	22
Figura 12. Esquema para la resistencia a la convección en una superficie .....	22
Figura 13. La exudación, transpiración y transferencia de calor.....	23
Figura 14. Codificación de los activos de una planta.....	30
Figura 15. Edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería. ....	33
Figura 16. Aula de cátedra académica F.C.I # 004 .....	42
Figura 17. Temperaturas anuales en el cantón Quevedo .....	44
Figura 18. Conductividades térmicas de los materiales .....	45
Figura 19. Pasos para una codificación de máquina.....	56
Figura 20. Acondicionadores de aire Piso techo .....	59
Figura 21. Acondicionadores de aire tipo Cassette .....	61
Figura 22. Diagrama Ishikawa .....	63

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Equipo humano .....	36
Cuadro 2. Materiales .....	36
Cuadro 3. Software usado en el desarrollo .....	36
Cuadro 4. Horas por jornada de trabajo en el edificio F.C.I .....	40
Cuadro 5. Capacidad de personas dentro de las instalaciones del edificio F.C.I .....	40
Cuadro 6. Tabla de renovaciones a la hora para cada tipo de establecimiento .....	42
Cuadro 7. Detalle de la construcción del aula de clase .....	43
Cuadro 8. Número de piso y aulas.....	56
Cuadro 9. Tipo de equipo acondicionadores de aire .....	56
Cuadro 10 Nombre de tarjeta y número .....	57
Cuadro 11. Codificación de máquina a los acondicionadores de aire ia. ....	58
Cuadro 12. Inventario de los acondicionadores de aire.....	60
Cuadro 13. Diagnóstico del estado actual de los acondicionadores de aire .....	62
Cuadro 14. Causas de fallo de los acondicionadores de aire aplicando Pareto .....	65
Cuadro 15. Diagrama de flujo de mantenimiento a los acondicionadores de aire .....	67
Cuadro 16. Materiales empleados .....	72
Cuadro 17. Herramientas utilizadas .....	73
Cuadro 18. Equipos de protección personal para los técnicos .....	74
Cuadro 19. Control de mantenimiento de acondicionadores piso techo .....	77
Cuadro 20. Control de mantenimiento de acondicionadores Split .....	78
Cuadro 21. Control de mantenimiento de acondicionadores tipo Cassette .....	79
Cuadro 22. Modelo de solicitud para adquirir repuestos.....	80
Cuadro 23. Modelo historial de máquina .....	81
Cuadro 24. Modelo tarjeta de control maestro de componentes rotables.....	82
Cuadro 25. Modelo bitácora de control.....	83
Cuadro 26. Modelo orden de trabajo.....	85
Cuadro 27. Horario de trabajo para realizar las labores de mantenimiento .....	87
Cuadro 28 Estimaciones de tiempo Pert.....	89
Cuadro 29 Plan maestro de mantenimiento a los aires acondicionados.....	90
Cuadro 30. Mantenimiento para los acondicionadores .....	92
Cuadro 31 Acondicionadores de aire en el edificio F.C.I .....	96

Cuadro 32 Cronograma para las actividades de mantenimiento .....	97
Cuadro 33 Cronograma para las actividades de mantenimiento .....	97
Cuadro 34 Cronograma para las actividades de mantenimiento .....	98
Cuadro 35 Tiempo de las actividades anuales de mantenimiento .....	100
Cuadro 36. Herramientas utilizadas .....	127
Cuadro 37. Horario de trabajo para realizar las labores de mantenimiento .....	130
Cuadro 38. Solicitud de compras.....	134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Refrigerantes y su composición química.....	18
Tabla 2. Nombres de las partes de la tarjeta procesadora.....	20
Tabla 3. Factor global Fmod, para elementos adicionales en acristalamientos.....	50
Tabla 4. Carga a través del vidrio simple .....	50
Tabla 5. Factor de simultaneidad fsim para ocupantes.....	51
Tabla 6. Cargas de iluminación interior de las aulas.....	53
Tabla 7. Factores de simultaneidad para luces .....	54
Tabla 8. Costo por mantenimiento preventivo .....	101
Tabla 9. Mantenimiento correctivo de acondicionadores tipo Cassette de 60000 BTU/h	101
Tabla 10. Mantenimiento correctivo de acondicionadores de aire Split de 30000 BTU/h	102
Tabla 11. Mantenimiento correctivo de los acondicionadores de aire Split.....	102
Tabla 12. Mantenimiento correctivo de acondicionadores de aire de Split 12000 BTU/h	103
Tabla 13. Mantenimiento correctivo de acondicionadores de aire piso/techo .....	103
Tabla 14. Costo de mantenimiento correctivo a las unidades Cassette, Split y piso techo. .....	104
Tabla 15. Costo total de los mantenimientos preventivo y correctivo .....	104
Tabla 16. Costo unitario de los acondicionadores de aire Cassette Split y Piso techo.....	107
Tabla 17. Depreciación de los acondicionadores de aire.....	109

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Densidad poblacional de cada curso. ....	41
Ecuación 2 Volumen de construcción del aula de clase.....	41
Ecuación 3 Renovaciones de aire entregado por el acondicionador de aire.....	41
Ecuación 4 Para determinar la transferencia de calor en el aula de clases. ....	43
Ecuación 5 fórmula diferencial de temperatura.....	44
Ecuación 6 Fórmula de la resistencia térmica.....	45
Ecuación 7 Resistencia térmica del aire exterior.....	45
Ecuación 8 Resistencia térmica de la pared frontal .....	46
Ecuación 9 Resistencia térmica del habitáculo.....	46
Ecuación 10 Ecuación de razón de transferencia de calor.....	47
Ecuación 11 Cálculo resistencia térmica de la pared lateral .....	48
Ecuación 12 Resistencia térmica del aire exterior.....	48
Ecuación 13 Resistencia térmica de la pared lateral.....	48
Ecuación 14 Resistencia térmica del interior.....	48
Ecuación 15 Resistencia térmica total.....	49
Ecuación 16 Ecuación de la razón transferencia de calor.....	49
Ecuación 17 Cargas térmicas a través de la Ventana.....	49
Ecuación 18 Cargas por calor latente.....	51
Ecuación 19 Cargas por calor latente en los hombres.....	52
Ecuación 20 Cargas por calor latente en los mujeres.....	52
Ecuación 21 Cargas por calor latente total de los hombre y mujeres.....	52
Ecuación 22 Carga por calor sensible promedio de una persona.....	53
Ecuación 23 Teniendo las luces encendidas en el salón de clases.....	54
Ecuación 24 Cargas por iluminación dentro del aula de clases.....	54
Ecuación 25 Porcentaje error de instalación .....	55
Ecuación 26 Cálculo de horas hombre de los acondicionadores de aire.....	86
Ecuación 27 Cálculo de número de acondicionadores de aire en el día. ....	86
Ecuación 28 Número de acondicionadores de aire trabajados en la semana.....	86
Ecuación 29 Tasa de mantenimiento preventivo TP.....	104
Ecuación 30 Coeficiente de mantenimiento de activos fijos.....	105
Ecuación 31 Porcentaje de fallas.....	105

Ecuación 32 Número de fallas por unidad al año.....	105
Ecuación 33 Confiabilidad en los acondicionadores de aire.....	106
Ecuación 34 Indicador de disponibilidad.....	106
Ecuación 35 Valor de salvamento. ....	107
Ecuación 36 Depreciación por método de línea recta.....	108
Ecuación 37 Cálculo de VAN1.....	109
Ecuación 38 Cálculo de AN2.....	110
Ecuación 39 Cálculo de la tasa interna de retorno.....	110
Ecuación 40 Relación beneficio costo.....	110
Ecuación 41 Relación beneficio costo de la contratación de personal .....	111

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preguntas de la entrevista .....	121
Anexo 2 Flujo de calor latente y sensible desprendido por una persona .....	122
Anexo 3. Plan de mantenimiento de acondicionadores de aire .....	123
Anexo 4. Manual de procedimientos en mantenimiento de acondicionadores de aire.....	142
Anexo 5. Codificación e inventario de los acondicionadores de aire de la F.C.I .....	168
Anexo 6.Fotografías .....	182

## NOMENCLATURA

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
V	Volumen de construcción	m <sup>3</sup>
$\Delta T$	Diferencial de temperatura	°C
R <sub>conv</sub>	Resistencia térmica del aire	°C/W
R <sub>pared</sub>	Resistencia térmica de la pared	°C/W
R <sub>total</sub>	Resistencia térmica total	°C/W
f <sub>mod</sub>	Factor solar modificado	
I <sub>oi</sub>	Carga instantánea a través de la superficie	W/m <sup>2</sup>
n <sub>per lat</sub>	Número de personas en el local	
Q <sub>per lan</sub>	Flujo de calor latente emitido por una persona	W
f <sub>SIM</sub>	Factor de simultaneidad para ocupantes	
Q <sub>lat total</sub>	Calor latente total	W
PT	Potencia total de focos fluorescentes	W
TP	Tasa de mantenimiento preventivo	%
CMP	Costo de mantenimiento preventivo	\$
CMC	Costo de mantenimiento correctivo	\$
M/AF	Coefficiente de mantenimiento de activos fijos	%
TF%	Porcentaje de fallas	%
TFn	Numero de fallas	
R	Confiableidad	%
-t	Periodo de tiempo en evaluación	Año
MFB	Tiempo medio entre falla	Año

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título:</b>	<b>ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO A LOS ACONDICIONADORES DE AIRE SPLIT EN EL EDIFICIO FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA.</b>			
<b>Autores:</b>	Baño Lisintuña Kléver Fabián - Figueroa Zamora Paulo César			
<b>Palabras clave:</b>	Acondicionadores de aire	Electrodoméstico	Mantenimientos	Catálogos técnicos
<b>Fecha de publicación:</b>				
<b>Editorial:</b>	Quevedo: UTEQ, 2018.			
<b>Resumen:</b>	<p><b>Resumen.</b> Considerando que los avances tecnológicos nos han dado muchas facilidades y confort, también es cierto que se les debe proporcionar un mantenimiento adecuado para prevenir fallas en su funcionamiento por su uso excesivo y exposiciones a condiciones ambientales severas. La Facultad Ciencia de la Ingeniería, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en su infraestructura cuenta con la instalación de equipos acondicionadores de aire para que su comunidad cuente con un ambiente climatizado que permita desarrollarse en un espacio agradable. Sin embargo, esta Facultad no cuenta con un departamento técnico de mantenimiento para los equipos que se encargan de regular la temperatura ambiental y se tiene que recurrir al existente en la Universidad quien en muchas ocasiones brindan un servicio a medias por falta de personal y tiempo. El propósito de la investigación tiene como fin diseñar un plan de mantenimiento para la Facultad Ciencias de la Ingeniería y de esta manera se pueda realizar el mantenimiento de los acondicionadores de aire existentes logrando así dar un chequeo técnico periódico abaratando costo de mantenimiento y prolongar la vida útil de los acondicionadores de aire. En este trabajo investigativo se adjunta un modelo del plan de mantenimiento para su implementación.</p> <p><b>Palabras claves:</b> Acondicionadores de aire, electrodoméstico, tipos de mantenimientos, costos catálogos técnicos, plan de mantenimiento.</p>			

<p><b>Abstract.</b></p>	<p><b>Abstract.</b> Considering that technological advances have modernized us and provided many facilities and comfort, it is also true that they must be provided with adequate maintenance to prevent failures in their operation due to excessive use and exposure to severe environmental conditions. The Engineering Science Faculty, of the State Technical University of Quevedo, in its infrastructure has the installation of air conditioning equipment so that its community has an air-conditioned environment that allows to develop in a pleasant space. However, this Faculty does not have a technical department to maintain the equipment that regulates the ambient temperature and has to resort to the existing in the University who often provide a half service for lack of staff and time. The purpose of the research is to design a maintenance plan for the Faculty of Engineering Sciences and in this way you can perform the maintenance of existing air conditioners thus achieving a periodic technical check cheaper maintenance and prolong life Useful of air conditioners. In this research work a model of the maintenance plan is attached for its implementation.</p> <p><b>Keywords:</b> Air conditioners, household appliances, types of maintenance, costs, technical catalogs, maintenance plan.</p>
<p><b>Descripción:</b></p>	<p>211 hojas: Dimensiones 290 x 210 mm: CD ROM</p>
<p><b>URL:</b></p>	

# INTRODUCCIÓN

Desde el origen del hombre a la fecha el deseo del confort no ha disminuido y con ello se han desarrollado nuevas tecnologías que hacen nuestra vida más fácil y placentera y con ello décadas atrás se perfeccionan equipos eléctricos que regulan la temperatura en espacios cerrados, climatizando el ambiente a requerimiento de las estaciones climáticas o del usuario, pero que al igual que todos los dispositivos tecnológicos tienden a sufrir fallas, ya sean porque no se siguieron las especificaciones al momento de su instalación o por el desgaste de sus componentes en su uso diario.

Mediante un plan de mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire, es posible establecer las necesidades de estos equipos eléctricos, la ausencia de un buen mantenimiento sea este preventivo o correctivo conlleva a su deterioro y disminución de su vida útil; su perfecto funcionamiento, proporciona al edificio de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería un ambiente agradable, donde sus usuarios gocen de su confort y a la vez puedan desempeñarse eficazmente en todos sus ámbitos, sean estos académicos, administrativos o de atención pública.

El presente proyecto se realizó en la Facultad Ciencias de la Ingeniería, en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y tiene como finalidad reducir los costos operativos del mantenimiento y alargar la vida útil de los equipos acondicionadores de aire que posee la institución los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo no están agendados y no se tenga en existencia un manual de procedimientos con una gestión eficiente de recursos.

La aplicación de un plan de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire influye positivamente en el edificio de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, los cambios ambientales a los que estamos sujetos hacen que se adquieran equipos eléctricos que permitan moderar la temperatura en los espacios cerrados donde hay la afluencia de personas, y estos equipos demandan de revisiones periódicas para su buen funcionamiento. Para tal fin la investigación está estructurada en los capítulos que se detallan a continuación:

El capítulo I. Proporciona una descripción de la situación problemática, da énfasis a la problematización objeto de estudio y se realiza la contextualización del conflicto para llegar a su esencia, aquí se construye la visión de los cambios a futuro partiendo de la realidad del pasado y presente para fijar los objetivos a futuro.

El capítulo II. Marco conceptual y referencial, proporciona la relación referente a las bases teóricas de la investigación y se sustenta la propuesta del plan de mantenimiento desde un conocimiento científico, no permite conocer el entorno objeto de la investigación.

El capítulo III. Denominado metodología de la investigación, aquí se hace un énfasis sobre los métodos investigativos empleados, el tipo de investigación, los métodos y técnicas empleados para su desarrollo.

El capítulo IV. Permite un análisis de los resultados y su evaluación inmediata para dar cumplimiento a los objetivos propuestos como lo es el de elaborar un plan de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

El capítulo V. Explica las conclusiones partiendo de los resultados obtenidos desde el planteamiento de los objetivos para luego fundamentar las recomendaciones.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación.**

### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

Con el descubrimiento de la electricidad y la necesidad de tener un confort agradable y acogedor ha permitido al ser humano desarrollar los equipos acondicionadores de aire, que permiten climatizar el ambiente y gozar de la comodidad a una temperatura muy por debajo de la que el entorno exterior ofrece. En los últimos años la problemática del calentamiento global se agravado trayendo consigo el aumento de temperatura y por ende la adquisición de equipos eléctricos que condicionan la temperatura ambiental fomentando de esta manera los espacios agradables permitiendo así aumentar la eficiencia de los recursos humanos.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo y sobre todo la Facultad de Ciencias de la Ingeniería también afectada por el aumento de la temperatura ambiental, ha instalado 49 equipos eléctricos que climatizan el ambiente, sin embargo, la Facultad, no cuenta con un departamento técnico de mantenimiento, por lo cual se tiene que recurrir a la prestación del servicio técnico existente en la Universidad o de empresas del medio local o fuera del cantón, lo cual genera gastos extra.

El inadecuado mantenimiento que se le ha dado a los equipos acondicionadores de aire en la Facultad Ciencias de Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ha provocado falla en ciertos equipos quedando algunos inoperativos, esto se debe a conexiones eléctricas saturadas, agente contaminantes, sobrecalentamiento de equipos, variación de tensión eléctrica, presencia de humedad, y que traen consigo efectos como: daños en las cañerías de desagüe de los equipos climatizadores del aire, crecimiento de hongos, virus y bacterias que proliferan en presencia de la humedad, degeneración de la salud de estudiantes, pedagogos y personal que se encuentran en sus alrededores, gastos extras de reparación, liberación de monóxido de carbono que repercuten en la conservación del ambiente y la reducción de la vida útil de los equipos.

La ejecución del plan de mantenimiento preventivo a los equipos acondicionadores de aire permitirá el correcto funcionamiento de los mismos, mejorando el confort térmico para los estudiantes y docentes que realizan sus actividades diarias en este lugar.

### **1.1.2. Formulación del problema.**

Debido a la ausencia de un plan de mantenimiento para los equipos acondicionadores de aire SPLIT en el edificio de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, es indispensable cuestionarse:

¿Por qué es importante el plan de mantenimiento preventivo a los equipos acondicionadores de aire en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería en la UTEQ?

### **1.1.3. Sistematización del problema.**

- ¿Cómo influye la falta de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos acondicionadores de aire en el edificio de la F.C.I.?
- ¿Existe un plan de mantenimiento para los equipos acondicionadores de aire en el edificio F.C.I.?
- ¿Cuenta la U.T.E.Q. con un personal técnico especializado para desarrollar las labores de mantenimiento en los aires acondicionado?
- ¿Con que frecuencia la F.C.I., proporciona mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire y los elementos internos que conforman el sistema?
- ¿Cuáles son los elementos más afectados por los factores climáticos de un equipo acondicionador de aire?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo general.**

Desarrollar un plan de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire instalados en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería, para su correcto funcionamiento como sistema de refrigeración ambiental.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Diagnosticar la situación actual de los equipos acondicionadores de aire en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.
- Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para los equipos acondicionadores de aire que se encuentran instalados en el edificio F.C.I.
- Desarrollar un informe técnico, bitácoras de control con cronogramas de mantenimiento y costos.

### **1.3. Justificación.**

El avance de la ciencia y la tecnología ha permitido al hombre gozar de la comodidad y el confort, es así que la Facultad Ciencia de Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo también se ha sumado a los beneficios que nos brinda los avances tecnológicos y tiene instalado en su infraestructura equipos acondicionadores de aire, a fin de reducir la temperatura ambiental, brindando comodidad a la comunidad universitaria, reduciendo la fatiga y el cansancio que producen las altas temperaturas ambientales.

La conservación de una temperatura agradable en espacios cerrados, depende de la calidad del aislamiento de la construcción, la radiación solar, número de personas en el lugar, del tipo de acondicionador de aire, y la capacidad de extracción de calor que este tenga (BTU), y otras condiciones ambientales; estas observaciones al momento de instalar los equipos para este fin y un adecuado plan de mantenimiento, proporcionan su durabilidad.

Con lo expuesto anteriormente y considerando que la Facultad tiene varios equipos acondicionadores de aire sin funcionamiento o funcionan a medias, debido a que no se ha implementado un plan de control técnico para estos equipos eléctricos existentes en su infraestructura que dependen del Departamento Técnico de la Universidad; se propone un proyecto que mejore su operatividad mediante la elaboración de un plan de mantenimiento, que permita realizar periódicamente controles preventivos/correctivos según sea el caso, y lograr un funcionamiento eficiente brindando bienestar bajo un ambiente térmico agradable a la comunidad universitaria y catedrática de la Facultad Ciencias de la Ingeniería.

La propuesta de un plan de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire instalados en el edificio de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, permite jerarquizar los equipos en cuanto a incidencia en fallas, y establecer un orden de prioridad referente al mantenimiento, permitiendo de esta manera beneficiar a todas las dependencias educativas y catedráticas que funcionan en el edificio de la Facultad, se dispondrá en todo momento de un manual de instrucciones a seguir para mantener operativos los equipos acondicionadores de aire abaratando costos, un equipo con un mal funcionamiento triplica o cuadruplica su costo de mantenimiento.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual.**

### **2.1.1. Mantenimiento.**

Es el conjunto de metodologías predestinadas a conservar máquinas e instalaciones en servicio durante el tiempo mayor posible obteniendo una mayor disponibilidad y un máximo rendimiento de ellas [1].

### **2.1.2. Mantenimiento preventivo.**

Se conoce como mantenimiento preventivo cuando sus actividades están controladas por el tiempo, para detectar las fallas antes que se desarrollen en una rotura, se encuentra basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos [2].

### **2.1.3. Mantenimiento correctivo.**

El mantenimiento correctivo se trata de corrección de las averías o fallas cuando estas se presentan, corregir los deterioros a medida que se van produciendo, es habitual la reparación tras un desperfecto que obligo a detener la instalación o una parte de esta afectada por el fallo [3].

### **2.1.4. Acondicionador de aire.**

Es un proceso de reducción de temperatura, de un espacio a temperatura inferior con respecto a sus alrededores correspondientes. Es el conjunto de métodos que se aplican para proporcionar condiciones de confort en un habitáculo determinado que puede ser desde una vivienda hasta una planta de oficinas o un supermercado [4].

### **2.1.5. Diagramas de Gantt.**

Es una representación gráfica de la extensión de las actividades del proyecto en dos ejes: en el eje vertical se organizan las tareas del proyecto y en la horizontal se representa el tiempo [5].

**Figura 1.** Diagrama de Gantt

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>1 MAYO</b>	<b>9 MAYO</b>	<b>18 MAYO</b>	<b>26 MAYO</b>	<b>4 JUNIO</b>	<b>12 JUNIO</b>	<b>18 JUNIO</b>	<b>6 JULIO</b>
Limpiar el filtro del drenaje de la cámara de esterilización	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpiar internamente la cámara de esterilización	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpiar las superficies externas inoxidable	X	X	X	X	X	X	X	X
verificar que los mecanismos ajustan bien	X	X	X	X	X	X	X	X
Drenar el generador de vapor	X	X	X	X	X	X	X	X
Se reportaron novedades		X						
Se ejecutaron correctivos		X						
Firma operario encargado								

**FUENTE:** MELISSA RUGERIO (2017)

### 2.1.6. Costos directos.

Están relacionados con el desempeño de la empresa, son menores si la conservación del equipo tiene una mejor influencia en la cantidad de tiempo que se utiliza el equipo y la atención requerida para estos costos se establece por el número de inspecciones, y en general las actividades de controles que se realizan en el equipo incluido [6].

- Costos de mano de obra directa y contratada.
- Costo de materiales y repuestos directos y contratados.

#### 2.1.6.1. Costos indirectos.

Son los que no pueden ser atribuidos directamente a una operación específica o trabajo de mantenimiento costos que no pueden ser relacionados con un trabajo específico tienden a ser supervisados, en instalaciones de servicio, taller, accesorios, administración diferente [6].

## **2.2. Marco Referencial.**

### **2.2.1 Aire acondicionado.**

Es un proceso de reducción de temperatura, de un espacio a temperatura inferior con respecto a sus alrededores correspondientes. Es el conjunto de métodos que se aplican para proporcionar condiciones de confort en un habitáculo determinado que puede ser desde una vivienda hasta una planta de oficinas o un supermercado [4].

#### **2.2.1. Tipos de sistemas de aire acondicionado.**

En la actualidad, hay una serie de tipos de unidades de aire acondicionado entre los más comunes, tenemos los siguientes [7].

##### **2.2.1.1. Split Piso techo.**

Como su nombre lo indica puede ser colgado en el techo o en el piso, es del grupo de expansión directa pertenece a los dos grupos tanto doméstico como comercial las capacidades van desde los (12000 a 24000) BTU/h (doméstico) y (32000 a 60000) BTU/h de uso comercial [8].

**Figura 2.** Acondicionador de aire tipo consola piso techo.

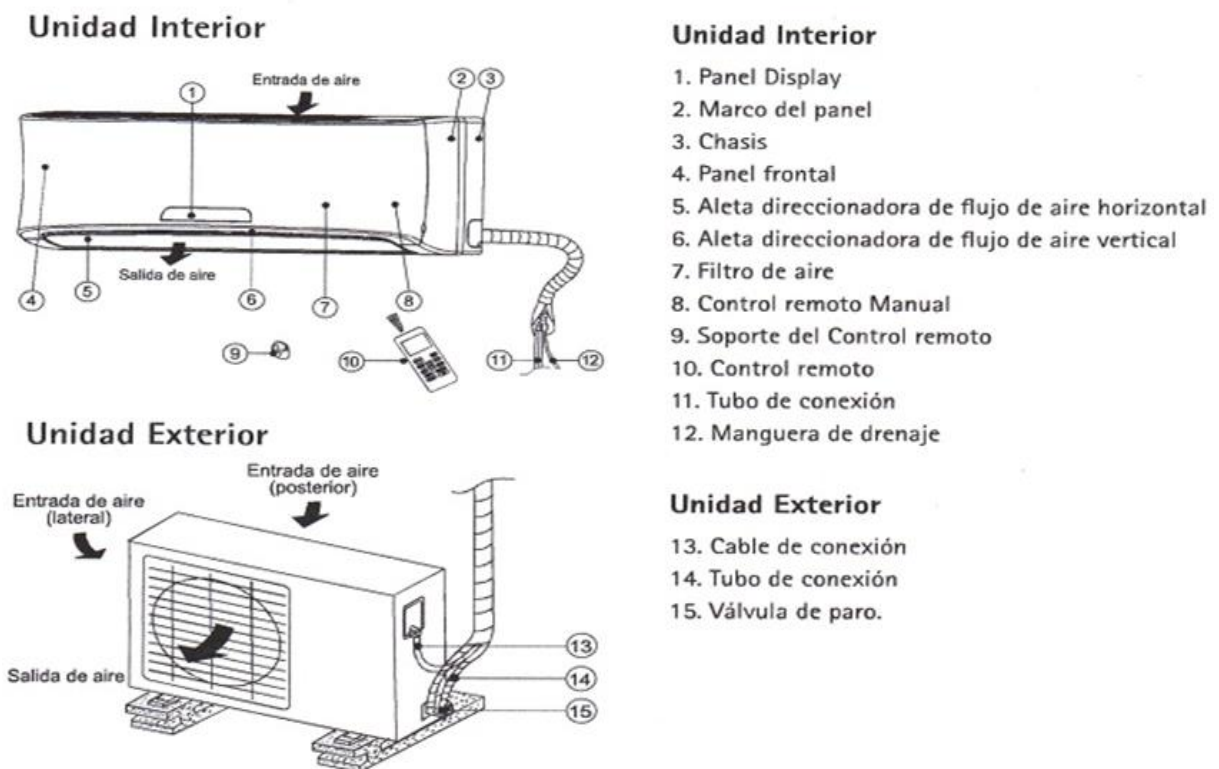


**FUENTE:** TRANE

### 2.2.1.2. Aire acondicionado Split.

Es una unidad de aire acondicionado cuya unidad interna está en una pared se llama así porque sus componentes principales están separados unos de otros. (Evaporador: parte interna / Condensador: parte externa) [9].

**Figura 3.** Partes del acondicionador de aire Split



**FUENTE:** ELECTRONICS, LG (2012 PÁG. 4)

### 2.2.1.3. Split Cassette.

Esto está colgando en el techo, se puede decir que se parece más a una caja fluorescente, prácticamente en cualquier lugar que esté instalado pasa desapercibido, es de expansión directa las capacidades van desde los (32000 a 60000) BTU/h es de uso comercial [9].

**Figura 4.** Split de Cassette Bomba de Calor Inverter



**FUENTE:** ELECTRONICS, LG (2012 PÁG. 6)

### **2.2.2. Sanitización.**

Es un proceso aplicable a la limpieza por el cual el número de contaminantes que se encuentran en la superficie orgánica se reduce a un nivel de seguridad es de gran importancia antes de realizar una descontaminación o esterilización, la carga microbiana se disminuye al eliminar restos de materia orgánica adherida a la piel o a objetos [10].

Este proceso se lo realiza con agua y la hidrolavadora de forma ascendente y descendente en los serpentines condensadores y evaporadores.

**Figura 5.** Proceso de sanitación

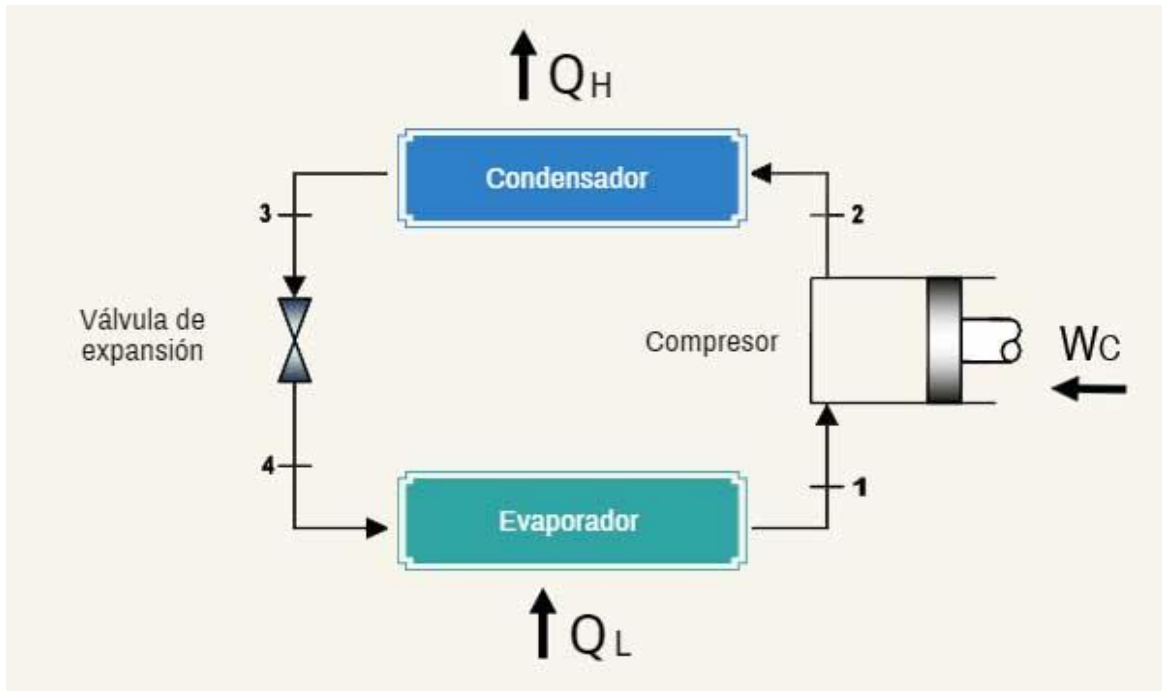


**FUENTE:** AIR CONDITION SERVICE

### 2.2.3. Componentes básicos de un sistema de climatización.

A continuación, describiremos un breve resumen de cada parte de un sistema de aire acondicionado [11].

**Figura 6.** Sistema de climatización



**FUENTE:** IDOIA ARNABAT (2007)

#### 2.2.3.1. Dispositivos de control.

Es una válvula de expansión o también llamado tubo capilar reduce la presión del líquido a través de una apertura pequeña disminuir la presión del refrigerante permite la ebullición de una temperatura más baja consiguiendo que el dispositivo de control convierte el flujo de líquido en una nube densa de gotas líquidas antes que ingrese a la unidad evaporadora [11].

#### 2.2.3.2. Evaporador.

El aire templado del recinto climatizado circula sobre el evaporador el calor del aire es absorbido por el refrigerante cuando se evapora dentro de los tubos del evaporador el calor permanece en el refrigerante mientras fluye hacia otra área para ser expulsado [11].

### 2.2.3.3. Compresor.

El compresor es el componente responsable de comprimir el gas utilizado como refrigerante desde una presión baja a alta, esto en un ciclo de compresión-descompresión produce un intercambio de calor de una parte a otra de un circuito frigorífico [12].

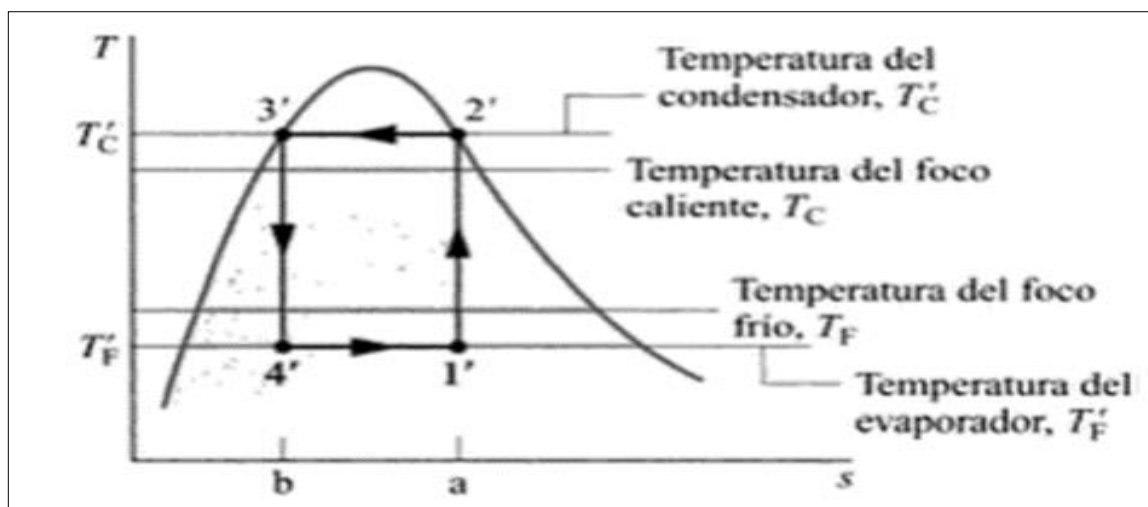
### 2.2.3.4. Condensador.

Es un dispositivo que disipa calor haciendo que el gas se condense y salga líquido una vez que lo atraviesa, contiene un ventilador de tipo centrífugo o axial dependiendo de si el aire se canaliza por conductos o se descarga de manera directa respectivamente siendo estos últimos los que generan menor nivel de ruido si el equipo es de mayor tamaño se pueden colocar varios ventiladores en paralelo [12].

### 2.2.4. Ciclo de refrigeración de Carnot.

La transferencia de calor suficiente para mantener la temperatura del foco frío a  $T_F$ , con un evaporador de tamaño adecuado requiere que la temperatura del refrigerante en el evaporador  $T'_F$  con un evaporador de tamaño adecuado requiere que la temperatura del refrigerante en el evaporador  $T'_F$  sea algunos grados menores que  $T_F$  esto explica la localización de la temperatura  $T'_F$  en el diagrama T-s [13].

**Figura 7.** Diagrama del ciclo de Carnot



FUENTE: MICHAEL J. MORÁN (PÁG. 517)

## 2.2.5. Definición de Compresores y sus tipos.

Es el componente clave para el funcionamiento del aire acondicionado y de él depende el comportamiento energético del equipo [14].

### 2.2.5.1. Compresor Semi-hermético.

Está sellado con tornillos lleva el motor en su interior, pero si se puede reparar, y es usado en [15].

- Unidades de paquete.
- Cuartos fríos pequeños.

**Figura 8.** Compresor rotativo



**FUENTE:** MAGÍN LAPUERTA P.173

## 2.2.6. Definición de gas refrigerante.

Es un fluido capaz de trasladar el calor de un lado hacia otro en cantidades capaces para desarrollar una transferencia de calor, los refrigerantes son los fluidos de trabajo en los sistemas de climatización, refrigeración, acondicionado y bombas de calor [16].

## **2.2.7. Nombre y fórmula química del refrigerante.**

### **2.2.7.1. Refrigerante R-12 CFC.**

Son refrigerantes que contienen cloro, (2 átomos), flúor y carbono en su molécula conocido como cloro fluorcarbonados, es el refrigerante R-12 que es utilizado para aire acondicionado en automoción [17].

### **2.2.7.2. Refrigerantes R- 22 HCFC.**

Son refrigerantes que contiene hidrógeno, cloro (un átomo solo), flúor y carbono, conocido como hidro-cloro fluorcarbonados entre ellos se encuentra el R-22 que es utilizado para equipos acondicionadores de aire para todas las potencias [17].

### **2.2.7.3. Refrigerantes HCF.**

Son refrigerantes que contienen hidrógeno, flúor y carbono en su molécula, denominados por lo tanto hidro fluorcarbonados, su ODP es cero, son sustancias que no perjudican en absoluto la capa de ozono, (R-134A, R-407C, R-410) [17].

### **2.2.7.4. Refrigerantes simples.**

Son sustancias químicas que solo pueden usarse como refrigerantes. En la práctica, se utilizan muy pocas sustancias como fluido refrigerante, principalmente debido a las condiciones de seguridad y eficiencia energética requeridas entre los principales refrigerantes simples o puros se encuentran R - 12, R - 22, R-134 a, R-125 [18].

### **2.2.7.5. Mezcla Azeotrópicas.**

Son refrigerantes compuestos de dos o tres sustancias binarias o ternarias, pero se comportan como un refrigerante puro o simple, las diferentes sustancias que los componen son completamente miscibles entre sí, comportándose durante la evaporación y condensación como sustancias puras punto constante de evaporación y condensación [18].

**Tabla 1** Refrigerantes y su composición química

Número ASHRAE	Fórmula empírica	ODP
R 11	CFC	1
R 12	CFC	0,95
R 113	CFC	0,85
R 114	CFC	0,7
R 115	CFC	0,4
R 22	HCFC	0,05
R 123	HCFC	0,02
R 124	HCFC	0,02
R 410 A	HFC	0
R 134 a	HFC	0
R 404 A	HFC	0
R 407 C	HFC	0

**FUENTE:** WWW.GILDARDOYANEZ.COM/REFRIGERANTES

#### **2.2.7.6. Refrigerantes utilizados en los equipos acondicionadores de aire.**

Los tipos de refrigerante más utilizados en los equipos acondicionadores de aire Split, Piso techo y Cassette instalados en el edificio Facultad Ciencias, de la Ingeniería para su carga respectiva se utiliza refrigerante R 22 y R 410 A [18].

#### **2.2.8. Componentes eléctricos de los equipos acondicionadores de aire.**

##### **2.2.8.1. Condensadores.**

Los condensadores en climatización se utilizan para arrancar al motor compresor también mejora el factor de potencia, esto significa que bajan un poco el amperaje del motor del compresor los capacitores se dividen en [19].

- Condensadores de marcha
- Condensadores de arranque

### **2.2.8.2. Condensador de arranque.**

Son responsables de aumentar la potencia inicial de los arrollamientos iniciales de un motor, para obtener pares de arranque del orden de 2.5 a 3 veces normales y siempre instalados por un relé de corriente o voltaje que es desconecta del circuito. una vez que el motor ha comenzado, sus capacidades más estandarizadas son: 47-56, 64-77,72-88 microfaradios ( $\mu\text{F}$ ) [19].

### **2.2.8.3. Condensadores permanentes o de marcha.**

El funcionamiento de los condensadores aumenta la potencia del motor y el devanado de arranque no se desconecta cuando el motor alcanza su velocidad, pero con el condensador en funcionamiento, constituyen un devanado auxiliar. Se utilizan para impulsar ventiladores centrífugos o axiales y en algunos tipos de compresores sus capacidades más estandarizadas son: 1.5 - 2, 2.5 -4, 5-6, 8-10, 11-12, 14-16, 18-24, 30-40 microfaradios ( $\mu\text{F}$ ) [19].

## **2.2.9. Tarjeta electrónica del aire acondicionado.**

Es una tarjeta que procesa las órdenes que damos a través del control remoto, está programada para funcionar automáticamente, en muchas de sus funciones, y nos permite acceder a ella solo a través del control remoto, es decir los comandos que se realizan lo indican a través de los comandos que aparecen en la pantalla de nuestro control remoto [20].

### **2.2.9.1. Tarjeta del control remoto.**

Su función es enviar los comandos que seleccionamos por medio de sus botones el envío se realiza por medio de un emisor de rayos infrarrojos que no podemos ver debido a su alta frecuencia [20].

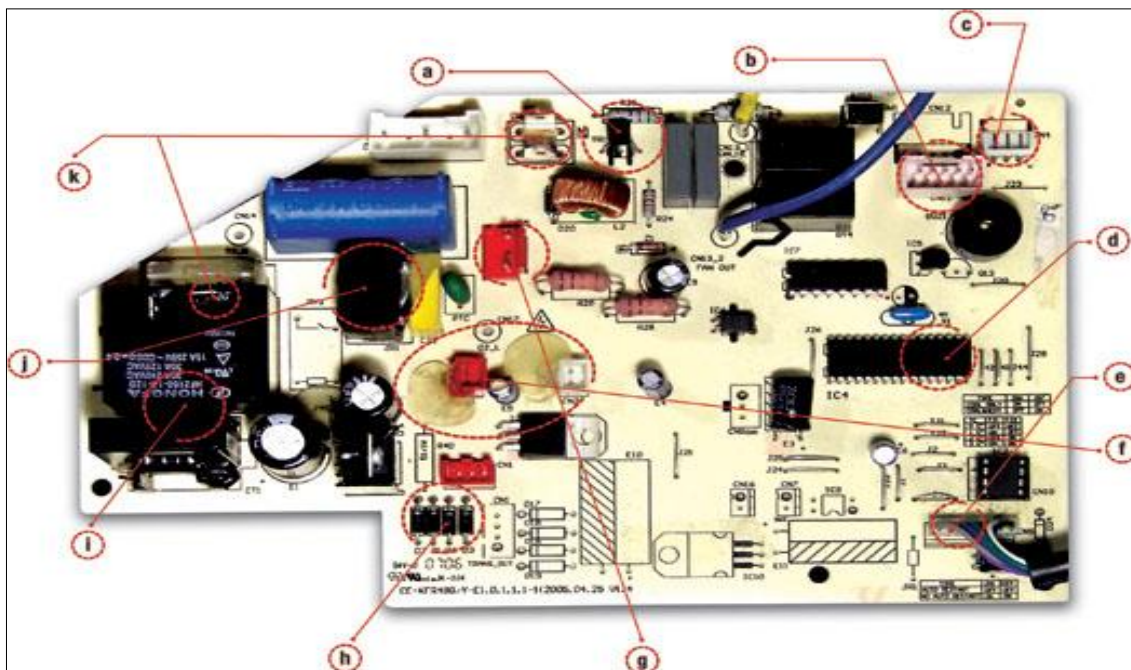
### **2.2.9.2. Tarjetas universales.**

Existen una gran variedad de tarjetas para aire acondicionado según la marca o modelo el fabricante [20].

### 2.2.9.3. La tarjeta procesadora o principal.

Esta es la placa principal que controla la corriente eléctrica para que el equipo funcione, la fuente de alimentación puede ser de 220 voltios o 110 voltios y este tipo de tarjeta se denomina "alto voltaje". Debido al voltaje con el que opera el compresor, el motor del evaporador con el motor del condensador [20].

**Figura 9.** Partes de la tarjeta procesadora



**FUENTE:** JAIME ALONSO MEZA

**Tabla 2.** Nombres de las partes de la tarjeta procesadora

<b>A</b>	Control de velocidad (triac)	<b>G</b>	Transformador
<b>B</b>	Motor oscilador	<b>H</b>	Etapla rectificadora de voltaje
<b>C</b>	Sensor de rpm del motor	<b>I</b>	Control de encendido
<b>D</b>	Microcontrolador	<b>J</b>	Protección contra alto voltaje
<b>E</b>	Display	<b>K</b>	Etapla de suministro
<b>F</b>	Termistores		

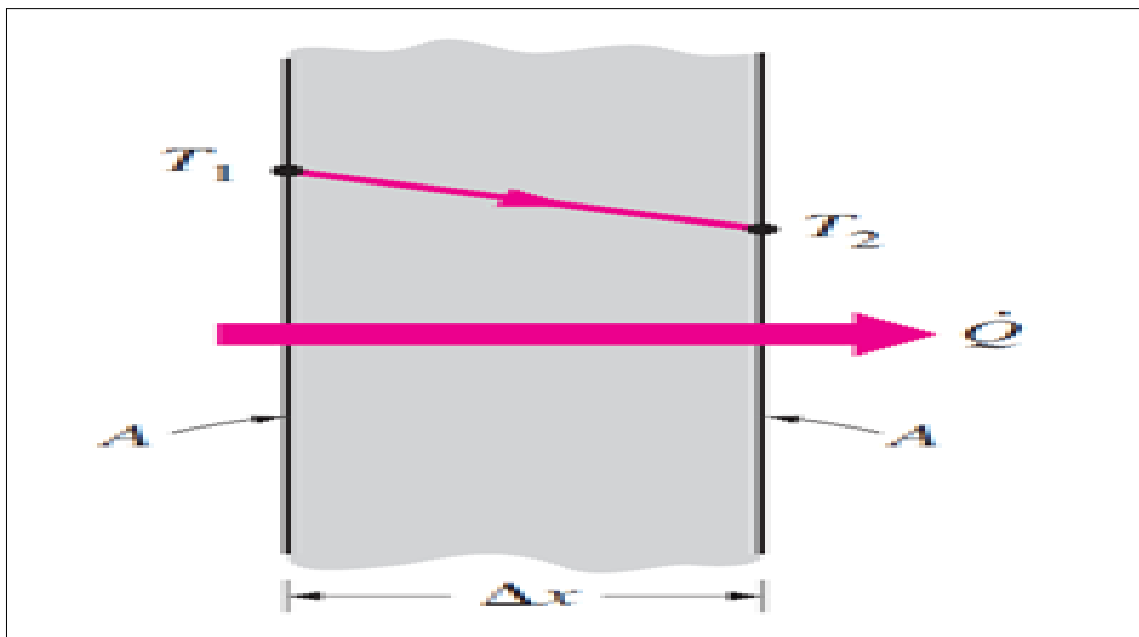
**FUENTE:** JAIME ALONSO MEZA

## 2.2.10. Variables termodinámicas y de transferencia de calor.

### 2.2.10.1. Convección.

Es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas como resultado, de interacciones entre esas partículas la conducción puede tener lugar en los sólidos líquidos o gases [21].

**Figura 10.** Conducción de calor a través de una pared plana grande de espesor

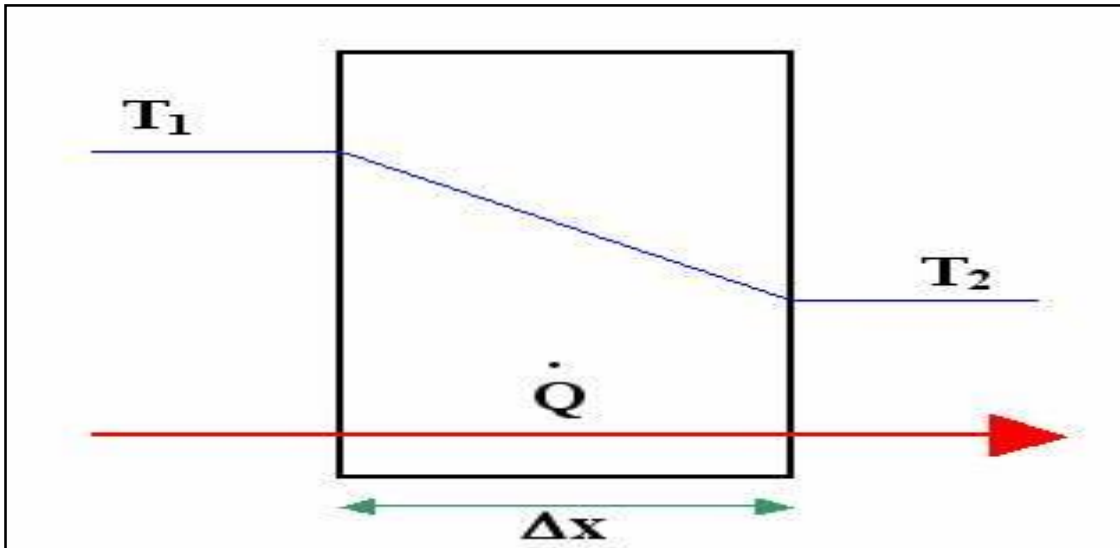


**FUENTE:** YUNUS CENGEL (2011 PÁG.18)

### 2.2.11. Transferencia de calor por conducción.

La conducción es la transferencia de calor a través de un material fijo tal como la pared estacionaria la dirección del flujo de calor será, a ángulos rectos a la pared si las superficies de las paredes son isotérmicas y el cuerpo es homogéneo e isotrópico [22].

**Figura 11.** Flujo de calor través de una pared

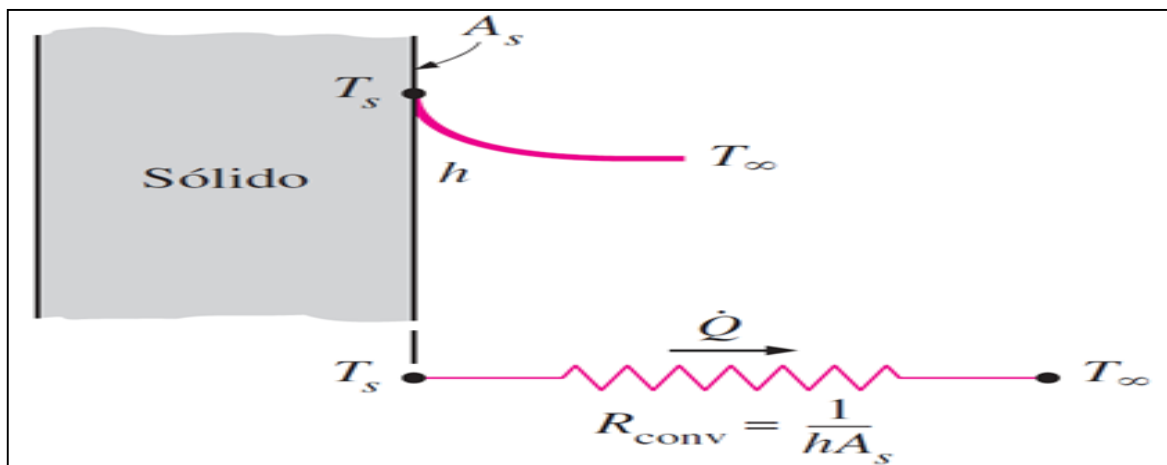


FUENTE: DONALD Q. KERN (PÁG. 14)

### 2.2.12. Resistencia térmica.

Es la resistencia térmica de la pared en contra de la conducción de calor o simplemente la resistencia a la conducción de la pared la resistencia térmica de un medio depende de la configuración geométrica del medio [21].

**Figura 12.** Esquema para la resistencia a la convección en una superficie



FUENTE: YUNUS CENGEL (2011 PÁG.138)

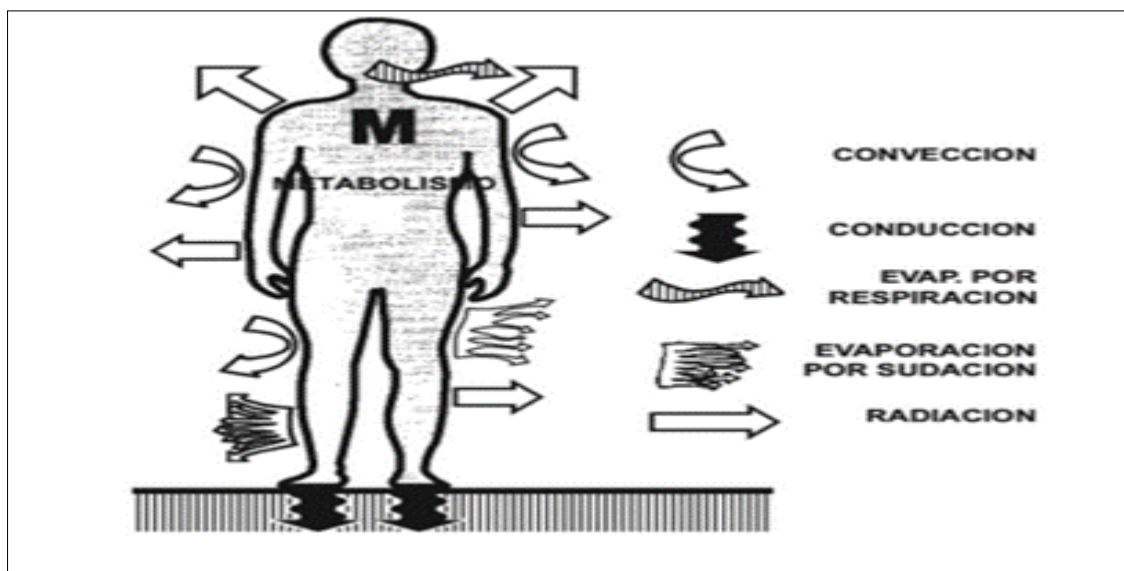
### 2.2.13. Calor latente.

Es la cantidad de calor necesaria que permite cambiar el estado de los cuerpos sin alterar su temperatura [23].

### 2.2.14. Calor sensible.

Se le llama calor sensible a la temperatura de bulbo seco es la que mide con un termómetro cuya medida de calor sensible del aire se encuentra expresada en grados centígrados [24].

**Figura 13.** La exudación, transpiración y transferencia de calor.



**FUENTE: FUENTE:** BY DICK WIRZ (2004) REFRIGERACIÓN COMERCIAL PARA TÉCNICOS DE AIRE ACONDICIONADO.

### 2.2.15. Confort térmico.

Las condiciones de confort térmico se obtienen cuando el cuerpo mantiene su equilibrio térmico, es decir que la temperatura interna permanece en los parámetros fisiológicos normales sin que sea necesario ajustar la armonía al entorno al que nos encontramos [25].

### **2.2.16. Discomfort térmico.**

Las condiciones de discomfort ya sea por el frío o por el calor obligan al cuerpo a hacer ajustes fisiológicos para mantener su temperatura dentro de los límites de la normalidad que serán más o menos importantes según las obligaciones ambientales y personales en todos los casos parecerá una molestia de tipo psicológico, aunque no hay daño fisiológico [25].

### **2.2.17. Condiciones climáticas.**

La regulación de las instalaciones térmicas de los edificios indica las condiciones de confort necesarias para el aire acondicionado de las instalaciones que se encuentran en un margen estrecho, tendremos las condiciones climáticas internas en verano y en invierno, pero siempre en las condiciones de confort especificadas [26].

### **2.2.18. Cargas térmicas.**

La determinación de cargas térmicas es el paso fundamental en el diseño de un sistema de aire acondicionado para lograr condiciones de confort adecuadas y garantizar un mayor ahorro de energía para permitir la selección más óptima de equipos [27].

#### **2.2.18.1. Cargas Debidas a la Ventilación.**

La carga total debida a la ventilación requerida en la habitación a acondicionar es la suma del calor sensible del flujo másico de ventilación y el calor latente del vapor de agua contenido en el mismo [28].

#### **2.2.18.2. Cargas debidas a la presencia de ocupantes.**

Las cargas debidas a la presencia de los ocupantes se calculan teniendo en cuenta el calor sensible y latente evacuado por una persona de acuerdo con la actividad realizada y la temperatura seca de la habitación a acondicionar [28].

### **2.2.18.3. Carga total aportada.**

La carga aportada será el producto del número de personas en el local por el calor que disipa cada persona en los cálculos de algunos tipos de instalaciones es normal utilizar un factor de simultaneidad no es frecuente que en el local se encuentre a la vez todos los utilizadores del mismo pensemos en hoteles, oficinas etc. [29].

### **2.2.18.4. Factor de simultaneidad.**

Expresado en porcentaje, es establecido por el proyectista para cada una de las cargas instaladas, de un conjunto de instalaciones o cargas y la suma de las demandas máximas para una aplicación determinada [30].

### **2.2.18.5. Humedad relativa.**

Es la relación del vapor de agua real en el aire, comparado a la máxima cantidad que estaría presente a la misma temperatura. La humedad relativa es expresada en porcentaje [31].

### **2.2.18.6. Carta psicométrica.**

Es un esfuerzo por mostrar las relaciones en muchas de las propiedades del aire. Esta carta muestra las propiedades como: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo, humedad relativa, punto de rocío, relación humedad, entalpia y volumen específico [32].

## **2.2.2 Termodinámica.**

La termodinámica se trata de una parte de la física que estudia las relaciones existentes entre el calor y las demás diversidades de energía. Analiza, por lo tanto, en un proceso la temperatura, presión, densidad, masa y volumen en cada sistema. La cantidad de transferencia de calor a medida que un sistema pasa por un proceso de uno está de equilibrio a otro y no hace referencia a cuánto durará ese proceso [21].

### **2.2.3 Mantenimiento.**

Es el conjunto de metodologías predestinadas a conservar máquinas e instalaciones en servicio durante el tiempo mayor posible obteniendo una mayor disponibilidad y un máximo rendimiento de ellas [1].

### **2.2.4 Tipos de mantenimiento.**

#### **2.2.4.1 Mantenimiento preventivo.**

Se conoce como mantenimiento preventivo cuando sus actividades están controladas por el tiempo, para detectar las fallas antes que se desarrollen en una rotura se encuentra basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos [2].

#### **2.2.4.2 Mantenimiento correctivo.**

El mantenimiento correctivo se trata de corrección de las averías o fallas cuando estas se presentan, y corregir los deterioros a medida que se van produciendo es habitual la reparación tras un desperfecto que obliga a detener la instalación o una parte de esta afectada por el fallo [3].

#### **2.2.4.3 Mantenimiento predictivo.**

Es el que persigue conocer e informar permanente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas temperatura, vibración, consumo de energía, cuya variación sea indicativa de problemas que puedan aparecer en el equipo, es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y de fuertes conocimientos matemáticos y técnicos [1].

#### **2.2.4.4 Mantenimiento cero horas.**

Es el conjunto de actividades cuyo objetivo es revisar el equipo a intervalos programados cuando la confiabilidad del equipo se ha disminuido apreciablemente, por lo es arriesgado hacer predicciones sobre su capacidad. Esta revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento es decir como si el equipo fuera nuevo [1].

#### **2.2.4.5. Mantenimiento de usuario.**

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo, consiste en una serie de tareas elementales (toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación sino tan solo un entrenamiento breve [2].

#### **2.2.4.6. Mantenimiento preventivo periódico obligatorio.**

Dentro de las operaciones de mantenimiento preventivo destinado a la conservación de los equipos o instalaciones, se incluirán todos los equipos y mecanismo que sufran desgaste no obstante en todo caso se deberán incluir obligatoriamente en el programa de mantenimiento las operaciones siguientes [33].

- Verificación de todos los aparatos de medida control y seguridad, así como los sistemas de protección y alarma para comprobar que su funcionamiento es correcto y que están en perfecto estado.
- Control de la carga de refrigerante.
- Control de los rendimientos energéticos de la instalación [33].

#### **2.2.5. Funciones del mantenimiento.**

Las principales funciones del mantenimiento encontramos las siguientes.

- Planear desarrollar y ejecutar los programas de mantenimiento para las máquina ya existente.

- Decidir por la reposición y modernización de los equipos actuales y llevarlas a cabo si es necesaria.
- Seleccionar el personal adecuado para llevar a cabo estas funciones.
- Solicitar herramientas y repuestos.
- Implementar programas y darlos a conocer al personal encargado del área de mantenimiento con el fin de realizar evaluaciones periódicas.
- Crear los mecanismos de control para el seguimiento del desarrollo de las funciones de mantenimiento [34].

## 2.2.6. Objetivos del mantenimiento.

Los objetivos de mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presentes en las acciones que se realice en el área [34].

Estos objetivos serán lo que mencionamos a continuación [34].

**Máxima producción:** Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, instalaciones máquinas y equipos reparar las averías en el menor tiempo posible.

**Mínimo costo:** Reducir a su mínima expresión las fallas aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones y manejo óptimo de stock.

**Calidad requerida:** Cuando se realiza las reparaciones en los equipos e instalaciones aparte de solucionar el problema se debe mantener la calidad requerida

## 2.2.7. Indicadores de Mantenimiento.

### 2.2.7.5. Indicador de confiabilidad.

Es un indicador que mide el tiempo promedio que un equipo que puede operar sin interrupciones, es el indicador básico de confiabilidad o continuidad operacional por autonomía [35].

#### **2.2.7.6. Indicador de mantenibilidad.**

Este es el tiempo de espera para la reparación directa con la programación de los recursos de entrada para realizar el mantenimiento, por lo que si este índice es bajo indica que no existe un diagnóstico efectivo de la falla, un programa de dotación de personal efectivo [36].

#### **2.2.7.7. Indicadores de disponibilidad.**

Es un indicador técnico que permite estimar globalmente el porcentaje de tiempo total que un equipo es capaz de realizar su función requerida, asumiendo que cuenta con los medios externos necesarios para su funcionamiento [35].

#### **2.2.8. Operaciones de mantenimiento más usuales.**

Debemos tener presente que tenemos que asegurarnos del funcionamiento correcto de todos los componentes principales de la instalación, como son [33].

- Componentes eléctricos
- Evaporadores
- Motores
- Condensadores
- Fugas
- Tuberías

#### **2.2.9. Tipos de costos involucrados en el mantenimiento.**

El mantenimiento involucra diferentes costos directos indirectos y generales.

##### **2.2.9.1. Costos directos.**

Están relacionados con el desempeño de la empresa y son menores si la conservación del equipo tiene una mejor influencia en la cantidad de tiempo que se utiliza el equipo y la atención requerida para estos costos se establece por el número de inspecciones, y en general las actividades de controles que se realizan en el equipo incluido [6].

### 2.2.9.2. Costos indirectos.

Son los que no pueden ser atribuidos directamente a una operación específica o trabajo de mantenimiento costos que no pueden ser relacionados con un trabajo específico tienden a ser supervisados, en instalaciones de servicio, taller, accesorios, administración diferente [6].

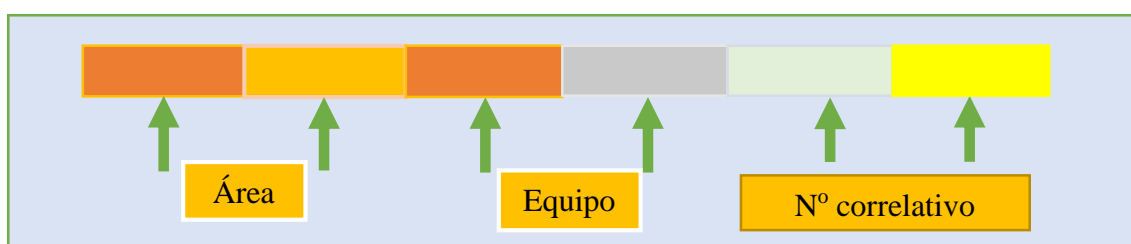
### 2.2.9.3. Costo Total.

Los costos totales son incurridos por la empresa para apoyar áreas de soporte o funciones que no son propiamente productivas y, a su vez, áreas de soporte que realizan tareas que están directamente relacionadas con la producción [6].

### 2.2.10. Codificación de equipos.

La codificación aplicada a los equipos y maquinaria se basa en el entrenamiento registrado en la Figura 14 de acuerdo con la clasificación notada la codificación consiste en asignar una identificación, ya sea numérica, alfabética, alfanumérica u otra, a cada unidad registrada de acuerdo con los criterios de calificación antes mencionados [37].

**Figura 14.** Codificación de los activos de una planta



**FUENTE:** SANTIAGO GARCÍA, (2003 P.14).

### 2.2.11. Presentación del plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento es una información que contiene todas las tareas y procedimientos para llevar a cabo el debido mantenimiento de las máquinas y equipos que hacen parte de la infraestructura de la empresa [38].

El manual de mantenimiento está estructurado de la siguiente manera [38].

- **Introducción:** Hace una presentación del manual.
- **Objetivo:** Se presenta la definición del propósito del documento.
- **Alcance:** Se refiere a la aplicación del documento que personas actividades y objetos cobija dicho documento.
- **Responsables:** Lista a las personas encargadas del desarrollo de las actividades procedimiento presentados en el manual.
- **Definiciones:** Aquí se presentan las definiciones para dar una mejor comprensión al documento.
- **Documentos que se utilizan:** Se realizan aquí se listan los diferentes documentos usados en el programa de mantenimiento tales como, órdenes de trabajo, instructivos de mantenimiento y hojas de vida de los equipos.
- **Condiciones generales:** Se describen las actividades para llevar a cabo el programa de mantenimiento rutinas de mantenimiento, identificación y codificación.
- **Procedimiento:** Aquí se especifica detalladamente los procedimientos para realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- **Anexos:** Aquí se muestran los documentos y formatos nombrados en el capítulo documentos que se utilizan.

### **2.2.12. Programa o fichas de mantenimiento.**

Son estos programas o archivos que contienen el plan de mantenimiento de la empresa y que son la herramienta de trabajo para la revisión de máquinas o instalaciones, el contenido y la complejidad de estos programas depende del tipo de máquina para verificar los puntos a verificar y los datos que desea obtener [39].

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Localización.**

Este proyecto de investigación se realizará en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el campus Ingeniero Manuel Haz Álvarez, parroquia Venus del cantón Quevedo, cuyas coordenadas UTM son las siguientes: Latitud S -1.013190 y Longitud O -79.468651.

**Figura 15.** Edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.



**FUENTE:** INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

### **3.2 Tipo de investigación.**

#### **3.2.1 Investigación de campo.**

Permite conocer el estado actual de las unidades acondicionadoras de aire para analizar su estado mecánico, eléctrico y electrónico con el fin de aplicar posibles soluciones a los problemas que presenten estas máquinas en mención, aplicando los procedimientos necesarios para su mantenimiento.

### **3.2.2 Investigación Documentada.**

En la elaboración de este proyecto investigativo se han considerado como referencia los decretos gubernamentales ecuatorianos y las normativas que regulan el uso de los componentes eléctricos, además de libros, revistas e investigaciones similares a la nuestra y cualquier otra fuente de consulta que nos proporcione información adecuada y detallada en relación al tema objeto de estudio.

### **3.3 Métodos de la investigación.**

#### **3.3.1 Método analítico.**

La aplicación de este método, permitió analizar cada uno de los equipos instalados, para obtener un diagnóstico del reporte de mantenimiento realizado y determinar qué tipo de mantenimiento se aplicará a cada acondicionador de aire.

#### **3.3.2 Método descriptivo.**

En el presente proyecto se aplicó este método para realizar una codificación detallada de cada acondicionador de aire instalado en el edificio de la Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para facilitar su identificación y tabular las posibles causas o problemas que presenten estos equipos.

### **3.4 Fuentes de recopilación.**

#### **3.4.1 Primarias.**

Los datos obtenidos en esta investigación de los diagnósticos a los equipos acondicionadores de aire en el edificio F.C.I fue mediante un reporte de mantenimiento preventivo esta información permite conocer el estado primario en el que encuentra cada unidad acondicionadora de aire en mención.

#### **3.4.2 Secundarias.**

La información adquirida en este proyecto de investigación se obtuvo mediante un análisis, extracción y organización de libros, revistas, páginas web, artículos científicos hojas técnicas de equipos, estos ayudaron a la redacción de esta investigación.

### **3.5 Diseño de la investigación.**

#### **3.5.1 Diseño no experimental.**

Con la aplicación de este diseño en la elaboración de este proyecto de investigación se realiza con el fin de detectar las fallas o averías de los equipos térmicos, mediante la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos acondicionadores de aire instalados en el edificio de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, permitiendo así programar chequeos de rutina para prolongar la vida útil de estos equipos.

### **3.6 Instrumento de la investigación.**

Los instrumentos que se utilizaron en la elaboración del proyecto nos permitieron determinar los parámetros de fiabilidad y factibilidad del desarrollo del proyecto, siendo estos siguientes instrumentos.

- Cuestionario de entrevista.
- Análisis de contenido.

### 3.7 Recursos humanos y materiales.

Para elaborar este proyecto se empleará los siguientes recursos:

#### Cuadro 1. Equipo humano

---

<b>Colaboradores de esta investigación:</b>	Ing. Luis Mera Chinga
	Ing. Gabriel Arellano
	Ing. Patricio Alcocer

---

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### Cuadro 2. Materiales

---

Computadora.	4
Libros.	20
Páginas web.	100
Artículos científicos.	5
Calculadora.	2
Celulares.	2
Cuaderno.	2
Esferos gráficos.	4

---

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### Cuadro 3. Software usado en el desarrollo

---

	Microsoft office 2016
<b>Softwares Utilitarios</b>	Word
	Excel
<b>AutoCAD 2017</b>	Se lo utilizó para la elaboración de los planos de ubicación de los equipos

---

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**CAPITULO IV**

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. Resultados.**

### **4.1.1. Entrevista.**

Encuesta aplicada al ingeniero Víctor Hugo Piñeiro Vivas líder de servicios universitario de la universidad técnica estatal de Quevedo.

**Pregunta 1.** ¿La UTEQ, cuenta con un departamento técnico de mantenimiento especializado en equipos acondicionadores de aire?

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, no tiene un departamento especializado en el área de climatización solo tiene un departamento encargado en llevar todas las labores de mantenimiento.

**Pregunta 2.** ¿Tiene conocimiento si existe un plan de mantenimiento para los equipos acondicionadores de aire de la F.C.I.?

Si existe un plan de mantenimiento para los equipos acondicionadores de aire instalados en el Campus universitario Ing. Manuel Haz Álvarez en la UTEQ, pero no existe solo un plan de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire instalados en el edificio de la Facultad Ciencias de la Ingeniería.

**Pregunta 3.** ¿Se ejecuta un plan de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire?

Si hay ejecución del plan de mantenimiento, pero sus labores no son de forma periódica solo se la realiza siempre y cuando los equipos acondicionadores de aire presentan fallas en su funcionamiento.

**Pregunta 4.** ¿Dispone la UTEQ, de un presupuesto para el mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire de la Facultad?

El departamento de mantenimiento si tiene un presupuesto de \$ 3000 dólares anuales esta cantidad es baja para ejecutar las labores de mantenimiento, en los 512 equipos acondicionadores de aire instalados en su predio universitario.

**Pregunta 5.** ¿La Facultad, cuenta con personal capacitado en el mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire?

El departamento de mantenimiento no cuenta con personal especializado en el área de climatización solo tiene un técnico y un ayudante que tienen conocimiento de forma empírica para llevar a cabo las labores de mantenimiento.

**Pregunta 6.** ¿Dispone la UTEQ de un cronograma para mantenimiento para los equipos acondicionadores de aire?

La universidad Técnica Estatal de Quevedo, si dispone de un cronograma de mantenimiento, pero no se cumple este mencionado cronograma debido no existe los materiales suficientes para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento.

**Pregunta 7.** ¿Un plan de mantenimiento adecuado reduce los costos del servicio eléctrico?

Si reduce los costos en tarifas energéticas y además larga su vida útil de los equipos acondicionadores de aire.

### **Análisis:**

Una vez realizado la entrevista podemos manifestar que la Facultad Ciencia de la Ingeniería, no tiene un plan de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire y cuando existen falla en los equipos térmicos, debe recurrir al Departamento Técnico de la Universidad, quienes proporcionan un mantenimiento empírico, no se tiene un personal capacitado; cuando se necesita realizar una reparación, se debe acudir a un Servicio técnico especializado del cantón Quevedo, provocando esto un gasto económico extra.

El cronograma es realizado por El servicio Técnico de la Universidad, por lo que no se cumple se tiene una agenda bien amplia, además de tener escaso personal, por lo no se cumple a cabalidad existiendo en la actualidad algunos equipos con fallas.

## 4.2. Descripción del edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.

El edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería tiene un horario de funcionamiento de 13 horas diarias de lunes a viernes, el mismo que se encuentra distribuido de la siguiente manera: la planta baja cuenta con cinco aulas de clases, un auditorium, dos coordinaciones de carrera, un bar, tres laboratorios y un cuarto de vigilancia, para la primera planta alta y la segunda planta cuenta con dieciséis aulas de clases y una sala de vigilancia.

**Cuadro 4.** Horas por jornada de trabajo en el edificio F.C.I

Diarias	Días	Semanales	Mensuales	Anuales
<b>Acondicionadores de aire en las aulas de clases</b>				
12 horas	5	65	260	2340
<b>Acondicionadores de aire en los laboratorios</b>				
8 horas	5	40	160	1440
<b>Acondicionadores de aire en cuartos de vigilancia</b>				
13 horas	5	65	260	2340
<b>Acondicionadores de aire en coordinaciones de carrera</b>				
13 horas	5	40	160	1440
<b>Acondicionadores de aire en los auditorios</b>				
5 horas	5	25	100	900

**FUENTE:** INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Cuadro 5.** Capacidad de personas dentro de las instalaciones del edificio F.C.I

Descripción	Nº de personas
Aula de clases	36
Coordinación de la carrera ingeniería mecánica	6
Coordinación de la carrera ingeniería agroindustrial	6
Auditorio	200
<b>Aforo total del edificio</b>	<b>1 713</b>

**FUENTE:** INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.2.1. Densidad poblacional de cada curso.

Para calcular la densidad poblacional dentro de las instalaciones del edificio, se toma como referencia el aula F.C.I #004 ubicado en la planta baja, se utiliza la siguiente ecuación.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ habitantes}}{\text{superficie}} \quad \text{Ecuación 1 [40]}$$

**Donde:**

**Habitantes:** Número total de personas dentro de cada curso (personas)

**Superficie:** Área de cada curso obtenida del plano de construcción (m<sup>2</sup>)

$$\text{Densidad} = \frac{36}{49,465} = 0.73 \text{ personas/m}^2$$

#### 4.2.2. Volumen de construcción del aula de clase.

Para determinar el volumen de construcción del aula de cátedra F.C.I # 004 se hará uso de la siguiente fórmula.

$$V = a * b * h \quad \text{Ecuación 2 [40]}$$

**Donde:**

**a=** Longitud (m)

**b=** Latitud (m)

**h =** Altura (m)

$$V = 8,15m * 6.35m * 3.10m = 166.13 \text{ m}^3$$

#### 4.2.2.1. Renovaciones de aire entregado por el acondicionador de aire.

$$\text{Renovaciones horarias} = \frac{\text{Caudal}}{\text{Volumen}} \quad \text{Ecuación 3 [41]}$$

De la ecuación 3 se despeja caudal.

**Caudal** = renovaciones horarias \* volumen

$$\text{Caudal} = 7 \text{ renovaciones/ horas} * 166.13\text{m}^3 = 1102.36 \text{ m}^3/\text{h}$$

La capacidad correcta para el caudal de aire que debe tener el evaporador que el aula F.C.I # 004 es de 1102.36 m<sup>3</sup>/h

**Cuadro 6.** Tabla de renovaciones a la hora para cada tipo de establecimiento

Tipo de local		Nº renovaciones de aire /hora
Auditorio		6 – 8
Salas de cine y de teatros		5 – 8
Aulas		5 – 7
Salas de conferencias		6 – 8
Cocinas	Privadas	15 – 25
	Colectivas	15 – 30
Salas de fotocopias		10 – 16

**FUENTE:** ACUERDO N 2393 - CG-CAPÍTULO V-2015

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Figura 16.** Aula de cátedra académica F.C.I # 004



**FUENTE:** INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Cuadro 7.** Detalle de la construcción del aula de clase

Pared frontal		Pared lateral	
<b>Descripción</b>	<b>Total</b>	<b>Descripción:</b>	<b>Total</b>
<b>Longitud:</b>	7.85 x 3,21m	<b>Longitud:</b>	6.35 x 3.21m
<b>Altura total:</b>	3.71 m	<b>Altura total :</b>	3.71m
<b>Espesor:</b>	30 cm	<b>Espesor:</b>	30 cm
<b>Tipo de ladrillo:</b>	Perforado	<b>Tipo de ladrillo:</b>	Perforado
<b>Color:</b>	Crema	<b>Color:</b>	Crema
Ventana 1		Ventana 2	
<b>Descripción:</b>	<b>Total</b>	<b>Descripción:</b>	<b>Total</b>
<b>Longitud:</b>	3.20 m	<b>Longitud:</b>	3.20 m
<b>Altura:</b>	1.35 m	<b>Altura:</b>	1.35 m
<b>Espesor:</b>	5 mm	<b>Espesor:</b>	5 mm

**FUENTE:** INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

### 4.3. Cálculo de cargas térmicas del aula F.C.I # 004

Para determinar la capacidad correcta de un acondicionador de aire es necesario realizar el siguiente cálculo ingenieril mediante los procesos que se detalla a continuación:

#### 4.3.1. Transferencia de calor en el aula de clases.

$$\vec{Q} = \frac{T_{\infty 1} - T_{interior}}{R_{Conv\ aire} + R_{Cond\ pared} + R_{Conv\ aire\ aula}} \quad \text{Ecuación 4 [21]}$$

La proyección de las eventualidades de temperaturas ambientales en el cantón Quevedo se obtuvo mediante la página de climate data, son las siguientes 27 °C y 25 °C. (Ver figura 17)

**Figura 17.** Temperaturas anuales en el cantón Quevedo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	25.5	25.9	26.2	26.3	25.7	24.7	24.1	24.3	24.7	24.8	24.8	25.4
Temperatura mín. (°C)	21.3	21.6	21.7	21.9	21.6	21	20.1	19.9	20.1	20.4	20.3	20.9
Temperatura máx. (°C)	29.8	30.2	30.7	30.7	29.8	28.4	28.1	28.7	29.3	29.2	29.3	29.9
Temperatura media (°F)	77.9	78.6	79.2	79.3	78.3	76.5	75.4	75.7	76.5	76.6	76.6	77.7
Temperatura mín. (°F)	70.3	70.9	71.1	71.4	70.9	69.8	68.2	67.8	68.2	68.7	68.5	69.6
Temperatura máx. (°F)	85.6	86.4	87.3	87.3	85.6	83.1	82.6	83.7	84.7	84.6	84.7	85.8
Precipitación (mm)	425	452	455	379	157	54	15	12	17	22	27	147

FUENTE: CLIMATE-DATA.ORG.

### 4.3.2. Fórmula diferencial de temperatura.

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

**Ecuación 5** [22]

**Donde:**

$\Delta T$  = Diferencial de temperatura. (°C)

$T_2$  = Temperatura del aire exterior. (°C)

$T_1$  = Temperatura del aire interior. (°C)

$$\Delta T = 27^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 2^\circ\text{C}$$

### 4.3.3. Análisis pared frontal del aula de cátedra.

En esta aula de clases tenemos tres clases de resistencias térmicas son las siguientes resistencias por convección del aire, resistencia térmica de la pared y resistencia térmica por convección del habitáculo.

#### 4.3.4. Fórmula de la resistencia térmica.

Se evalúa cada una de las resistencias térmicas para determinar la resistencia total y la transferencia de calor obtenidas mediante los siguientes análisis.

$$R_{total} = R_{conv,1} + R_{pared} + R_{conv,2} \quad \text{Ecuación 6 [22]}$$

**Donde:**

$R_{conv,1}$  = Resistencia térmica por convección 1 ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )

$R_{pared}$  = Resistencia térmica de la pared ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )

$R_{conv,2}$  = Resistencia por convección 2 ( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ )

**Figura 18.** Conductividades térmicas de los materiales

Material	$k, \text{W/m} \cdot ^{\circ}\text{C}^*$
Diamante	2 300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80.2
Mercurio (l)	8.54
Vidrio	0.78
Ladrillo	0.72
Agua (l)	0.607
Piel humana	0.37
Madera (roble)	0.17
Helio (g)	0.152
Caucho suave	0.13
Fibra de vidrio	0.043
Aire (g)	0.026
Uretano, espuma rígida	0.026

FUENTE: YUNUS CENGEL (PÁG. 20)

#### 4.3.5. Resistencia térmica del aire exterior.

$$R_{Conv,1} = \frac{1}{h_1 A} \quad \text{Ecuación 7 [21]}$$

$$R_{conv,1} = \frac{1}{0.026 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}} * (7.85 \text{ m} * 6.35 \text{ m})} = 0.77 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

**Donde:**

$R_{conv,1}$ = Resistencia térmica por convección 1 (°C/W)

$h_1$ = Coeficiente transferencia de calor en las superficies (W/m<sup>2</sup>\* °C) (ver figura 18)

A= Área del recinto termodinámico (m<sup>2</sup>) (ver cuadro 7)

**4.3.6. Resistencia térmica de la pared frontal.**

$$R_{pared} = \frac{L}{KA} \quad \text{Ecuación 8 [21]}$$

$$R_{pared} = \frac{0.30\text{m}}{0.72 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} * (7.85\text{m} * 6.35\text{m})} = 8.35 * 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C/W}$$

**Donde:**

$R_{pared}$  = Resistencia térmica de la pared (°C/W)

L= Espesor de la pared (m) (ver cuadro 7)

K = Conductividad térmica del material (W/m °C) (ver figura 18)

A= Área del recinto termodinámico (m<sup>2</sup>) (ver cuadro 7)

**4.3.7. Resistencia térmica del habitáculo**

$$R_{conv2} = \frac{1}{h_2A} \quad \text{Ecuación 9 [21]}$$

$$R_{conv2} = \frac{1}{0.026 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 * ^{\circ}\text{C}} * (7.85\text{m} * 3.21\text{m})} = 1.52 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$$

**Donde:**

$R_{conv2}$ = Resistencia por convección (°C/W)

$h_2$ = Coeficientes de transferencia de calor de las superficies (w/m<sup>2</sup>\* °C) (figura 18)

A= Área del recinto termodinámico m<sup>2</sup> (ver cuadro 7)

#### 4.3.8. Resistencia térmica total.

$$R_{total\ pared\ frontal} = R_{conv,1} + R_{pared} + R_{conv,2} \quad \text{Ecuación 10 [22]}$$

$$R_{total} = (0.77 + 8.35 * 10^{-3} + 1.52) \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

$$R_{total} = 2.30 \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

#### Donde:

$R_{total}$  = Resistencia térmica total ( $^\circ\text{C/W}$ )

$R_{conv,1}$  = Resistencia térmica por convección 1 ( $^\circ\text{C/W}$ )

$R_{pared}$  = Resistencia térmica de la pared ( $^\circ\text{C/W}$ )

$R_{conv,2}$  = Resistencia por convección 2 ( $^\circ\text{C/W}$ )

#### 4.3.9. Ecuación de razón de transferencia de calor.

La razón de transferencia de calor que ejerce sobre la pared frontal se analizará mediante la siguiente fórmula.

$$\vec{Q}_{pared\ frontal} = \frac{(T_{\infty 1} - T_{\infty 2})^\circ\text{C}}{R_{total}} \quad \text{Ecuación 10 [21]}$$

#### Donde:

$\vec{Q}$  = Razón de transferencia de calor (W)

$T_{\infty 1}$  = Temperatura de exterior ( $^\circ\text{C}$ )

$T_{\infty 2}$  = Temperatura de interior ( $^\circ\text{C}$ )

$R_{total}$  = Resistencia térmica total (W)

$$\vec{Q}_{pared\ frontal} = \frac{2^\circ\text{C}}{2.30 \text{ } ^\circ\text{C/W}} = 0.86 \text{ W}$$

#### 4.3.10. Cálculo resistencia térmica de la pared lateral.

$$R_{total} = \frac{1}{h_1 A} + \frac{L}{KA} + \frac{1}{h_2 A} \quad \text{Ecuación 11 [21]}$$

#### 4.3.11. Resistencia térmica del aire exterior.

Los datos obtenidos para este cálculo ver los valores del cuadro 7 y figura 18

$$R_{conv,1} = \frac{1}{h_1 A} \quad \text{Ecuación 12 [21]}$$

$$R_{conv,1} = \frac{1}{0.026^\circ C/m^2 W * (6.35m * 3.21m)} = 1.81 \text{ }^\circ C/W$$

#### 4.3.12. Resistencia térmica de la pared lateral.

Los datos obtenidos para este cálculo ver los valores del cuadro 7 y figura 18

$$R_{pared} = \frac{L}{KA} \quad \text{Ecuación 13 [21]}$$

$$R_{pared} = \frac{0.30m}{0.72 \frac{W}{m^\circ C} * (6,35m * 3.21m)} = 0.02 \text{ }^\circ C/W$$

#### 4.3.13. Resistencia térmica del interior.

Los datos obtenidos para este cálculo ver los valores del cuadro 7 y figura 18

$$R_{conv2} = \frac{1}{h_2 A} \quad \text{Ecuación 14 [21]}$$

$$R_{conv2} = \frac{1}{0.026 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * (6.35m * 3.21m)} = 1.92^\circ C/W$$

#### 4.3.14. Resistencia térmica total.

$$R_{total\ pared\ lateral} = R_{conv,1} + R_{pared} + R_{conv,2} \quad \text{Ecuación 15 [22]}$$

$$R_{total} = (1.81 + 0.03 + 1.9) ^\circ C/W$$

$$R_{total} = 3.77 ^\circ C/W$$

#### 4.3.15. Ecuación de la razón transferencia de calor

La transferencia de calor que se ejerce sobre la pared lateral se analizará mediante la siguiente fórmula.

$$\vec{Q}_{pared\ lateral} = \frac{(T_{\infty 1} - T_{\infty 2})}{R_{total}} \quad \text{Ecuación 16 [21]}$$

$$\vec{Q} = \frac{27^\circ C - 25^\circ C}{3.77 ^\circ C/W} = 0.53 W$$

#### 4.3.16. Cargas térmicas a través de la Ventana

$$\vec{Q}_{ventana} = F_{mod} * A_t * I_{oi} \quad \text{Ecuación 17 [29]}$$

**Donde:**

$f_{mod}$  = Factor solar modificado. (ver tabla 12)

$A_t$  = Áreas de transmisión total en sombra y ocupada por el marco. (ver en el cuadro 10)

$I_{oi}$  = Carga instantánea a través de la superficie acristalada. (W/m<sup>2</sup>) (ver tabla 13)

$$\vec{Q}_{ventana} = 0.37 * (3.20m * 1.35m) * 86 W/m^2$$

$$\vec{Q}_{ventana} = 137.46 W * 2 = 274.92 W$$

**Tabla 3.** Factor global Fmod, para elementos adicionales en acristalamientos

Elementos fijos			F		
Carpintería metálica			0.96		
Carpintería madera			0.85		
Vidrio sencillo (espesor en m)			1 – 10(e – 0.004)		
Vidrio doble			0.92		
Vidrio de color:	Ambar		0.85		
	Bronce		0.77		
	Rosa		0.92		
	Azul		0.80		
	Gris		0.78		
	Verde		0.74		
	Opalescente claro		0.43		
	Opalescente oscuro		0.37		
Elementos móviles			F		
			Interiores	Exteriores	
Persianas	Color	Claro	0.50	0.14	
		Medio	0.65	0.11	
		Oscuro	0.80	0.09	
Cortinas interiores			Cantidad de hilo		
			Espaciada	Media	Tupida
Color	Claro		0.67	0.56	0.45
	Medio		0.77	0.69	0.64
	Oscuro		0.87	0.84	0.82

**FUENTE:** MAGÍN LAPUERTA AMIGO

**Tabla 4.** Carga a través del vidrio simple

Orient.	Hora solar														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Horiz.	20	130	285	450	596	707	776	800	776	707	596	450	285	130	20
N-som	45	119	117	110	129	142	150	153	150	142	129	110	117	119	45
NE	92	303	409	401	314	199	150	153	150	142	129	111	87	56	12
E	86	319	482	539	507	400	246	153	150	142	129	111	87	56	12
SE	30	163	299	392	429	408	334	226	150	142	129	111	87	56	12
S	12	56	87	111	152	215	266	284	266	215	152	111	87	56	12
SO	12	56	87	111	129	142	150	226	334	408	429	392	299	163	30
O	12	56	87	111	129	142	150	153	246	400	507	539	482	319	86
NO	12	56	87	111	129	142	150	153	150	199	314	401	409	303	92

**FUENTE:** MAGÍN LAPUERTA AMIGO

### 4.3.17. Cargas por calor latente.

Las cargas por calor latente emitidas por las 36 personas que hacen uso de las instalaciones del aula de clases F.C.I # 004 se determinará de la siguiente manera.

**Tabla 5.** Factor de simultaneidad  $f_{sim}$  para ocupantes

Descripción	Valor de simultaneidad
Oficinas	0.75 a 0.9
Apartamentos	0.4 a 0.6
Grandes almacenes	0.8 a 0.9
Industria	0.85 a 0.95

**FUENTE:** MAGÍN LAPUERTA AMIGO (2012 P 276)

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

$$Q_{lat\ ocupantes} = n_{PER\ lan} * Q_{PER\ lat} * f_{SIM} \quad \text{Ecuación 18 [29]}$$

**Donde:**

$Q_{lat}$  = Flujo de calor latente desprendidos por una persona (W)

$n_{PER\ lan}$  = Número de personas en el local (W)

$Q_{PER\ lat}$  = Flujo de calor latente emitido por una persona (W) (Ver en el anexo 3)

$f_{SIM}$  = Factor de simultaneidad para ocupantes (ver en la tabla 4)

$$Q_{lat} = 36 * 84\ W * 0.9 = 2721.6\ W$$

### 4.3.18. Distinguiendo de los hombres y mujeres.

Para realizar este análisis tenemos una cantidad de 27 hombres y 9 mujeres dentro de este recinto termodinámico.

#### 4.3.19. Cargas por calor latente en los hombres dentro del salón de clases.

$$Q_{lat\ hombre} = n_{PER\ lan} * Q_{PER\ lat} * f_{SIM} \quad \text{Ecuación 19 [29]}$$

**Donde:**

$n_{PER\ lan}$  = Número de personas en el local.

$Q_{PER\ lat}$  = Calor latente emitido por los hombres (W) (ver en el anexo 2)

$f_{SIM}$  = Factor de simultaneidad para los ocupantes (ver en la tabla 5)

$$Q_{lat\ hombre} = 27 * 53\ W * 0.9 = 1287,9W$$

#### 4.3.20. Cargas por calor latente de las mujeres dentro del salón de cátedra.

$$Q_{lat\ mujeres} = n_{PER\ lan} * Q_{PER\ lat} * f_{SIM} \quad \text{Ecuación 20 [29]}$$

**Donde:**

$n_{PER\ lan}$  = Número de mujeres dentro del aula de clases.

$Q_{PER\ lat}$  = Calor latente emitido por las mujeres (W) (ver en el anexo 2)

$f_{SIM}$  = Factor de simultaneidad para los ocupantes (ver en la tabla 5)

$$Q_{lat\ mujeres} = 9 * 34\ W * 0.9 = 275.4\ W$$

#### 4.3.21. Cargas por calor latente total de los hombre y mujeres.

$$Q_{lat\ total} = Q_{lat\ hombres} + Q_{lat\ mujeres} \quad \text{Ecuación 21 [28]}$$

**Donde:**

$Q_{lat\ total}$  = Calor latente total (W)

$Q_{lat \text{ hombres}} = \text{Calor latente emitido por los hombres (W)}$

$Q_{lat \text{ mujeres}} = \text{Calor latente emitido por las mujeres (W)}$

$$Q_{lat \text{ total}} = 1289W + 275.4W = 1563.3 W$$

#### 4.3.22. Carga por calor sensible promedio de una persona.

Suponiendo que el valor promedio de una persona.

$$Q_{sen \text{ promedio persona}} = n_{PER} * Q_{PER \text{ sen}} * f_{SIM} \quad \text{Ecuación 22 [28]}$$

**Donde:**

$n_{PER}$  = Número de personas

$Q_{PER \text{ sen}}$  = Calor sensible de las personas (W) (ver en el anexo 2)

$f_{SIM}$  = Factor de simultaneidad (ver en tabla 4)

$$Q_{sen \text{ promedio}} = 36 * 77 W * 1 = 2772 W$$

#### 4.3.23. Cargas por iluminación en el interior de las aulas.

Para estimar la ganancia de calor por iluminación distribuida en el aula de clases que es calor sensible emitida por las luces se detallará a continuación.

**Tabla 6.** Cargas de iluminación interior de las aulas.

Lámparas fluorescentes	Cantidad	Capacidad (W)	Total (W)
Aulas	18	32	576

**FUENTE:** INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

#### 4.3.24. Teniendo las luces encendidas en el salón de clases.

$$PT = \text{Número de luces} * \text{Potencia} \quad \text{Ecuación 23 [29]}$$

**Donde:**

**Número de luces** = Total de los focos fluorescentes instaladas en el lugar (W)

**PT**= Potencia total de los focos fluorescentes (W)

$$PT = 18 * 32 \text{ W} = 576\text{W}$$

**Tabla 7.** Factores de simultaneidad para luces

Descripción	Valor de simultaneidad
Oficina	0.7 a 0.85
Apartamento, Hotel	0.3 a 0.5
Grandes almacenes	0.9 a 1
Industria	0.8 a 0.9

**FUENTE:** JOSÉ MANUEL PINAZO OJER (1999 P. 288).

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.3.25. Cargas por iluminación dentro del aula de clases.

$$Q_{sen} = 1.2 * PT * FS \quad \text{Ecuación 24 [29]}$$

**Donde:**

**Q<sub>sen</sub>** = Flujo de calor sensible (W)

**PT**= Potencia total (W)

**FS**= Factor de simultaneidad

$$Q_{sen} = 1.2 * 576\text{W} * 1 = 691.2 \text{ W}$$

#### 4.3.26. Carga térmica total.

Es la suma de todas las ganancias de calor establecidas en el aula de clases.

$$Q_T = \vec{Q}_{pared\ frontal} + \vec{Q}_{pared\ lateral} + \vec{Q}_{ventana} + Q_{lat\ personas} + Q_{lat\ total} \\ + Q_{sen\ promedio} + Q_{sen\ iluminacion}$$

$$Q_T = (0.86 + 0.53 + 274.92 + 2721.6 + 1564.4 + 2772 + 691.2)W$$

$$Q_T = 8025.51\ W = 25200.10\ BTU/h$$

#### 4.3.27. Porcentaje error de instalación del acondicionador de aire.

$$\% Error_{instalaci\o n} = \frac{\text{Valor}_{calculado} - \text{Valor}_{instalado}}{\text{Valor}_{calculado}} * 100\%$$

**Ecuación 25**

$$\% Error_{instalaci\o n} = \frac{25200,10\ BTU/h - 24000\ BTU/h}{25200,10\ BTU/h} * 100\%$$

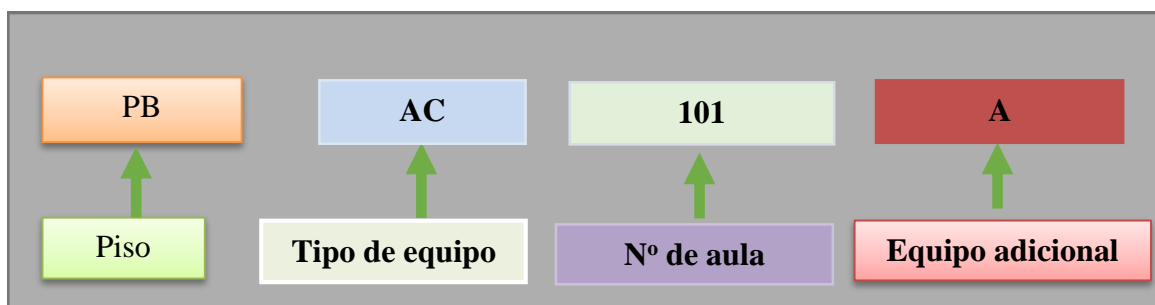
$$\% Error_{instalaci\o n} = 4,76\%$$

El error de instalación de este acondicionador de aire es de 4,76% situado en esta aula de cátedra, esta sub dimensionado se recomienda instalar un equipo de mayor capacidad.

#### 4.4. Codificación de los equipos acondicionadores de aire.

La codificación de máquina se la realiza con la finalidad de que mantenimiento sea más eficiente para ello se establece la ubicación del equipo el área de trabajo y luego se le asigna un código que se detalla a continuación en el cuadro 11 y en los anexos (4.1, 4.2).

**Figura 19.** Pasos para una codificación de máquina



**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

**Piso y N° de planta:**

Donde el primer dígito es el número de piso y los dos primeros dígitos es el número de aula.

**Cuadro 8.** Número de piso y aulas

Símbolo	Número de planta	Número de aula
<b>PB</b>	Planta baja	001
<b>PA1</b>	Planta primera	001
<b>PP2</b>	Planta segunda	201

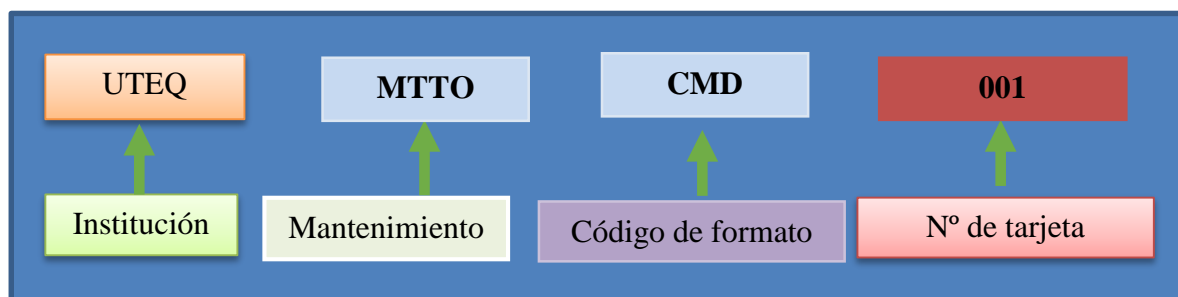
**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

**Cuadro 9.** Tipo de equipo acondicionadores de aire

Símbolo	Tipo de equipo
<b>AC</b>	Aire acondicionado
<b>SP</b>	Split
<b>PT</b>	Piso techo
<b>CA</b>	Cassette

**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

**Figura 20.** Código de formatos para la gestión de mantenimiento



**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

Donde el primer dígito es el nombre de la institución, segundo dígito mantenimiento, el tercer dígito es el código de formato, y el cuarto es el número de la tarjeta.

**Cuadro 10** Nombre de tarjeta y número

<b>Símbolo</b>	<b>Nombre de la tarjeta</b>	<b>Número de tarjeta</b>
<b>UTEQ</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	
<b>MTTO</b>	Mantenimiento	001
<b>CMD</b>	Código de máquina	001
<b>IDM</b>	Inventario de máquina	001
<b>TD</b>	Tarjeta de diagnóstico	001
<b>IT</b>	Informe técnico	001
<b>SDC</b>	Solicitud de compra	001
<b>HM</b>	Historial de Máquina	001
<b>TDCDC</b>	Tarjeta de control de componentes	001
<b>BDC</b>	Bitácora de control	001
<b>ODT</b>	Orden de trabajo	001
<b>CM</b>	Cronograma de mantenimiento	001

**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

**Cuadro 11.** Codificación de máquina a los acondicionadores de aire instalados en la planta baja.

Código de máquina				UTEQ-MTTO-CDM-001		
Ítem	Código alfa numérico	Área	Máquina	Tipo	Marca	Capacidad
01	PB. SP. 001	Aula de clase F.C.I # 005	Acondicionador de aire	Split	Midea	30000 BTU/h
02	PB. SP. 002	Laboratorio de electricidad y electrónica	Acondicionador de aire	Split	Midea	30000 BTU/h
03	PB. SP. 003	Laboratorio de termología.	Acondicionador de aire	Split	Midea	30000 BTU/h
04	PB. SP. 004	Laboratorio de Mecánica.	Acondicionador de aire	Split	Midea	30000 BTU/h
05	PB. SP. 005	Coordinación de la carrera	Acondicionador de aire	Split	Midea	30000 BTU/h
06	PB. PT. 006	Bar universitario	Acondicionador de aire	Piso techo	SMC	36000BTU/h
07	PB. CA. 007	Auditórium	Acondicionador de aire	Cassette	Midea	60000 BTU/h
08	PB. SP. 008	Cuarto de vigilancia	Acondicionador de aire	Split	Panasonic	12000 BTU/h
09	PB. CA. 009	Auditórium	Acondicionador de aire	Cassette	Midea	60000 BTU/h
10	PB. CA. 010	Auditórium	Acondicionador de aire	Cassette	Midea	60000 BTU/h
11	PB. SP. 011	Aula de clase F.C.I # 001	Acondicionador de aire	Split	Panasonic	24000 BTU/h
12	PB. SP. 012	Aula de clase F.C.I # 002	Acondicionador de aire	Split	Midea	30000 BTU/h
13	PB. SP. 013	Aula de clase F.C.I # 003	Acondicionador de aire	Split	Midea	30000 BTU/h
14	PB. SP. 014	Aula de clase F.C.I # 004	Acondicionador de aire	Split	Panasonic	24000 BTU/h

**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

#### **4.5. Inventario de los equipos acondicionadores de aire.**

El inventario de máquina se lo realiza con el objetivo de conocer las características técnicas a los equipos acondicionadores de aire esta información permite conocer su identificación como identidad, ubicación, localización, cantidad de equipos, marca, modelo, voltaje, frecuencia, capacidad de enfriamiento etc. Como se muestra en el cuadro 11 y en el anexo 4.3.

**Figura 21.** Acondicionadores de aire Piso techo



**FUENTE:** ELABORADO POR LOS AUTORES 2018

**Cuadro 12.** Inventario de los equipos acondicionadores de aire Split marca Midea instalados en la planta baja.

Inventario de máquina			UTEQ – MTTO - IDM - 001	
<b>Identidad :</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en :</b>	15 de Febrero del 2018	
<b>Ubicación :</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización :</b>	Planta baja	
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>		
<b>Código de las máquinas:</b>	PB. SP. 001, PB. SP. 002, PB. SP. 003, PB. SP. 004, PB. SP. 005, PB. SP. 012, PB. SP. 013			
<b>Cantidad de equipos:</b>	7			
Especificaciones técnicas de los equipos				
<b>Unidad condensadora :</b>		<b>Unidad evaporadora:</b>		
<b>Marca:</b>	Midea	<b>Modelo:</b>	MOV2-36C-N	
<b>Modelo:</b>	MSD-30 CR	<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta:</b>	<b>Baja:</b>
			2.8 Mpa	0.8 Mpa
<b>Voltaje :</b>	220 V	<b>Corriente nominal:</b>	1.2 A	
<b>Frecuencia:</b>	60 HZ	<b>Potencia :</b>	5000 W	
<b>Capacidad de enfriamiento :</b>	30000BTU/h	<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	Ip 24	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.6. Diagnóstico del estado actual de los acondicionadores de aire.

Para determinar el estado actual de los acondicionadores de aire se realiza mediante un reporte de mantenimiento que nos permite conocer su estado inicial se encuentra conformado de la siguiente manera nombre de la identidad, trabajo o procedimiento a realizar, código de máquina, funcionamiento, verificación de voltaje, corriente del compresor, presiones de trabajo y trabajos específicos a realizar. Ver cuadro 12.

Para saber el estado de los equipos acondicionadores de aire en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería se realizará un modelo de diagnóstico que se encuentra estructurado de la siguiente manera ítem, codificación, nombre del equipo, tipo, marca, ubicación y estado que se detalla en el cuadro 13 y en los anexos 4.11, 4.12.

**Figura 22.** Acondicionadores de aire tipo Cassette



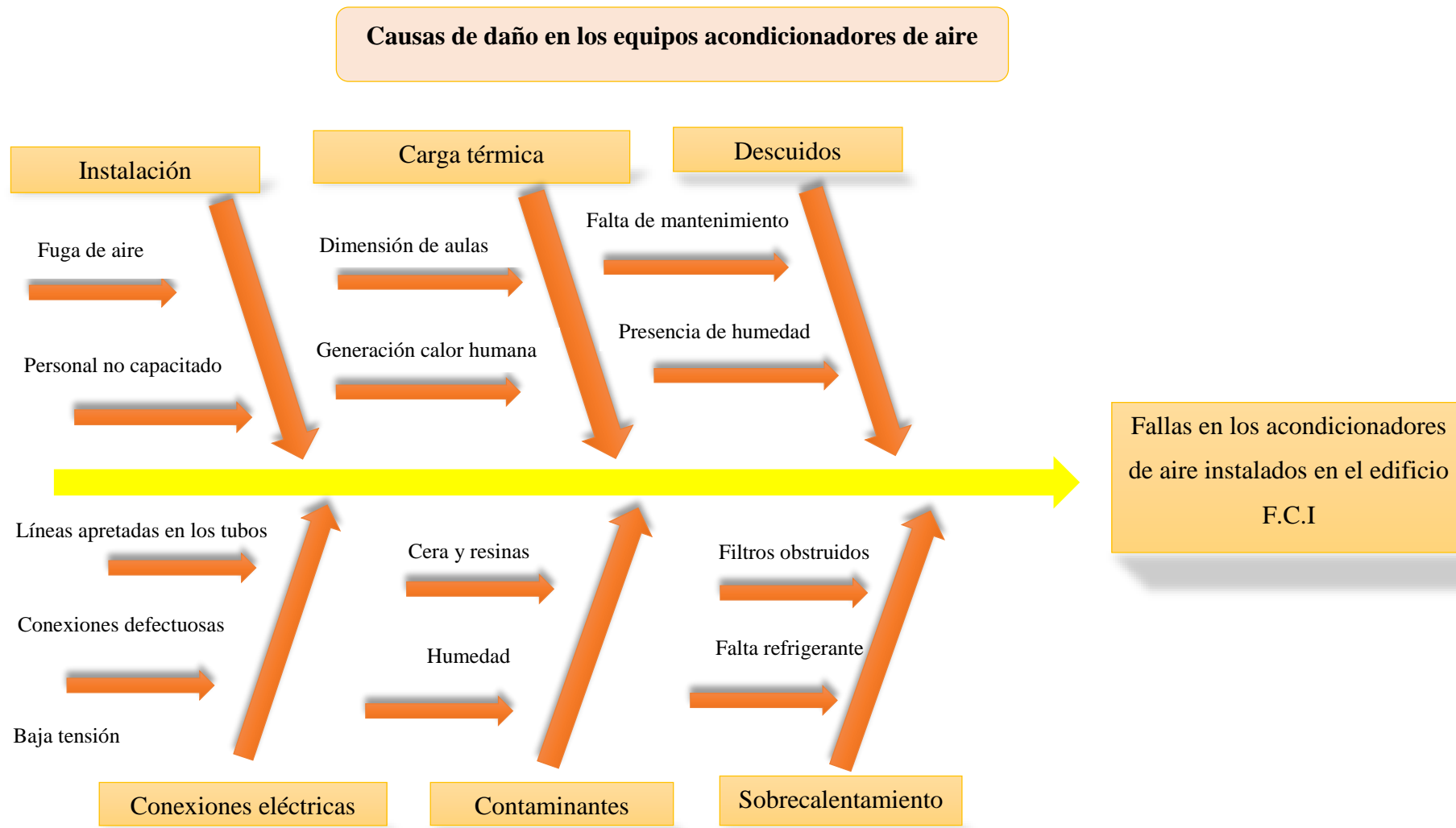
**FUENTE:** ELABORADO POR LOS AUTORES 2018

**Cuadro 13.** Diagnóstico del estado actual de los equipos acondicionadores de aire instalados en la planta baja

Tarjeta de diagnóstico						UTEQ-MTTO-TD-001
ítem	Codificación	Nombre del equipo	Tipo	Marca	Ubicación	Estado
1	PB. SP. 01	Acondicionador de aire	Split	Midea	F.C.I # 005	Funcionando ok
2	PB. SP. 02	Acondicionador de aire	Split	Midea	Laboratorio de electricidad y electrónica	Funcionando ok
3	PB. SP. 03	Acondicionador de aire	Split	Midea	Laboratorio de Termología.	Funcionando ok
4	PB. SP. 04	Acondicionador de aire	Split	Midea	Laboratorio de Mecánica.	Funcionando ok
5	PB. SP. 05	Acondicionador de aire	Split	Midea	Coordinación de carrera	Funcionando ok
6	PB. PT. 06	Acondicionador de aire	Piso techo	SMC	Bar universitario	Funcionando ok
7	PB. CA. 07	Acondicionador de aire	Cassette	Midea	Auditorium	Funcionando ok
8	PB. SP. 08	Acondicionador de aire	Split	Panasonic	Cuarto de vigilancia	No operativo falla eléctrica
9	PB. CA. 09	Acondicionador de aire	Cassette	Midea	Auditorium	Funcionando ok
10	PB. CA. 010	Acondicionador de aire	Cassette	Midea	Auditorium	No operativo (error E 03)
11	PB. SP. 011	Acondicionador de aire	Split	Panasonic	F.C.I # 001	Funcionando ok
12	PB. SP. 012	Acondicionador de aire	Split	Midea	F.C.I # 002	Funcionando ok
13	PB. SP. 013	Acondicionador de aire	Split	Midea	F.C.I # 003	Funcionando ok
14	PB. SP. 014	Acondicionador de aire	Split	Panasonic	F.C.I # 004	Funcionando ok

**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

Figura 23. Diagrama Ishikawa



ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

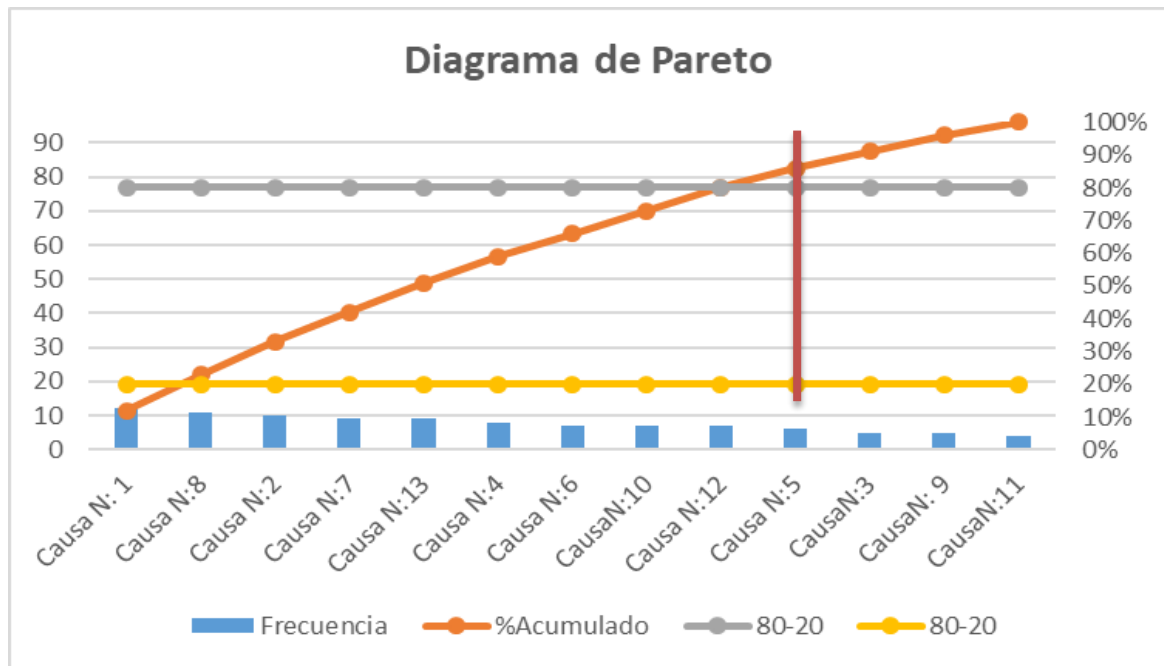
#### 4.7. Diagrama Ishikawa.

Para determinar las causas y efecto de los acondicionadores de aire en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería se hace uso del diagrama Ishikawa, el cual permite conocer las causas y efectos cómo se observa en la figura 23.

#### 4.8. Análisis de falla en los acondicionadores de aire.

A continuación, se representa el análisis de las causas de falla en los acondicionadores de aire instalados en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería aplicando el principio de Pareto.

Gráfico 1. Diagrama de Pareto



ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

Para analizar la relación del (80-20) en el diagrama de Pareto a continuación se describirá las causas de mayor probabilidad son: causas N: (1 ,8,2,7,13,4,6,10,12) y las de menor probabilidad son las siguientes causas N: (5,3,11,9)

**Cuadro 14.** Causas de fallo de los equipos acondicionadores de aire aplicando Pareto

<b>Causa</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>%Acumulado</b>
1	12	12	12%
8	11	11	23%
2	10	10	33%
7	9	9	42%
13	9	9	51%
4	8	8	59%
6	7	7	66%
10	7	7	73%
12	7	7	80%
5	6	6	86%
3	5	5	91%
9	5	5	96%
11	4	4	100%
	100	100	

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**Tabla 8** Causas en los equipos acondicionadores de aire.

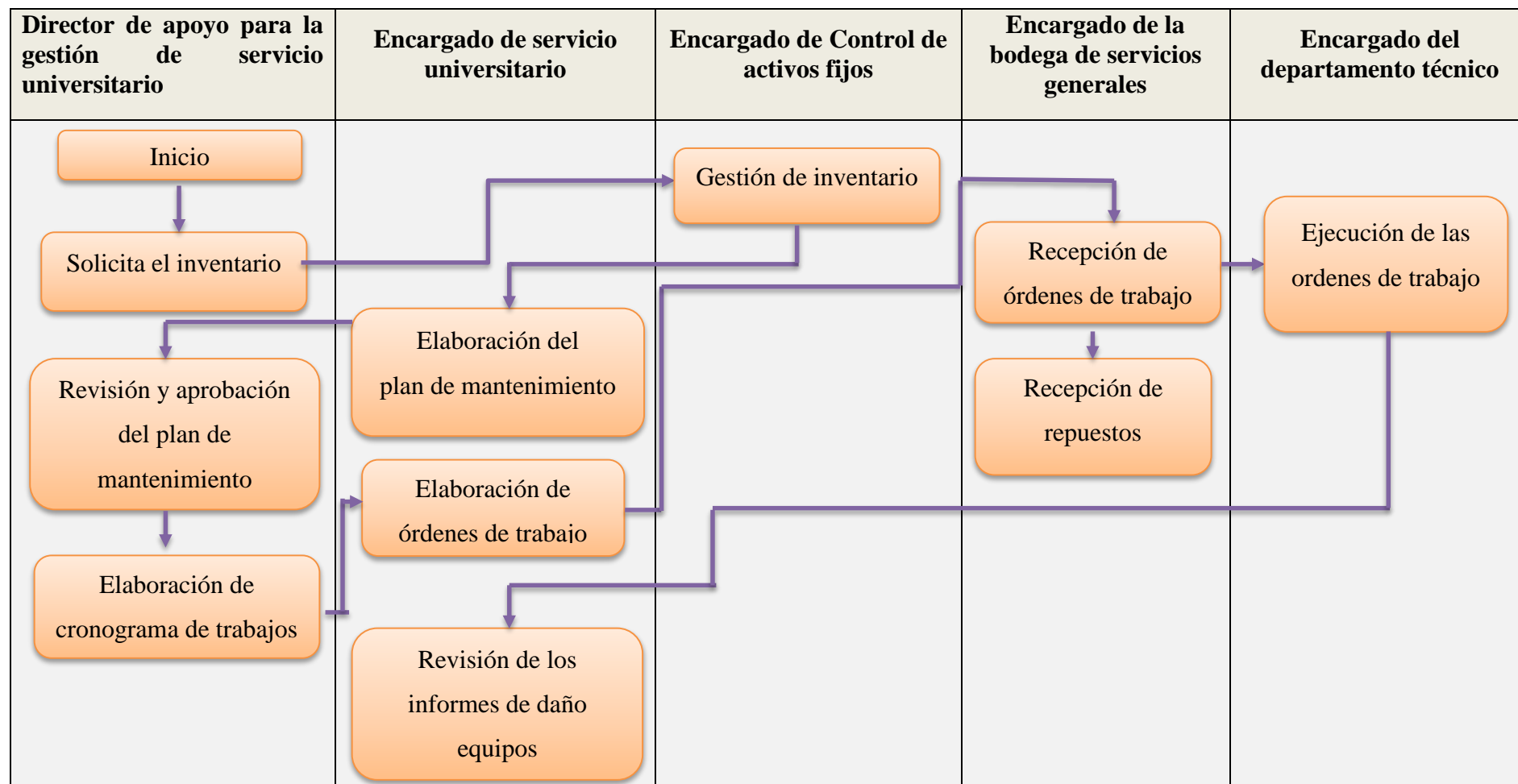
<b>Causa 1</b>	Fallo en el capacitor de marcha de los equipos acondicionadores de aire.
<b>Causa 2</b>	Falta de refrigerante en el sistema en los equipos acondicionadores de aire.
<b>Causa 3</b>	Cambio de los compresores rotativo de los acondicionadores de aire.
<b>Causa 4</b>	Averías en el motor ventilador a la unidad evaporadora.
<b>Causa 5</b>	Cambio de la tarjeta electrónica de los aires acondicionados.
<b>Causa 6</b>	Averías en el motor ventilador a la unidad condensadora.
<b>Causa 7</b>	Obstrucción en la tubería de desagüe.
<b>Causa 8</b>	Reemplazo del filtro de aire en las unidades evaporadoras de los acondicionadores de aire.
<b>Causa 9</b>	Avería en la bomba de drenaje de los equipos acondicionadores de aire tipo Cassette.
<b>Causa 10</b>	Rotura de la tubería del sistema de alta presión.
<b>Causa 11</b>	Falla en el Display de los aires acondicionado.
<b>Causa 12</b>	Rotura de la hélice de las unidades condensadoras.
<b>Causa 13</b>	Falla en la turbina de la unidad evaporadora.

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### **4.9. Diagrama de flujo para la gestión de mantenimiento.**

El siguiente diagrama se encuentra distribuido de la siguiente manera director de apoyo para la gestión de servicio universitario Ing. Flerido Avilés, solicita el inventario de los equipos a control de activos fijo cuyo representante es la Ing. Elena Moreira quien le brinda la información al Ing. Víctor Piñeiro para que desarrolle el plan de mantenimiento y emitir los formatos de trabajo al departamento de bodega de servicios generales quien se encuentra a cargo el Ing. Robinson Vera, se encarga desarrollar las ordenes de mantenimiento y emitir estas órdenes al departamento técnico a cargo del técnico Franklin Erazo que se encarga de ejecutar las labores de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire instalados en la Universidad campus Ing. Manuel Haz Álvarez. (Ver en el cuadro 15)

**Cuadro 15.** Diagrama de flujo para la gestión de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire en la UTEQ.



**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### **4.10. Plan de mantenimiento preventivo.**

Con la investigación propuesta se puede observar que la Facultad Ciencias de la Ingeniería, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo dispone de 49 equipos acondicionadores de aire, al haberse analizado su funcionamiento y el estado de las instalaciones hecha, se considera que es necesario implementar un plan de mantenimiento (preventivo y correctivo), el mantenimiento que se da actualmente tiene que pasar por procesos y políticas de la Universidad retrasando así su ejecución. El presente plan contiene los siguientes componentes.

##### **4.10.1. Objetivos del plan de mantenimiento.**

- Garantizar el buen funcionamiento de los equipos acondicionadores de aire en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.
- Cumplir con el plan de mantenimiento para optimizar recursos destinados para llevar a cabo las labores de mantenimiento.
- Contribuir con la reducción de los gastos por operación de las unidades climatizadoras de aire en la Facultad.
- Mantener la vida útil de los equipos acondicionadores de aire acorde con el plazo de amortización de ellos.

##### **4.10.2 Metas.**

Mantener en óptimas condiciones a los climatizadores de aire Split que se encuentran ubicados en el edificio F.C.I mediante la programación de mantenimientos preventivos pertinentes mediante ello disponer de menor tiempo posible en las averías correctivas que se presenten en los equipos garantizando el correcto confort térmico adecuado en las aulas de cátedra.

##### **4.10.3 Alcance.**

El presente plan de mantenimiento tendrá su aplicación en los equipos acondicionadores de aire Cassette, Split y Piso techo y en ellos se aplicará el mantenimiento preventivo el cual

consiste en la sanitización del serpentín condensador y evaporador, inspección de sus componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos de las unidades condensadoras y evaporadoras. El mantenimiento correctivo consiste en el reemplazo de los componentes deteriorados ya sea por falla eléctrica o desgaste de sus componentes mecánicos.

#### **4.10.4 Plan de acción.**

La Facultad Ciencias de la Ingeniería dentro de la presente vigencia se encuentra enfocada en un plan de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire para garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos para la prestación de su servicio. Las actividades necesarias para el mantenimiento preventivo a las diferentes marcas comerciales instaladas en el edificio son las siguientes Riviera, Panasonic, SMC, Midea, Prima y Mabe los climatizadores aire se detallarán a continuación.

#### **4.10.5 Mantenimiento preventivo para los acondicionadores de aire Cassette, Split y piso techo se realizará lo siguiente.**

- Verificar el correcto funcionamiento del acondicionador de aire.
- Comprobación y registro de condiciones de funcionamiento con respaldo fotográfico. (Ver anexo 4.13)
- Desenergizar la unidad evaporadora y condensadora para evitar un cortocircuito y colocar el candado de seguridad (kit de bloqueo eléctrico) en el interruptor principal.
- Desmontaje íntegro de las unidades evaporadoras y condensadoras, esta actividad se debe realizar trimestralmente, es decir cuatro veces al año. Se utiliza escaleras, set de herramientas.
- Limpieza de la carcasa esta actividad se realiza aplicando detergente y usando la hidro lavadora para luego secar la carcasa con una franela.
- Limpieza de los filtros de aire esta actividad se la ejecuta con la hidro lavadora cada 50 horas de uso en los equipos acondicionadores de aire.
- Lavado de la charola de desagüé esta actividad se la realiza cada vez que se realiza el mantenimiento preventivo al acondicionador de aire.
- Limpieza, retiro de obstrucciones y ajustes del sistema de drenaje.
- Limpieza del chasis.

- Limpieza de las rejillas se usa detergente y agua aplicado una brocha en su superficie hasta quedar limpia y luego secarla para proceder a su montaje.
- Sanitizado del serpentín evaporador hay que aplicar agua a presión de forma ascendente y descendente.
- Lubricación del buje se aplica grasa NLGL -2
- Lubricación del eje motor evaporador esta actividad se la realiza con grasa NLGL -2
- Revisión de opresor esta actividad se la realiza con un voltímetro.
- Limpiezas de carcasas, tratamiento de partes corroídas y aplicación de capa de pinturas anticorrosiva.
- Revisión del motor evaporador esta actividad se la ejecuta con el voltímetro.
- Revisión de sensores de temperatura esta actividad se la ejecuta con el voltímetro tomando un el polo positivo y negativo para verificar su correcto estado.
- Revisión del display esta actividad se la realiza con un voltímetro.
- Revisión del termostato se usa el amperímetro de gancho para verificar su correcto funcionamiento.
- Sanitización del serpentín condensador hay que aplicar agua a presión de forma ascendente y descendente.
- Suministro de carga de refrigerante para realizar esta actividad se usa el banco de manómetro, bascula y gas refrigerante R 22 o R 410 A.
- Limpieza aspa condensador se usa agua con detergente y una brocha una vez estando limpia se procede a secarla con una franela.
- Lubricación del rotor se usa aceite mineral o poliéster
- Revisión del amperaje del motor esta actividad se la realiza con el amperímetro de gancho.
- Revisión del capacitor esta actividad se la realiza con el amperímetro de gancho con el objetivo de conocer su estado eléctrico.
- Revisión de presión de gas refrigerante esta actividad se la realiza con el banco de manómetros.
- Revisión de voltaje para realizar esta actividad se la realiza con el amperímetro de gancho.
- Revisión de amperaje de compresor para realizar esta actividad se la realiza con un voltímetro.

- Verificación de bandas poleas y chumaceras esta actividad se la realiza con un tensiómetro.
- Revisión de block terminales se realiza de forma visual un con un voltímetro.
- Reemplazo de elementos menores deteriorados o carencia de estos (terminales de cables, tornillos, pernos, amarras, tapones y codos PVC).
- Reemplazo de tramos de aislante en las cañerías y cinta adhesivas de aluminio en mal estado.

#### **4.10.6 Mantenimiento correctivo.**

Para la reparación, cambio de partes y piezas defectuosas o en mal estado, producto del desgaste en la operación normal del sistema se encargará el departamento técnico, de la universidad el costo de los repuestos, mano de obra para la instalación de dichos repuestos los asumirá el director de apoyo, para la gestión de servicio universitario el cual notificará al departamento de compras públicas en el caso de falla en un equipo se deba a problemas de fábrica, se deberá notificar al líder de servicio universitario el cual realizará el informe técnico y notificará a control de activos fijos para que contacte con la empresa proveedora del equipo, ya sea que se cuentan con garantía para su reparación o dar de baja a la máquina.

Para el mantenimiento correctivo para los equipos acondicionadores de aire Cassette, Split y piso techo se realizará lo siguiente

- Desmontaje del componente averiado esta actividad se la realiza utilizando el set de herramienta.
- Montaje de los nuevos componentes compresor, motor, tarjeta electrónica etc.
- Carga de aceite al compresor.
- Corrección de fuga por falta de reajustes de válvulas de servicio, fuga o golpe de tubería.
- Vaciado de gas refrigerante.
- Carga de gas refrigerante.
- Conexiones eléctricas.

#### 4.10.1.1. Herramientas a utilizar para el mantenimiento preventivo y correctivo.

El contratista deberá proveer a su personal las herramientas y equipos de protección, así como los materiales a utilizar, estos deben cumplir las condiciones óptimas de calidad para que el trabajo a ejecutar no afecte la salud de las personas. (ver cuadro 17)

#### 4.10.1.2. Materiales.

Para la ejecución del mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire, sus elementos, repuestos y accesorios a reponer o incorporar en el transcurso de los trabajos; deberán ser nuevos, originales de fábrica o iguales a los que se reemplacen, salvo imposibilidad comprobada, en su defecto deberán reunir características iguales o superiores.

**Cuadro 16.** Materiales empleados

Ítem	Descripción	Unidades de las herramientas
1	Líquido desincrustante	Acid Clean
2	Agua	
3	Refrigerante	R 22 A, R 410 A
4	Condensadores	18-24, 30-40
5	Filtros de aire	
6	Limpiador de contactos	Contact cleaner CRC 200 M
7	Terminales	4mm,5mm,6mm,8mm,10mm de diámetro
8	Detergente ácido desincrustante	Liquid Acid
9	Contactores eléctricos	120 v y 220 v
10	Baterías	AAA
11	Sensores de temperatura	5k, 10k, 15k
12	Aceite mineral	Suniso refrigeration oil
13	Compresores	22 R , R 410 a de 2 – 10 toneladas
14	Tarjeta electrónica	110v 220 v
15	Bomba de drenaje	Caudal 85 l/h
16	Motor ventilador	220v 50/60hz 13w, Split 220 v 50/60 hz 48 w Piso techo, 50/60 hz 90 w Cassette
17	Tubería de cobre	(1'',5/8'',1/2'',2'') pulg
18	Válvula de expansión	6mm de alta, 10mm de baja 1mm de capilar
19	Acumulador de aceite	(1/2'',5/8'',3/4'',7/8'',1 1/8'' 1 3/8'') pulg

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.10.1.3. Herramientas.

Las herramientas que se utilizan para la ejecución del plan mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire son las siguientes:

**Cuadro 17.** Herramientas utilizadas

Ítem	Descripción	Unidades de las herramientas
1	Bomba de vacío.	5 CFM
2	Banco de Manómetros.	R 134a, R 22, R 410
3	Dobladores de tubo.	4,5 a 16 mm de diámetro
4	Corta tubos.	4,5 a 16 mm de diámetro
5	Capacimetro	Frecuencia, capacitancia, inductancia.
6	Llave dinamométrica	(1/2'' 3/8'' 1/4 '') pulg
7	Llave de carraca	(1/2'' 3/8'' 1/4 '') pulg
8	Sierra de arco	
9	Juego de destornilladores	1/4 x 6 pulg , 1/4 x 4 pulg, 3/16 x 6 pulg, 1 x4 pulg 2 x 4 pulg
10	Flexómetro 5 metros	5 metros
11	Taladro	3/8'' pulg 110 v
12	Broca	(1 1/8'', 1 1/4'', 1 3/8'', 1 1/2 '') pulg
13	Martillo de goma blanca	0,67 kg
14	Detector de fugas.	R-134a, R22, R410a
15	Prensa.	
16	Amperímetro de gancho.	CA de 400 A, CA y CC de 600 v y resistencia 40 kΩ
17	Termómetro infrarrojo.	-50 – 700 °C ; -58 – 1292 °F
18	Hidro lavadora.	De 120v, 1600 psi de presión máxima.
19	Abocinador	4,5 a 16 mm de Ø
20	Llave regulable	8 , 10 y 15 pulg
21	Llaves Allen	(3, 4, 4,5, 5 ,5,5, 6, 7, 8, 10 ) mm
22	Alicates curvos	( 4'',5'',7'',10'',12'' ) pulg
23	Báscula	Libras, onzas, kilogramo
24	Tanque de recuperación	30 a 50 lb
25	Vacuómetro	Bar, psi de -1 hasta 3
26	Andamios	6 metros
27	Escaleras de aluminio	6 metros

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### **4.10.7 Equipo de protección personal.**

**Cuadro 18.** Equipos de protección personal para los técnicos

---

1	Overol
2	Zapatos antideslizante dieléctrico.
3	Guantes (recubierto de Látex nitrilo)
4	Protectores visuales ( lentes de impacto)
5	Protectores auditivos ( silicona hipo alergénica )
6	Mascarilla ( 3M 8210 )
7	Casco de seguridad industrial

---

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### **4.10.8 Periodicidad.**

La periodicidad de mantenimiento preventivo se realizará tres veces por año y el mantenimiento correctivo una vez anual o cuando los acondicionadores de aire lo requieran.

#### **4.10.9 Plazo de ejecución.**

El plazo de ejecución para el mantenimiento preventivo y correctivo de los acondicionadores de aire en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería en la UTEQ es de 12 meses.

##### **4.10.9.1 Forma de pago.**

La forma de pago será mediante la presentación de formularios mensuales de acuerdo con los precios unitarios de cada mantenimiento realizado facturas y reporte de avance.

##### **4.10.9.2 Cronograma de trabajo.**

El cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo debe ser el que esta propuesto por la universidad y el horario de trabajo para realizar las labores de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire debe ser presentado desde el primer día que inicie el contrato de

las actividades que deberá estar debidamente coordinadas con el administrador del contrato. ver cuadro 22, 23 y los anexos 18 y 19.

#### **4.10.9.3 Garantía.**

El mantenimiento preventivo tiene una garantía de 90 días contados desde el inicio de las labores realizadas a los equipos acondicionadores de aire y vencerá el último día del mismo de acuerdo al contrato de provisión corresponsal.

El mantenimiento correctivo a los equipos acondicionadores de aire tendrá una garantía de 90 días contados a partir de la fecha que se ejecutó las labores de mantenimiento a las mencionadas máquinas.

#### **4.10.10 Modelos reporte de trabajo para el mantenimiento.**

Para realizar el plan de mantenimiento es necesario contar con un cuaderno de registro de las actividades a desarrollar a continuación se detalla cada una de ellas.

##### **4.10.10.1 Solicitud para adquirir repuestos.**

Esta solicitud se encuentra desarrollada de la siguiente manera N° de solicitud, departamento solicitante, nombre del proveedor, descripción, cantidad, costo unitario, valor total. (Ver en el cuadro 22)

##### **4.10.10.2 Historial de máquina.**

Con la elaboración de esta solicitud se conocer el estado y número de reparaciones que ha tenido la máquina se encuentra conformada de la siguiente manera nombre del equipo, marca, modelo, código de equipo, fecha de reparaciones, número de reparaciones, tipos de mantenimiento, causas y costos. (ver en el cuadro 23)

#### **4.10.10.3 Tarjeta de control maestro de componentes rotables.**

Con elaboración de este modelo se tendrá conocimiento del tipo de reparaciones que ha tenido la máquina durante su periodo de vida este modelo está constituido de la siguiente manera nombre de equipo, modelo, ubicación del equipo, nombre de la parte o componente a reemplazar, ubicación del componente, número de serie, fecha cuando se realizó el cambio del componente. (ver en el cuadro 24)

#### **4.10.10.4 Bitácora de control.**

La bitácora de control nos permite llevar un control de las actividades que nos permite tener un conocimiento del estado que se encuentra las máquinas está desarrollada de la siguiente manera nombre de equipo, modelo, ubicación del equipo, fecha, hora en que se realizó la actividad, voltaje, amperaje, temperatura del equipo, presiones de trabajo. (ver el cuadro 25)

#### **4.10.10.5 Orden de trabajo.**

Este modelo nos permite solicitar las ordenes de trabajo al departamento de mantenimiento para que un técnico realice la inspección de la máquina y ejecutar los trabajos a realizar. (ver en el cuadro 26)

**Cuadro 19.** Control de mantenimiento de los equipos acondicionadores piso techo

Informe técnico		UTEQ – MTTO – IT – 001	
<b>Mantenimiento:</b>	Unidad acondicionadora de aire en el Edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.		
<b>Modelo del equipo:</b>	Acondicionador de aire piso techo	<b>Marca:</b>	Midea
<b>Nº Planta:</b>	Primera	<b>Código del equipo :</b>	PA1. PT. 013
<b>Nº de aula:</b>	F.C.I 005	<b>Refrigerante:</b>	R 22
<b>Fecha :</b>	15 febrero del 2018	<b>Presión de alta:</b>	Alto MPa 1.9
<b>Hora de ingreso:</b>		<b>Presión de baja:</b>	Bajo MPa 0.5
<b>Hora de salida:</b>		<b>Verificación de voltaje:</b>	220V
<b>Nº trabajadores</b>	2	<b>Comprobación de corriente del compresor:</b>	56 A
<b>Tipo de mantenimiento:</b>	<b>Preventivo</b>	<b>Correctivo</b>	X
<b>DETALLE DE TRABAJOS REALIZADOS</b>			
Descripción	Actividad realizada		
	Si	No	N/A
Verificar el encendido y apagado del equipo	X		
Desmontaje del evaporador	X		
Desmontaje del condensador	X		
Sanitación del serpentín condensador	X		
Sanitización del serpentín evaporador	X		
Limpieza del filtro de aire	X		
Cambio de filtro de aire			
Soldadura en las tuberías.	X		
Reemplazo del compresor.			
Cambio de bomba de drenaje			
Cambio de los rodamientos			
Cambio de aceite del compresor			
Cambio del gas refrigerante.	X		
Cambio de capacitor			
Reemplazo de la turbina.			
Sustitución del Display.			
Cambio del sensor de temperatura			
Cambio de tarjeta electrónica			
Cambio de motor ventilador de la unidad evaporadora.			
Cambio de motor ventilador de la unidad condensadora.			
Cambio de conectores			
Cambio tubería de desagüe			
Cambio del aislante térmico			
<b>Observaciones generales:</b>			
<b>Nombre del técnico</b>		<b>Nombre del técnico</b>	
<b>Firma del técnico</b>		<b>Firma del técnico</b>	

**ELABORADO POR: LOS AUTORES 2018**

**Cuadro 20.** Control de mantenimiento en los acondicionadores Split

Informe técnico		UTEQ – MTTO – IT – 002	
<b>Mantenimiento:</b>	Unidad acondicionadora de aire en el Edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.		
<b>Modelo del equipo:</b>	Acondicionador de aire piso techo	<b>Marca:</b>	Panasonic
<b>Nº Planta:</b>	Primera	<b>Código del equipo :</b>	PB. SP. 08
<b>Numero de aula:</b>	Cuarto de vigilancia	<b>Refrigerante:</b>	R 22
<b>Fecha :</b>	15/ 02/ 2018	<b>Presión de alta:</b>	Alto MPa 1.9
<b>Hora de ingreso:</b>		<b>Presión de baja:</b>	Alto MPa 0,5
<b>Hora de salida:</b>		<b>Verificación de voltaje:</b>	220V
<b>Nº trabajadores</b>	2	<b>Comprobación de corriente del compresor:</b>	56 A
<b>Tipo de mantenimiento:</b>	<b>Preventivo</b>	<b>Correctivo</b>	X
<b>DETALLE DE TRABAJOS REALIZADOS</b>			
Descripción	Actividad realizada		
	Si	No	N/A
Verificar el encendido y apagado del equipo	X		
Desmontaje del evaporador			
Desmontaje del condensador			
Sanitación del serpentín condensador			
Sanitización del serpentín evaporador			
Limpieza del filtro de aire			
Cambio de filtro de aire			
Soldadura en las tuberías.			
Reemplazo del compresor.			
Cambio de bomba de drenaje			
Cambio de los rodamientos			
Cambio de aceite del compresor			
Cambio del gas refrigerante.			
Cambio de capacitor			
Reemplazo de la turbina.			
Sustitución del Display.			
Cambio del sensor de temperatura			
Cambio de tarjeta electrónica			
Cambio de motor ventilador de la unidad evaporadora.			
Cambio de motor ventilador de la unidad condensadora.			
Cambio de conectores			
Cambio tubería de desagüe			
Cambio del aislante térmico			
<b>Observaciones generales:</b>			
<b>Nombre del técnico</b>		<b>Nombre del técnico</b>	
<b>Firma del técnico</b>		<b>Firma del técnico</b>	

ELABORADO POR: LOS AUTORES 2018

**Cuadro 21.** Control de mantenimiento de los equipos acondicionadores tipo Cassette

Informe técnico		UTEQ – MTTO – IT – 003	
<b>Mantenimiento:</b>	Unidad acondicionadora de aire en el Edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.		
<b>Modelo del equipo:</b>	Cassette	<b>Marca:</b>	Midea
<b>Nº Planta:</b>	Primera	<b>Código del equipo:</b>	PB.CA.010
<b>Numero de aula:</b>	Auditorium	<b>Refrigerante:</b>	R 22
<b>Fecha:</b>	15 febrero del 2018	<b>Presión de alta:</b>	MPa 2,8
<b>Hora de ingreso:</b>		<b>Presión de baja:</b>	MPa 0,8
<b>Hora de salida:</b>		<b>Verificación de voltaje:</b>	220 V
<b>Nº trabajadores</b>	2	<b>Comprobación de corriente del compresor:</b>	56 A
<b>Nota:</b> Marque con una X las actividades realizadas			
<b>Tipo de mantenimiento:</b>	<b>Preventivo</b>	<b>Correctivo</b>	<b>X</b>
<b>DETALLE DE TRABAJOS REALIZADOS</b>			
Descripción	Actividad realizada		
	Si	No	N/A
Verificar el encendido y apagado del equipo			
Desmontaje del evaporador			
Desmontaje del condensador			
Sanitación del serpentín condensador			
Sanitización del serpentín evaporador			
Limpieza del filtro de aire			
Cambio de filtro de aire			
Soldadura en las tuberías.			
Reemplazo del compresor.			
Cambio de bomba de drenaje			
Cambio de los rodamientos			
Cambio de aceite del compresor			
Cambio del gas refrigerante.			
Cambio de capacitor			
Remplazo de la turbina.			
Sustitución del display.			
Reparación del display			
Cambio del sensor de temperatura	<b>X</b>		
Cambio de tarjeta electrónica			
Cambio de motor ventilador de la unidad evaporadora.			
Cambio de motor ventilador de la unidad condensadora.			
Cambio de conectores			
Cambio tubería de desagüe			
Cambio del aislante térmico			
<b>Observaciones generales:</b>			
<b>Nombre del técnico</b>		<b>Nombre del técnico</b>	
<b>Firma del técnico</b>		<b>Firma del técnico</b>	

ELABORADO POR: LOS AUTORES 2018

**Cuadro 22.** Modelo de solicitud para adquirir repuestos.

Solicitud de compra				UTEQ - MTTO - SDC - 001	
<b>Nº de solicitud:</b>		<b>Día:</b>		<b>Mes:</b>	
<b>Nº de solicitud:</b>		<b>Año:</b>			
<b>Departamento solicitante:</b>					
<b>Nombre del proveedor:</b>					
<b>Nº</b>	<b>Descripción:</b>	<b>Cantidad:</b>	<b>Costo unitario:</b>	<b>Valor Total:</b>	
1					
2					
3					
4					
5					
<b>Observaciones:</b>					
<b>Solicitado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		<b>Autorizado por:</b>	

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Cuadro 23.** Modelo historial de máquina

<b>Historial de Máquina</b>			<b>UTEQ - MTTO - HM – 001</b>
<b>Nombre de equipo:</b>		<b>Ubicación:</b>	
<b>Marca:</b>		<b>Tipo de refrigerante:</b>	
<b>Modelo:</b>		<b>Tipo de lubricante:</b>	
<b>Código de equipo:</b>		<b>Voltaje :</b>	
<b>Capacidad:</b>			
<b>Fecha de reparaciones:</b>	<b>Tipos de mantenimiento:</b>	<b>Causas:</b>	<b>Costo:</b>
<b>Observaciones:</b>			
<b>Responsable técnico:</b>		<b>Jefe de bodega:</b>	<b>Jefe de mantenimiento:</b>

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Cuadro 24.** Modelo tarjeta de control maestro de componentes rotables

<b>Tarjeta de control de componentes</b>				<b>UTEQ – MTTO- TDCDC- 001</b>	
<b>Nombre de equipo:</b>			<b>Tipo de acondicionador:</b>		
<b>Modelo:</b>			<b>Capacidad del equipo:</b>		
<b>Ubicación del equipo:</b>			<b>Aula:</b>		
<b>Realizado por:</b>					
<b>N:</b>	<b>Nombre de la parte o componente averiada</b>	<b>Ubicación del componente</b>	<b>Número de serie</b>	<b>Fecha de cuando se cambió el componente</b>	
1					
2					
3					
4					
5					
<b>Observaciones:</b>					
<b>Elaborado por:</b>			<b>Aprobado por:</b>		

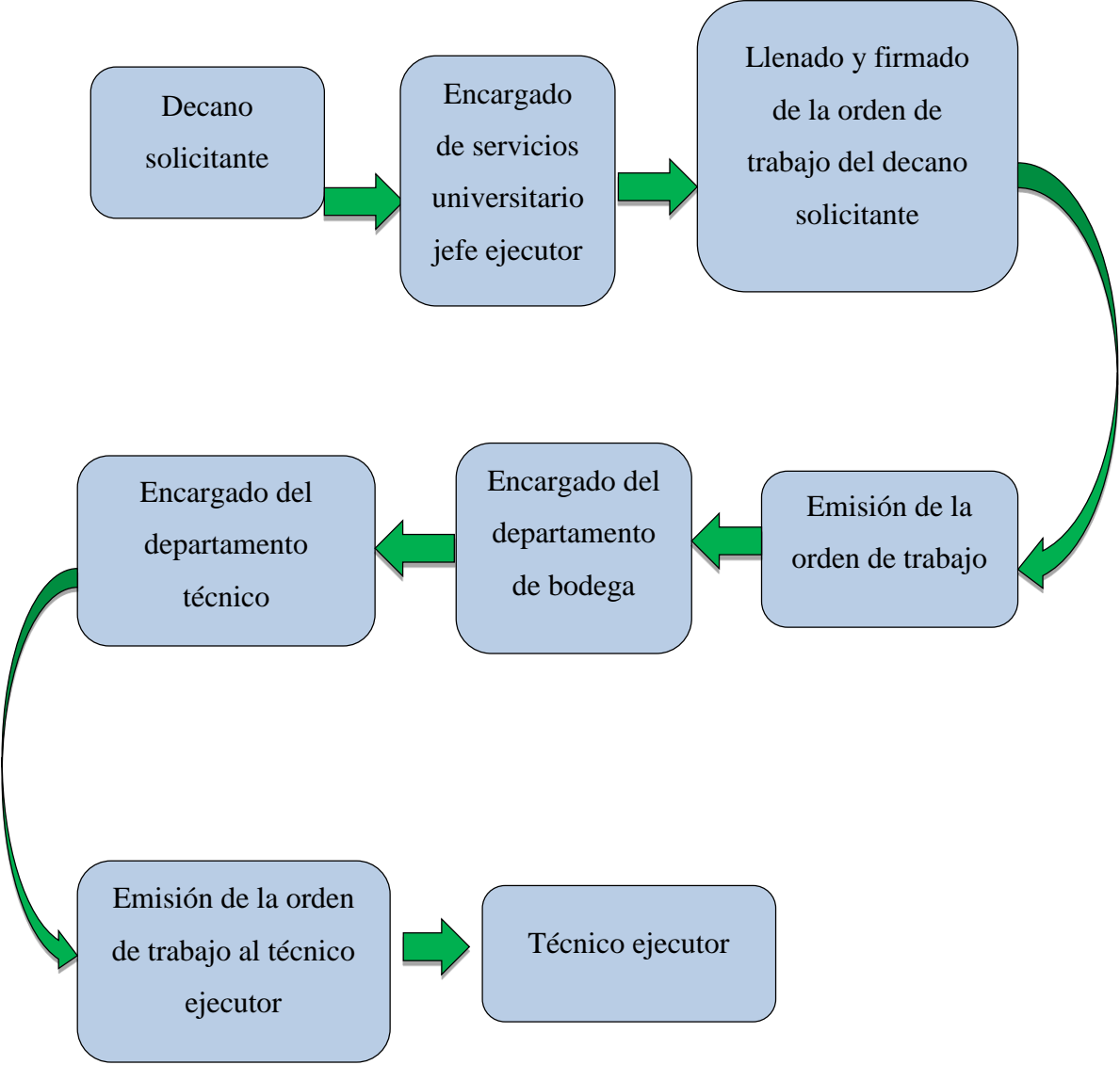
**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Cuadro 25.** Modelo bitácora de control

Bitácora de control						UTEQ - MTT0 – BDC - 001	
<b>Nombre de equipo:</b>					<b>Tipo de acondicionador:</b>		
<b>Modelo:</b>					<b>Capacidad del equipo:</b>		
<b>Ubicación del equipo:</b>					<b>Aula:</b>		
<b>Realizado por:</b>							
N:	Fecha	Hora	Voltaje	Amperaje	Temperatura del equipo	Presión de trabajo	
						Alta:	Baja:
1							
2							
3							
4							
5							
<b>Observaciones:</b>							
<b>Elaborado por:</b>				<b>Aprobado por:</b>			

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Figura 24** Diagrama de flujo para las ordenes de trabajo



**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Cuadro 26.** Modelo orden de trabajo.

Orden de trabajo					UTEQ - MTTO - ODT- 001		
N° de OT:					Tipo de mantenimiento		
Nombre de la máquina :					Mantenimiento Preventivo :		
Modelo:					Mantenimiento Correctivo:		
Tipo de máquina :					Mantenimiento Predictivo:		
Ítem	Tarea:	Duración de la tarea:	Materiales/repuestos:		Cambios :		
			Descripción:	Cantidad:	Si	No	N/A
1							
2							
3							
Observaciones:							
Área requirente:				Firma de autorización:			

ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

#### 4.11 Cálculo de horas hombre.

Horas hombre = N<sup>o</sup> de personas en la actividad x Cantidad de horas empleadas **Ecuación 26**

**Donde:**

N<sup>o</sup> de personas en la actividad = 2 personas

Cantidad de horas empleadas = 8 horas

$$\text{Horas hombre} = 2 \times 8 = 16$$

Las horas hombres llevadas a cabo para realizar las labores de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire, es de 16 horas hombres diarias.

#### 2.13.1 Cálculo número equipos trabajados en el día.

N<sup>o</sup> de A/C trabajado en el día =  $\frac{\text{Horas hombre}}{\text{Tiempo determinado en la actividad}}$  **Ecuación 27**

**Donde:**

Horas hombre: 16 horas

Tiempo determinado en la actividad: 2 horas

$$\text{N}^{\circ} \text{ de A/C trabajado en el día} = \frac{16}{2} = 8$$

#### 3.13.2 Número de equipos trabajados en la semana.

N<sup>o</sup>A/C semanal = N<sup>o</sup> de A/C en el día x N<sup>o</sup> días en la semana **Ecuación 28**

**Donde:**

N<sup>o</sup> de acondicionador en el día: 8 diarios

Número de días en la semana = 5 días

$$N^{\circ} \text{ de A/C trabajado en la semana} = 8 \times 5 = 40$$

Un técnico y un ayudante de mantenimiento se demora, una semana en realizar 40 acondicionadores de aire, como el edificio tiene 49 acondicionadores se tardaría 7 días en culminar las todas labores de mantenimiento.

#### 4.12 Elaboración del cronograma de mantenimiento.

Para realizar las actividades de mantenimiento a los acondicionadores de aire, se creará un cronograma especificando su código de máquina, meses y semanas a realizar su frecuencia de mantenimiento preventivos y preventivo/correctivo como se detalla en el cuadro 31.

**Cuadro 27.** Horario de trabajo para realizar las labores de mantenimiento

Días	Hora	Tipo de mantenimiento	Tiempo estimado
Lunes a viernes	8:00 h a 13: 00 h	Preventivos y	8 horas diarias
	14:00 h a 17:00 h	Correctivos	
Sábado y domingo	7:00 h a 18:00 h	Preventivos y Correctivos	11 horas diarias

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES 2018

##### 4.12.1 Cronograma de mantenimiento

En el siguiente cronograma de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire, se puntualiza las horas de las actividades a realizar como se observa en los cuadros 29,30,31,32,33.

Diario se realiza el encendido y apagado de los equipos acondicionadores de aire está representado de color amarillo, cada cien horas se realiza la limpieza del panel frontal y lavado del filtro de aire, está representada mediante los colores amarillo y rufo, en las mil horas de funcionamiento se realizar el mantenimiento cero horas que consiste en realizar todas las actividades que se muestra de color rufo.

#### 4.12.2 Cálculo de la distribución beta (Pert)

En esta investigación se requiere de tres parámetros tiempo para realizar las actividades de mantenimiento son las siguientes: optimista, pesimista, probable.

$$t = \frac{O + 4M + P}{6}$$

**Ecuación 29**

**Donde:**

O = Valor optimista

P= Valor pesimista

M= Valor más probable

$$t = \frac{5,5 + 4(5) + 4,5}{6} = 5 \text{ minutos}$$

El tiempo estimado para verificar el correcto funcionamiento del equipo acondicionador de aire es de 5 minutos obtenidos de los tiempos optimista, pesimista y más probable.

**Cuadro 28** Estimaciones de tiempo Pert

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>O (min)</b>	<b>M (min)</b>	<b>P (min)</b>	<b>T Minutos</b>
Verificar el correcto funcionamiento del acondicionador de aire	4,5	5	5,5	5
Comprobación y registro de condiciones de funcionamiento con respaldo fotográfico	4	3	2	3
Desenergizar la unidad evaporadora y condensadora	1	2	3	2
Desmontaje íntegro de las unidades evaporadoras y condensadores	9	10	11	10
Limpieza del panel frontal	1	2	3	2
Limpieza de los filtros de aire	4,5	5	5,5	5
Lavado de la charola de desagüe	3,9	2,9	3	3
Limpieza de la turbina.	3,9	2,9	3	3
Limpieza de las rejillas.	2,9	3,1	3	3
Sanitizado del serpentín evaporador.	4,5	5	5,5	5
Revisión de opresor en turbina.	2	3	4	3
Revisión del amperaje y voltaje en motor evaporador	4	3	2	3
Revisión de opresor en turbina.	3,2	3	3,3	3
Revisión del Display	4	3	2	3
Revisión del termostato.	3	2	1	2
Sanitización del serpentín condensador	4,5	5	5,5	5
Suministro de carga de refrigerante.	11	10	9	10
Limpieza aspa condensador.	4	3	2	3
Revisión del amperaje del motor	4	2,8	3	3
Revisión del capacitor.	4,2	4	4,3	4
Revisión de presión de gas refrigerante.	11	10	9	10
Revisión de voltaje.	3,5	3	3	3
Revisión de amperaje de compresor.	4	3	3	3
Verificación de bandas poleas y chumaceras	4,5	5	5,5	5
Reemplazo de tramos de aislante térmico en las cañerías y cinta adhesivas de aluminio en mal estado.	6	7	8	7
Montaje de las unidades evaporadoras y condensadoras	7	11	9	10
<b>Total</b>	117,2	120,9	123,2	120

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**Cuadro 29** Plan maestro de mantenimiento a los aires acondicionados.

Descripción de las tareas	Tiempo (Minutos)	Tiempo (Horas)	Tiempo estimado (horas hombre)	Herramientas empleadas en la actividad	Costo por cada actividad (\$)
Verificar el correcto funcionamiento del acondicionador de aire	5	0,08	0,042	Control remoto	2
Comprobación y registro de condiciones de funcionamiento con respaldo fotográfico	3	0,05	0,025	Cámara fotográfica	1
Desenergizar la unidad evaporadora y condensadora	2	0,03	0,017		3
Desmontaje íntegro de las unidades evaporadoras y condensadores	10	0,17	0,083	Set de herramientas	12
Limpieza del panel frontal	2	0,03	0,017	Franela	1
Limpieza de los filtros de aire	5	0,08	0,042	Hidro lavadora y agua	3
Lavado de la charola de desagüe	4	0,07	0,033	Brocha agua con detergente	4
Limpieza de la turbina.	3	0,05	0,025	Hidro lavadora y agua	5
Limpieza de las rejillas.	3	0,05	0,025	Hidro lavadora y agua	7
Sanitizado del serpentín evaporador.	5	0,08	0,042	Hidro lavadora y agua, detergente acido desincrustante	9
Revisión de opresor en turbina.	3	0,05	0,025	Amperímetro de gancho	2
Revisión del amperaje y voltaje en motor evaporador	3	0,05	0,025	Amperímetro de gancho	1
Revisión de opresor en turbina.	3	0,05	0,025	Amperímetro de gancho	2

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

Orden de trabajo a realizar	Tiempo (minutos)	Tiempo ( horas )	Tiempo estimado (horas hombre)	Herramientas empleadas en la actividad	Costo por cada actividad (\$)
Revisión del Display	3	0,05	0,025	Amperímetro de gancho	3
Revisión del termostato.	3	0,03	0,017	Amperímetro de gancho	4
Sanitización del serpentín condensador	5	0,08	0,042	Hidro lavadora y agua	9
Suministro de carga de refrigerante.	10	0,17	0,083	Banco de manómetro, bomba de vacío y refrigerante R 22, R 410A	7
Limpieza aspa condensador.	4	0,17	0,033	Hidro lavadora y agua	4
Revisión del amperaje del motor	3	0,05	0,025	Amperímetro de gancho	3
Revisión del capacitor.	4	0,07	0,033	Amperímetro de gancho	2
Revisión de presión de gas refrigerante.	10	0,17	0,083	Amperímetro de gancho	13
Revisión de voltaje.	3	0,05	0,025	Amperímetro de gancho	4
Revisión de amperaje de compresor.	3	0,05	0,025	Amperímetro de gancho	4
Verificación de bandas poleas y chumaceras	5	0,08	0,042	Amperímetro de gancho	2
Reemplazo de tramos de aislante térmico en las cañerías y cinta adhesivas de aluminio en mal estado.	7	0,12	0,058	Amperímetro de gancho	2
Montaje de las unidades evaporadoras y condensadoras	10	0,17	0,083	Set de herramientas	12
<b>Total</b>	120	2	1		120

ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

**Cuadro 30.** Mantenimiento para los equipos acondicionadores

Ítem	Orden de trabajo a realizar	Diario	50 horas	100 horas	200 horas	300 horas	400 horas	500 horas	600 horas	700 horas	800 horas	900 horas	1000 horas
01	Verificar el correcto funcionamiento del acondicionador de aire												
02	Comprobación y registro de condiciones de funcionamiento con respaldo fotográfico												
03	Desenergizar la unidad evaporadora y condensadora												
04	Desmontaje íntegro de las unidades evaporadoras y condensadores												
05	Limpieza del panel frontal												
06	Limpieza de los filtros de aire												
07	Verificar la temperatura del equipo.												
08	Revisión de vibraciones y ruidos extraños del equipo puesto en marcha												
09	Verificar el funcionamiento de las aspas del condensador.												
10	Verificar hermeticidad de la habitación.												
11	Lavado de la charola de desagüe												
12	Limpieza, retiro de obstrucciones y ajustes del sistema de drenaje.												
13	Limpieza de la turbina.												
14	Limpieza del chasis.												
15	Limpieza de las rejillas.												
16	Sanitizado del serpentín evaporador.												
17	Lubricación del buje.												
18	Lubricación del motor evaporador.												

Ítem	Orden de trabajo a realizar													
		Diario	50 horas	100 horas	200 horas	300 horas	400 horas	500 horas	600 horas	700 horas	800 horas	900 horas	1000 horas	
19	Revisión de opresor en turbina.													
20	Limpiezas de carcasas, tratamiento de partes corroídas													
21	Revisión del amperaje y voltaje en motor evaporador													
22	Revisión de opresor en turbina.													
23	Revisión de terminales (block de terminales).													
24	Revisión del Display													
25	Revisión del termostato.													
26	Sanitización del serpentín condensador													
27	Suministro de carga de refrigerante.													
28	Limpieza aspa condensador.													
29	Lubricación del rotor.													
30	Revisión del amperaje del motor													
31	Revisión del capacitor.													
32	Revisión de presión de gas refrigerante.													
33	Revisión de voltaje.													
34	Revisión de amperaje de compresor.													
35	Verificación de bandas poleas y chumaceras													
36	Revisión de block terminales.													
37	Reemplazo de elementos menores deteriorados o carencia de estos.													
38	Reemplazo de tramos de aislante térmico en las cañerías y cinta adhesivas de aluminio en mal estado.													

ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

### **4.13 Detalle de las actividades de mantenimiento**

El siguiente cronograma a ejecutar es a cargo del líder de servicios universitarios de la U.T.E.Q, emite las ordenes de trabajo al técnico y auxiliar de mantenimiento, desarrollara los trabajos en un tiempo de dos horas hombre, cada acondicionador de aire en un día laboral se realiza 8 equipos térmicos y el tiempo definido para el mantenimiento de los 49 equipos es de tres semanas de trabajo.

Los trabajos para las inspecciones de mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire son las siguientes:

- Revisión de vibraciones y ruidos extraños del equipo puesto en marcha.
- Verificar la temperatura del equipo.
- Limpieza de los filtros de aire.
- Limpieza del panel frontal.
- Verificar si los equipos se encuentran sujetos a las bases.
- Verificar el funcionamiento de las aspas del condensador.
- Verificar hermeticidad de la habitación.

Las actividades realizadas en el mantenimiento preventivo a todos los equipos acondicionadores de aire se detallan en el punto 5.9 para el mantenimiento preventivo/correctivo son las siguientes actividades.

- Verificar el correcto funcionamiento del acondicionador de aire.
- Comprobación y registro de las condiciones de funcionamiento con respaldo fotográfico.
- Desenergizar la unidad evaporadora y condensadora.
- Desmontaje íntegro de las unidades evaporadoras y condensadoras.
- Limpieza de los filtros de aire.
- Limpieza, retiro de obstrucciones y ajustes del sistema de drenaje.
- Sanitizado del serpentín evaporador y condensador.
- Revisión del motor evaporador.
- Revisión de las bases del evaporador y condensador.
- Revisión de sensores de temperatura.

- Revisión del display
- Revisión de amperaje del compresor
- Verificación de bandas poleas y chumaceras
- Revisión de block terminales
- Reemplazo de elementos menores deteriorados o carencia de estos
- Reemplazo de tramos de aislante en las cañerías
- Desmontaje del componente averiado
- Vaciado de gas refrigerante.
- Carga de gas refrigerante.
- Soldadura de las tuberías de alta y baja presión.

**Cuadro 31** Acondicionadores de aire en el edificio F.C.I

<p style="text-align: center;"><b>Acondicionadores de aire en las aulas de clases</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Planta baja</b></p> <p>PB. SP. 011, PB. SP. 012, PB. SP. 013, PB. SP. 014</p>
<p style="text-align: center;"><b>Primera planta</b></p> <p>PA1. PT. 001, PA1. PT. 002, PA1. PT. 003, PA1. PT. 004, PA1. PT. 005, PA1. PT. 006, PA1. PT. 007, PA1. PT. 008, PA1. SP. 010, PA1. SP. 011, PA1. PT. 012, PA1. PT. 013, PA1. PT. 014, PA1. PT. 015, PA1. SP. 016, PA1. SP. 017</p>
<p style="text-align: center;"><b>Segunda planta</b></p> <p>PA2. PT.001, PA2. PT.002, PA2. PT.003, PA2. PT.004, PA2. PT.005, PA2. PT.006, PA2. PT.007, PA2. PT.008, PA2. PT.011, PA2 PT.012, PA2. PT.013, PA2. PT.014, PA2. PT.015, PA2. PT. 016, PA2 PT.017, PA2. PT.018</p>
<p style="text-align: center;"><b>Acondicionadores de aire en los laboratorios</b></p> <p style="text-align: center;">PB. SP. 002, PB. SP. 003, PB. SP. 004</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cuartos de vigilancia</b></p> <p style="text-align: center;">PB. SP. 008, PA1. SP. 009, PA2. SP.009, PA2. SP.010</p>
<p style="text-align: center;"><b>Coordinación de carrera</b></p> <p style="text-align: center;">PB. SP. 005</p>
<p style="text-align: center;"><b>Acondicionadores de aire en el auditorio</b></p> <p style="text-align: center;">PB. CA. 007, PB. CA. 009, PB. CA. 010</p> <p>Ver horario de funcionamiento a todos los acondicionadores de aire en el cuadro 4</p>

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)







**Cuadro 35** Tiempo de las actividades anuales de mantenimiento

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Secuencias Anuales</b>	<b>T Minutos</b>	<b>T Horas</b>
Verificar el correcto funcionamiento del acondicionador de aire.	10	50	0,83
Comprobación y registro de condiciones de funcionamiento con respaldo fotográfico.	2	4	0,06
Desenergizar la unidad evaporadora y condensadora.	2	4	0,06
Desmontaje íntegro de las unidades evaporadoras y condensadores.	2	20	0,33
Limpieza del panel frontal.	14	28	0,5
Limpieza de los filtros de aire.	14	70	0,5
Lavado de la charola de desagüé.	2	6	0,1
Limpieza de la turbina.	2	6	0,1
Limpieza de las rejillas.	2	6	0,1
Sanitizado del serpentín evaporador.	2	10	0,16
Revisión de opresor en turbina.	2	6	0,1
Revisión del amperaje y voltaje en motor evaporador.	2	6	0,1
Revisión de opresor en turbina.	2	6	0,1
Revisión del Display	2	6	0,1
Revisión del termostato.	2	6	0,1
Sanitización del serpentín condensador	2	6	0,1
Suministro de carga de refrigerante.	2	20	0,33
Limpieza aspa condensador.	2	6	0,1
Revisión del amperaje del motor	2	6	0,1
Revisión del capacitor.	2	8	0,13
Revisión de presión de gas refrigerante.	2	20	0,33
Revisión de voltaje.	2	6	0,1
Revisión de amperaje de compresor.	2	6	0,1
Verificación de bandas poleas y chumaceras	2	10	0,16
Reemplazo de tramos de aislante térmico en las cañerías y cinta adhesivas de aluminio en mal estado.	2	14	0,23
Montaje de las unidades evaporadoras y condensadoras.	2	20	0,33
<b>Total</b>	<b>86</b>	<b>318</b>	<b>5,25</b>

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.1. Presupuestos para el mantenimiento preventivo anual de los equipos acondicionadores de aire Cassette, Split y Piso techo.

En esta sección se desglosa los costos por mantenimiento preventivo en los equipos acondicionadores de aire instalados en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería, estos costos se describen a continuación.

**Tabla 9.** Costo por mantenimiento preventivo

Nº	Descripción	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
1	Acondicionadores de aire Cassette	3	150	450
2	Acondicionadores de aire Split	20	80	1600
3	Acondicionadores de aire Piso techo	30	120	3000
			<b>Costo Total</b>	5050

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### 4.2. Presupuestos para el mantenimiento correctivo.

Los costos por mantenimiento correctivo a las unidades acondicionadoras de aire, cuyas capacidades son 60000 BTU/h, 30000 BTU/h, 24000 BTU/h, 12000 BTU/h, 36000 BTU/h se detallan en los siguientes cuadros (10,11,12,13,14,15,16).

**Tabla 10.** Mantenimiento correctivo de acondicionadores tipo Cassette de 60000 BTU/h

Ítem	Descripción de las actividades	Cantidad	Total (\$)
1	Cambio de capacitor	1	80
2	Carga de refrigerante R22	1	230
3	Cambio del contactor	1	50
4	Reparación de fuga mediante soldadura	1	30
5	Vaciado del sistema	1	140
6	Cambio de bomba de drenaje	1	40
7	Cambio del aislante térmico	1	35
8	Cambio de filtros de aire	1	60
9	Reemplazo del motor oscilador	1	180
10	Cambio del serpentín	1	240
		<b>Costo total</b>	1085

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**Tabla 11.** Mantenimiento correctivo de acondicionadores de aire Split de 30000 BTU/h

Ítem	Descripción	Cantidad	Total (\$)
1	Cambio de motor ventilador de la unidad condensadora	1	180
2	Reemplazo del capacitor	1	65
3	Cambio del sensor de temperatura	1	70
4	Cambio del filtro de aire	1	50
5	Reemplazo de la tubería de drenaje	1	80
6	Cambio de tarjeta electrónica	1	200
7	Cambio de rodamiento	1	40
8	Recarga de refrigerante R 22	1	95
9	Cambio de conectores	1	30
10	Reemplazo del compresor	1	220
11	Cambio de aceite del compresor	1	40
12	Cambio de motor ventilador de la unidad evaporadora	1	170
		<b>Costo total</b>	1240

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**Tabla 12.** Mantenimiento correctivo de los acondicionadores de aire Split de 24000 BTU/h

Ítem	Descripción	Cantidad	Total (\$)
1	Cambio de sensores de temperatura	1	50
2	Cambio del capacitor	1	60
3	Reparación de tarjeta	1	40
4	Reemplazo de refrigerante	1	120
5	Reemplazo del motor ventilador condensador	1	110
6	Cambio del compresor	1	150
7	Cambio de los contactores	1	10
8	Cambio de filtro de aire	1	30
9	Reemplazo del motor ventilador evaporador	1	50
		<b>Costo total</b>	620

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**Tabla 13.** Mantenimiento correctivo de acondicionadores de aire de Split 12000 BTU/h

Ítem	Descripción	Cantidad	Total (\$)
1	Cambio de motor ventilador a la unidad evaporadora	1	120
2	Cambio del compresor	1	160
3	Cambio del motor ventilador de la unidad condensadoras	1	60
4	Reparación de tarjetas electrónica	1	95
5	Cambio de conectores	1	10
6	Recarga cambio de refrigerante R 22	1	80
7	Cambio del filtro de aire	1	20
8	Reemplazo de la tarjeta electrónica	1	180
9	Reemplazo del aislante térmico	1	25
10	Cambio de la charola de desagüe	1	65
11	Cambio de los contactares	1	10
		<b>Costo total</b>	<b>825</b>

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**Tabla 14.** Mantenimiento correctivo de acondicionadores de aire piso/techo de 36000 BTU/h

Ítem	Descripción	Cantidad	Total (\$)
1	Cambio de capacitor de marcha	1	60
2	Cambio del compresor	1	280
3	Remplazo del motor ventilador del evaporador	1	180
4	Cambio del motor ventilador del condensador	1	200
5	Cambio del filtro de aire	1	50
6	Cambio de aceite del compresor	1	20
7	Soldadura de tubería de alta presión	1	25
8	Recarga de refrigerante R 22	1	130
9	Reemplazo del aislante térmico	1	40
10	Reparación de tarjetas electrónica	1	110
11	Cambio del sensor de temperatura	1	80
12	Cambio tubería de desagüe	1	95
		<b>Costo total</b>	<b>1270</b>

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**Tabla 15.** Costo de mantenimiento correctivo a las unidades Cassette, Split y piso techo.

Ítem	Descripción	Cantidad	Total (\$)
1	Acondicionadores de aire tipo Cassette de 60000 BTU/h	1	1085
2	Acondicionadores de aire Split de 30000 BTU/h	1	1240
3	Acondicionadores de aire Split de 24000 BTU/h	1	620
4	Acondicionadores de aire de Split 12000 BTU/h	1	825
5	Acondicionadores de aire piso techo de 36000 BTU /h	1	1270
		<b>Costo total</b>	<b>5040</b>

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

**Tabla 16.** Costo total de los mantenimientos preventivo y correctivo

Ítem	Descripción	Frecuencias	Total (\$)	Costo total (\$)
1	Mantenimiento preventivo	3 veces anuales	5050	15 150
2	Mantenimiento correctivo	1 vez anuales	5040	5 040
			<b>Costo total</b>	<b>20 190</b>

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.20.1 Tasa de mantenimiento preventivo TP.

$$TP = \frac{CMP}{CMP + CMC} \quad \text{Ecuación 30 [42]}$$

**Donde:**

TP = Tasa de mantenimiento preventivo (%)

CMP = Costo de mantenimiento preventivo (\$)

CMC = Costo de mantenimiento correctivo (\$)

$$TP = \frac{15150}{15150 + 5040} = 0.75$$

$$TP = 0,75 * 100\% = 75\%$$

La tasa de mantenimiento preventivo en los equipos acondicionadores de aire es del 75%.

#### 4.20.2. Coeficiente de mantenimiento de activos fijos.

$$M/AF = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Valor de activos fijos mantenidos}} \quad \text{Ecuación 31 [42]}$$

$$M/AF = \frac{\$20190}{\$51608} = 0.3912$$

$$M/AF = 0,3912 * 100\% = 39,12\%$$

#### 4.20.3. Porcentaje de fallas.

$$TF\% = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Número de equipos examinados}} \quad \text{Ecuación 32 [35]}$$

$$TF\% = \frac{4 \text{ Acondicionadores de aire}}{48 \text{ Acondicionadores de aire}} = 0.083$$

$$TF\% = 0,083 * 100\% = 8,33\%$$

#### 4.20.4 Número de fallas por unidad al año.

$$TF_n = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Tiempo de operación}} \quad \text{Ecuación 33 [35]}$$

$$TF_n = \frac{4 \text{ fallas}}{2288 \text{ [unidad * hora]}} = 0,0017 \text{ falla/unidad * hora}$$

#### 4.20.5 Tiempo medio entre fallas

$$MTBF = \frac{TT - NOT}{F} \quad \text{Ecuación 34}$$

$$MTBF = \frac{2340 - 780}{4} = 390$$

#### 4.20.6. Confiabilidad en los equipos acondicionadores de aire.

$$R = e^{-t/MTBF} \qquad \text{Ecuación 35 [42]}$$

**Donde:**

-t = Periodo de tiempo en evaluación (2340)

MTBF= Tiempo medio entre falla (390)

$$R = e^{-\frac{2340}{390}} = 0,0247$$

$$R=0,00247 * 100\% = 0,247\%$$

#### 4.20.7 Indicador de disponibilidad.

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos}}{\text{N de equipos}} \qquad \text{Ecuación 36 [1]}$$

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{45 \text{ unidades acondicionadoras de aire}}{49 \text{ unidades acondicionadoras de aire}}$$

$$\text{Disponibilidad total} = 0,91 * 100\% = 91,83\%$$

Los equipos acondicionadores de aire instalados en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería tienen un indicador de disponibilidad de 91,83% de funcionamiento.

## 4.21 Costo de los equipos acondicionadores de aire.

**Tabla 17.** Costo unitario de los acondicionadores de aire Cassette Split y Piso techo

Máquina	Tipo	Marca	Capacidad	Cantidad	Unitario Costo (\$)	Costo total (\$)
Acondicionador de aire	Cassette	Midea	60000 BTU/h	3	1 866	5 598
Acondicionador de aire	Split	Midea	30000 BTU/h	7	950	6 650
Acondicionador de aire	Split	Riviera	30000 BTU/h	4	1 000	4 000
Acondicionador de aire	Split	Panasonic	12000 BTU/h	1	400	400
Acondicionador de aire	Split	Panasonic	24000 BTU/h	2	700	1 400
Acondicionador de aire	Split	Prima	24000 BTU/h	1	800	800
Acondicionador de aire	Split	Mabe	12000 BTU/h	2	380	760
Acondicionador de aire	Piso techo	SMC	360000 BTU/h	16	1 100	17 600
Acondicionador de aire	Piso techo	Midea	360000 BTU/h	12	1 200	14 400
					<b>Total</b>	<b>51 608</b>

ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

## 4.22. Depreciación.

Es la devaluación de un bien, que se genera por diferentes factores presentes debido a su uso.

### 4.22.1. Valor de salvamento.

Valor de salvamento es el costo final de su vida útil en los equipos acondicionadores de aire.

$$V_{\text{salvamento}} = V_{\text{inicial}} - \frac{V_{\text{inicial}} * n}{N}$$

**Ecuación 37 [6]**

**Donde:**

$V_{\text{salvamento}}$  = Valor de salvamento (\$)

$V_{\text{inicial}}$  = Costo inicial de la máquina (\$)

$n$  = Tiempo de vida útil de la máquina a 12 (años)

$N$  = Tiempo de depreciación a 10 años (años)

$$V_{\text{salvamento}} = 51608 - \frac{51608 * 12}{10}$$

$$V_{\text{salvamento}} = \$ 10321.6$$

**4.22.2. Depreciación por método de línea recta.**

$$D_{\text{Anual}} = \frac{V_{\text{inicial}} - V_{\text{salvamento}}}{n}$$

**Ecuación 38 [6]**

**Donde:**

$V_{\text{inicial}}$  = Costo inicial de la máquina (\$)

$V_{\text{salvamento}}$  = Valor de salvamento (\$)

$n$  = Tiempo de vida útil de la máquina (años)

$$D_{\text{Anual}} = \frac{51608 - 10321.6}{10} = \$ 4128,64$$

$$D_{\text{anual}} = \$ 4128.64$$

**Tabla 18.** Depreciación de los acondicionadores de aire

<b>Tiempo en años</b>	<b>Depreciación anual \$</b>
0	51 608.00
1	47 479.36
2	43 350.72
3	39 222.08
4	35 093.44
5	30 964.80
6	26 836.16
7	22 707.52
8	18 578.88
9	14 450.24
10	10 321.60

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### **4.23. Cálculo de VAN1 y VAN2.**

El costo por mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire es de aproximadamente \$ 20190 por año.

**Beneficio neto:**

$i_1; i_2; 9\%$  y  $10\%$

Inversión total del primer año: \$ 20190

Tiempo analizado: 10 años

$$VAN1 = \left[ \frac{BN}{(1+i)^t} \right] - I \quad \text{Ecuación 39 [6]}$$

$$VAN1 = \left[ \frac{51608}{(1+10)^9} \right] - 20190 = 1610$$

$$VAN_2 = \left[ \frac{BN}{(1+i)^t} \right] - I \quad \text{Ecuación 40 [6]}$$

$$VAN_1 = \left[ \frac{51608}{(1+10)^{10}} \right] - 20190 = -293$$

#### 4.23.1. Cálculo de la tasa interna de retorno.

$$TIR = I_2 - VAN_2 \left[ \frac{i_2 - i_1}{VAN_2 - VAN_1} \right] * 100\% \quad \text{Ecuación 41}$$

$$TIR = 10\% - (-293) \left[ \frac{10\% - 9\%}{(-293) - (1610)} \right] * 100\% = 9,85\%$$

#### 4.23.2. Relación beneficio costo.

$$B/C = \frac{\text{Flujos netos}}{\text{Inversion}} \quad \text{Ecuación 42 [6]}$$

$$B/C = \frac{51608}{20190} = 2,5$$

Es factible realizar el plan de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire para mantener su vida útil acorde a las necesidades de ellos.

#### 4.23.3. Costo de la contratación de técnicos

Cantidad	Perfil profesional	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
1	Técnico	750	9000
2	Ayudante	550	6600
		<b>Total</b>	15600

ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

El gasto de servicio para la contratación de personal en el área de mantenimiento cuyo monto es \$ 15600 dorales anuales.

#### **4.23.4. Relación beneficio costo para la contratación de personal.**

$$B/C = \frac{\text{Flujos netos}}{\text{Inversion}}$$

**Ecuación 43**

$$B/C = \frac{3000}{15600} = 0,2$$

Mediante los cálculos realizados en la relación beneficio costo, no es factible contratar personal de mantenimiento porque el departamento de mantenimiento no tiene los suficientes recursos para llevar a cabo mencionadas labores.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones.

- El diagnóstico de la situación actual de los equipos acondicionadores de aire instalados en el edificio de la Facultad Ciencia de la Ingeniería nos muestra que la capacidad de enfriamiento de los equipos térmicos va acorde a las condiciones generales de la infraestructura y del ambiente, incluido los laboratorios que existen. Se pudo constatar que existen 49 equipos acondicionadores de aire de los cuales cuatro presentan fallas o averías en su funcionamiento.
- La Facultad Ciencia de la Ingeniería, no tiene a su alcance un departamento de Servicio Técnico en equipos acondicionadores de aire y tiene que recurrir al de la Institución Universitaria lo cual retrasan las reparaciones debiendo en ocasiones solicitar el mantenimiento a empresas locales. No es factible que la facultad tenga un departamento de servicio técnico porque la cantidad de equipos térmicos a mantener es limitada y no hay el presupuesto necesario por lo que la implementación de un plan de mantenimiento en la facultad tiene como propósito desarrollar una cultura de prevención optimizada de tal manera que se reduzca la pérdida de tiempo en los chequeos de los equipos térmicos mediante la eficacia del personal al momento de su ejecución.
- La investigación determina que los mantenimientos preventivos o correctivos programados reducen los costos generados por reparaciones y otras pérdidas asociadas a la falla de los equipos acondicionadores de aire y a la vez alarga su vida útil. El informe técnico recopilado en la investigación determina que las fallas, desgastes, reparación o dar de baja del sistema de la Facultad a los equipos averiados se los realiza a través de bitácoras de registro los mismos que son entregados a la Institución Universitaria, por ello es importante que la facultad tenga su plan de mantenimiento para optimizar tiempo y recursos al momento de su chequeo técnico.

## 5.2 Recomendaciones.

- Aprovechando que la infraestructura del edificio de la Facultad Ciencia de la Ingeniería cumple con los requerimientos que se necesita para la instalación de los equipos térmicos, y tiene instalado 49 equipos acondicionadores de aire algunos en funcionamiento y otros por repararse, se recomienda elaborar el plan de mantenimiento para tener un registro de control técnico detallado de cada uno de los equipos acondicionadores.
- Al no tener la Facultad Ciencia de la Ingeniería un Departamento de servicio Técnico, se recomienda aplicar un plan de mantenimiento preventivo/correctivo el mismo que debe mantener coordinación directa con los Departamentos involucrados a fin de evitar contratiempos y reducir los gastos que generan las reparaciones de daños o fallas que se generen en los equipos acondicionadores de aire.
- Las bitácoras y registro de control del funcionamiento de los equipos deben tener plasmado un cronograma de revisión y control técnico a fin de mantener en todo momento el diagnóstico de los equipos. Programar bajo un cronograma de mantenimiento la revisión de los equipos a fin de mantener los equipos acondicionadores de aire operativos en todo momento a fin de reducir los costos generados por reparaciones o pérdidas de los mismos asociada a fallas de diferentes índoles.
- Finalmente se recomienda que el plan de mantenimiento se lo gestione a través de las personas encargadas de esta competencia en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, tiene como finalidad disminuir los costos de una manera consistente, sin evitar los gastos de mantenimiento, pero si evitar los de reparaciones por fallas de estos sean son mayores.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía.

- [1] S. Garrido García, Organización y Gestión Integral De Mantenimiento, Madrid: Díaz De Santos, 2003, pp. 17-25.
- [2] F. Rey Sacristán, Mantenimiento Total de la Producción, Madrid: FC Editorial, 2001.
- [3] J. Diaz Marcilla, Organización Control Mantenimiento Instalaciones Solares, España: Paraninfo, 2012.
- [4] A. Miranda, Ciclos de Refrigeracion, Barcelona: Ceac, 2004.
- [5] L. F. Díaz, Análisis y Planeamiento, San José: Universidad Estatal a Distancia, 2005.
- [6] A. Santamaria De La Cruz, «Gestion de Presupuestos de Gastos e Inversion con base en Analisis de Costo de Ciclo de Vida,» Club de Mantenimiento, vol. 16, nº 8, p. 11, 2006.
- [7] «El Aire Acondicionado,» 15 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.elaireacondicionado.com/articulos/tipos-de-sistemas-de-aire-acondicionado>. [Último acceso: 12 Diciembre 2017].
- [8] «climaseguro,» [En línea]. Available: <https://www.climaseguro.cl/page-tipos-de-aire-acondicionado.asp>. [Último acceso: 2018 Febreo 8].
- [9] L. ELECTRONICS, Manual del Propietario Aire Acondicionado, Mexico, 2012.
- [10] 24 Febrero 2014. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/natorabet/sanitizacin>. [Último acceso: 8 Marzo 2018].
- [11] W. Dick, Refrigeracion Comercial para Técnicos de Aire Acondicionado, Madrid: Clara M. de la Fuente Rojo, 2008.
- [12] S. Martin Sanchez, Eficiencia energetica en las instalaciones de climatizaciòn en los edificios, ELEARING S.L, 2015.
- [13] M. J. Moran , Fundamentos de termodinàmica tècnica, Barcelona: Revertè, S.A, 2005.
- [14] C. MORA FERNANDEZ, «Carlos Electricidad y Frio,» 24 Julio 2012. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/carloselectricidadyfrio/inicio-1/elcompresor>. [Último acceso: 17 Noviembre 2017].

- [15] Frascold, «Revista Cero Grados Celsius,» 26 Julio 2017. [En línea]. Available: <https://www.0grados.com/compresor-semi-hermetico-piston/>. [Último acceso: 17 Novimebre 2017].
- [16] . M. . A. Hernández Calderón, Manual De Buenas Practicas En Refrigeración, Asunción: SEAM/PNUD/PNUMA, 2006.
- [17] . R. Manresa Villanueva, «Refrigerante Para Aire Acondicionado,» Club Universitario, San Vicente, 2004.
- [18] J. González El Mar, «Intensity,» 10 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://intensity.mx/es/blog/refrigerantes-para-aire-acondicionado-y-refrigeraci%C3%B3n>. [Último acceso: 2018 Mayo 10].
- [19] F. Buqué, manuales practicos de refrigeracion, Barcelona: Marcombo, 2008.
- [20] G. Kokay, «Tarjetas Electronicas de Minisplit,» 2017.
- [21] Y. Cengel, Transferencia de Calor y Masa, Mexico: Mc Graw Hill, 2011.
- [22] Q. k. Donald, Transferencia de calor, Mexico: Cecsca, 1999.
- [23] J. Alarcón, Tratado Práctico de Refrigeración Automática, Barcelona: Marcombo Boixareu, 1998.
- [24] J. Valera, Apuntes de Fisica General, Mexico: Universidad Autónoma de México, 2005.
- [25] P. M. Floria, Gestión de la Higiene Industrial en la Empresa, Madrid: Fundación Confemetal, 2007.
- [26] J. Muguero Piñeyro, Climatización en una Residencia de Ancianos Situada en Barcelona, Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingeniería , 2011.
- [27] K. N. Angulo Acunso, Cálculo y dimensionamiento de un sistema de climatización de la sala de conciertos " Casa de la música", Barcelona: Universitat de Barcelona, 2015.
- [28] M. Lapuerta Amigo, Frio Industrial y Aire Acondicionado, Cuenca: Universidad de Castilla , 2012.
- [29] J. M. Pinazo Ojer, Manual de Climatización, México: Instituto Politécnico Nacional Dirección de Publicaciones y Materiales Educativos, 1999.

- [30] R. A. F. B., Metodología para el cálculo de factores de simultaneidad y demanda, Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica , 2007.
- [31] M. O. R. Nave, «HYPERPHYSICS,» 22 02 2013. [En línea]. Available: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Kinetic/relhum.html>. [Último acceso: 16 04 2018].
- [32] Carl E. Berg, Mechanical Engineer, Colmac Coil Manufacturing, Inc. , «COLMAC COIL - Manufacturing Inc.,» 08 09 2008. [En línea]. Available: <http://www.colmaccoil.com/media/28978/backtobasicpsychrometricsandthepsychrometricchartspanish.pdf>. [Último acceso: 22 04 2018].
- [33] M. Martín Padero, Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Frigoríficas Industriales, Madrid: Parafino, 2014.
- [34] M. R. Becerra Guzman, Diseño e Implementación de un Programa de Mantenimiento Preventivo para la Maquina de la Empresa Mejia Villegas Constructores S.A., Cartagena: Universidad de Cartagena, 2007.
- [35] C. A. Parra Márquez, Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos, Sevilla: Ingeman, 2012.
- [36] J. Valderrama , «Diseño de un Programa Computacional para Evaluar la Gestión de Mantenimiento Basado en la Seguridad de Funcionamiento,» Información Tecnológica, vol. 15, nº 6, pp. 71-72, 2004.
- [37] A. Céspedes Ruiz, Principios de Mantenimiento, San Jose: Universidad Estatal a Distancia, 1981.
- [38] R. D. Orozco Arroyave, Programa de Mantenimiento Para la Empresa Prelselva & CIA. en Bajo los Lineamientos de la Norma Iso 9001 de 2008, Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira , 2015.
- [39] R. Olives Masip, Mantenimiento Preventivo, Barcelona: Departamento de Empresa y Empleo, 2005.
- [40] W. F. Estrada García, Serie de Matematicas Para Básica Secundaria y Media Espiral, Colombia: Copyright, 2005.

- [41] S. E. Guerrero Esteve, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, Valencia: Femeval, 2010.
- [42] A. Vargas Zuñiga, Organización del Mantenimiento Industrial, Guayaquil: Series VZ, 1998.
- [43] S. M. Parraguez Carrasco, El Estudio y la Investigacion Documental : Estrategias Metodológicas y Herramientas TIC, Lima, 2017.
- [44] Y. Calvachi Andrango, Plan de Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Aire Acondicionado de los Laboratorio NIFA S.A, Quito, 2010, pp. 27-40.
- [45] P. Sarmiento, Energia Solar en Arquitectura y Construcción, Santiago: Ril, 2007.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**



**Anexo 1. Preguntas de la entrevista**

Estimados, con la ayuda de este instrumento, el investigador analizará el plan de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire Split en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

**Datos informativos:**

Fecha.....

Lea cuidadosamente cada una de las preguntas y responda con sinceridad de acuerdo a lo que usted considere correcto en cada una de las alternativas.

**Pregunta 1.** ¿La UTEQ, cuenta con un Departamento técnico de mantenimiento especializado en equipos acondicionadores de aire?

**Pregunta 2.** ¿Tiene conocimiento si existe un plan de mantenimiento para los acondicionadores de aire de la F.C.I.?

**Pregunta 3.** ¿Se ejecuta un plan de mantenimiento en los equipos acondicionadores de aire?

**Pregunta 4.** ¿Dispone la UTEQ, de un presupuesto para el mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire de la Facultad?

**Pregunta 5.** ¿La Facultad, cuenta con personal capacitado en el mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire?

**Pregunta 6.** ¿Dispone la UTEQ de un cronograma para mantenimiento para los equipos acondicionadores de aire?

**Pregunta 7.** ¿Un plan de mantenimiento adecuado reduce los costos del servicio eléctrico?

## Anexo 2 Flujo de calor latente y sensible desprendido por una persona

Actividad	Cajor	Total	Temperatura Seca							
			27°C		25°C		23°C		21°C	
			Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat	Sen	Lat
Sentado, reposo (Teatro, cine)	Hombre	115	62	53	76	39	87	28	87	28
	Mujer	90	56	34	66	24	67	23	67	23
	Media	103	59	44	71	31	77	26	77	26
Sentado, trabajo muy ligero (Oficina)	Hombre	139			84	55	100	39	105	34
	Mujer	109			73	36	81	28	82	27
	Media	124			78	46	90	34	94	30
Sentado, trabajo ligero (mecanog.)	Hombre	185			93	92	111	74	129	56
	Mujer	145			79	66	94	51	109	36
	Media	165			86	79	103	62	119	46
De pie sin movim.	Hombre	139			80	59	95	44	105	34
	Mujer	109			70	39	82	27	82	27
	Media	124			75	49	89	35	94	30
De pie, trab. Lig (marcha lig. Tienda, bancos)	Hombre	235			94	141	112	123	130	105
	Mujer	185			83	102	99	86	115	70
	Media	210			89	121	106	104	123	87
De pie, trab. moderado. (Taller, marcha 1,3 m/s)	Hombre	255			104	151	124	131	144	111
	Mujer	200			92	108	109	91	127	73
	Media	227			98	129	116	111	135	92
De pie, trab. pesado. (baile, ejerc. físico)	Hombre	400			115	285	137	263	159	241
	Mujer	314			102	212	122	192	142	172
	Media	357			109	248	130	227	151	206
De pie, trab. muy pesado. (gimnasio)	Hombre	585			154	431	183	402	213	372
	Mujer	460			125	335	149	311	173	287
	Media	522			139	383	166	356	193	329

FUENTE: JOSÉ MANUEL PINAZO OJER (1999 P. 210)

## **Anexo 3. Plan de mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire**

### **1. Antecedentes.**

Con la investigación propuesta se puede observar que la Facultad Ciencias de la Ingeniería, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo dispone de 49 equipos acondicionadores de aire, al haberse analizado su funcionamiento y el estado de las instalaciones hecha, se considera que es necesario implementar un plan de mantenimiento (preventivo y correctivo), no lo tiene y este lo realiza el Departamento Técnico de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por lo que su ejecución debe pasar por procesos y políticas de la Universidad retrasando así su ejecución.

### **2. Justificación.**

Al contar la Facultad Ciencias de la Ingeniería con un plan de mantenimiento, el Departamento Técnico de la Universidad puede agendar revisiones técnicas periódicas optimizando así el control de los equipos acondicionadores de aire ahorrando tiempo y recursos económicos a la Institución, prolongando la vida útil de los equipos térmicos, el mantenimiento adecuado previene fallas y reparaciones, y de esta manera brindar a los diferentes departamentos del edificio donde se desarrollan actividades académicas y administrativas un ambiente agradable y confortable.

### **3. Objetivos del plan de mantenimiento.**

- Cumplir con el plan de mantenimiento para optimizar recursos destinados para llevar a cabo las labores de mantenimiento.
- Contribuir con la reducción de los gastos por operación de las unidades climatizadoras de aire en la Facultad.
- Garantizar el buen funcionamiento de los equipos acondicionadores de aire en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.
- Extender la vida útil en los equipos acondicionadores de aire acorde con el plazo de amortización de ellos.

#### **4. Alcance.**

El presente plan de mantenimiento está estructurado para 49 equipos acondicionadores de aire tipo Cassette, Split y Piso techo que tiene la Facultad Ciencia de la Ingeniería, pudiendo ser estos preventivos o correctivos. El mantenimiento preventivo de los equipos acondicionadores de aire consiste en mantener los equipos limpios y lubricado y verificar la correcta temperatura del condensador, la vaporización del refrigerante, el ruido, lectura de consumo eléctrico y el ajuste o cambio de los tornillos entre otros, de las alarmas detectadas en el mantenimiento preventivo depende el correctivo y la prolongación de la vida útil y el ahorro de recursos económicos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

#### **5. Plan de acción.**

El plan de mantenimiento propuesto a la Facultad Ciencias de la Ingeniería está orientado a brindar un óptimo rendimiento en los equipos acondicionadores de aire en sus diferentes marcas comerciales instaladas en su infraestructura y que para su ejecución se consideran los siguientes aspectos.

##### **5.1.Procedimientos para mantenimiento preventivo en acondicionadores de aire.**

- Verificar el correcto funcionamiento del acondicionador de aire.
- Comprobación y registro de condiciones de funcionamiento con respaldo fotográfico.
- Desenergizar la unidad evaporadora y condensadora para evitar un cortocircuito y colocar el candado de seguridad (kit de bloqueo eléctrico) en el interruptor principal.
- Desmontaje íntegro de las unidades evaporadoras y condensadoras, esta actividad se debe realizar trimestralmente, es decir cuatro veces al año. Se utiliza escaleras, set de herramientas.
- Limpieza de la carcasa esta actividad se realiza aplicando detergente y usando la hidrolavadora para luego secar la carcasa con una franela.
- Limpieza de los filtros de aire esta actividad se la ejecuta con la hidrolavadora cada 50 horas de uso en los equipos acondicionadores de aire.
- esta actividad se la realiza cada vez que se realiza el mantenimiento preventivo al acondicionador de aire.

- Limpieza, retiro de obstrucciones y ajustes del sistema de drenaje.
- Limpieza del chasis y rejillas; se usa detergente y agua aplicado una brocha en su superficie hasta quedar limpia y luego secarla para proceder a su montaje.
- Sanitizado del serpentín evaporador hay que aplicar agua a presión de forma ascendente y descendente.
- Lubricación del buje se aplica grasa NLGL -2
- Lubricación del eje motor evaporador esta actividad se la realiza con grasa NLGL -2
- Revisión de opresor esta actividad se la realiza con un voltímetro.
- Limpiezas de carcasas, tratamiento de partes corroídas y aplicación de capa de pinturas anticorrosiva.
- Revisión del motor evaporador esta actividad se la ejecuta con el voltímetro.
- Revisión de sensores de temperatura esta actividad se la ejecuta con el voltímetro tomando un el polo positivo y negativo para verificar su correcto estado.
- Revisión del display esta actividad se la realiza con un voltímetro.
- Revisión del termostato se usa el amperímetro de gancho para verificar su correcto funcionamiento.
- Sanitización del serpentín condensador hay que aplicar agua a presión de forma ascendente y descendente.
- Suministro de carga de refrigerante para realizar esta actividad se usa el banco de manómetro, bascula y gas refrigerante R 22 o R 410 A.
- Limpieza aspa condensador se usa agua con detergente y una brocha una vez estando limpia se procede a secarla con una franela.
- Lubricación del rotor se usa aceite mineral o poliéster
- Revisión del amperaje del motor esta actividad se la realiza con el amperímetro de gancho.
- Revisión del capacitor esta actividad se la realiza con el amperímetro de gancho con el objetivo de conocer su estado eléctrico.
- Revisión de presión de gas refrigerante esta actividad se la realiza con el banco de manómetros.
- Revisión de voltaje para realizar esta actividad se la realiza con el amperímetro de gancho.
- Revisión de amperaje de compresor para realizar esta actividad se la realiza con un voltímetro.

- Verificación de bandas poleas y chumaceras esta actividad se la realiza con un tensiómetro.
- Revisión de block terminales se realiza de forma visual un con un voltímetro.
- Reemplazo de elementos menores deteriorados o carencia de estos (terminales de cables, tornillos, pernos, amarras, tapones y codos PVC).
- Reemplazo de tramos de aislante en las cañerías y cinta adhesivas de aluminio en mal estado.

## **5.2.Procedimientos para mantenimiento correctivo.**

Para la reparación, cambio de partes y piezas defectuosas o en mal estado, producto del desgaste en la operación normal del sistema se encargará el departamento técnico, de la universidad el costo de los repuestos, mano de obra para la instalación de dichos repuestos los asumirá el director de apoyo, para la gestión de servicio universitario el cual notificará al departamento de compras públicas en el caso de falla en un equipo se deba a problemas de fábrica, se deberá notificar al líder de servicio universitario el cual realizará el informe técnico y notificará a control de activos fijos para que contacte con la empresa proveedora del equipo, ya sea que se cuentan con garantía para su reparación o dar de baja a la máquina.

Para el mantenimiento correctivo para los equipos acondicionadores de aire Cassette, Split y piso techo se realizará lo siguiente:

- Desmontaje del componente averiado esta actividad se la realiza utilizando el set de herramienta.
- Montaje de los nuevos componentes compresor, motor, tarjeta electrónica etc.
- Carga de aceite al compresor.
- Corrección de fuga por falta de reajustes de válvulas de servicio, fuga o golpe de tubería.
- Vaciado de gas refrigerante.
- Carga de gas refrigerante.
- Conexiones eléctricas.
- Arranque del equipo.

### 5.3.Herramientas a utilizar para el mantenimiento preventivo y correctivo.

El contratista deberá proveer a su personal las herramientas y equipos de protección, así como los materiales a utilizar, estos deben cumplir las condiciones óptimas de calidad para que el trabajo a ejecutar no afecte la salud de las personas.

**Cuadro 36.** Herramientas utilizadas

Ítem	Descripción	Unidades de las herramientas
1	Bomba de vacío.	5 CFM
2	Banco de Manómetros.	R 134a, R 22, R 410
3	Dobladores de tubo.	4,5 a 16 mm de diámetro
4	Corta tubos.	4,5 a 16 mm de diámetro
5	Capacimetro	Frecuencia, capacitancia, inductancia.
6	Llave dinamométrica	(1/2'' 3/8'' 1/4 '') pulg
7	Llave de carraca	(1/2'' 3/8'' 1/4 '') pulg
8	Sierra de arco	
9	Juego de destornilladores	1/4 x 6 pulg , 1/4 x 4 pulg, 3/16 x 6 pulg, 1 x4 pulg 2 x 4 pulg
10	Flexómetro 5 metros	5 metros
11	Taladro	3/8'' pulg 110 v
12	Broca	(1 1/8'', 1 1/4'', 1 3/8'', 1 1/2 '') pulg
13	Martillo de goma blanca	0,67 kg
14	Detector de fugas.	R-134a, R22, R410a
15	Prensa.	
16	Amperímetro de gancho.	CA de 400 A, CA y CC de 600 v y resistencia 40 kΩ
17	Termómetro infrarrojo.	-50 – 700 °C ; -58 – 1292 °F
18	Hidro lavadora.	De 120v, 1600 psi de presión máxima.
19	Abocinador	4,5 a 16 mm de Ø
20	Llave regulable	8 , 10 y 15 pulg
21	Llaves Allen	(3, 4, 4,5, 5 ,5,5, 6, 7, 8, 10 ) mm
22	Alicates curvos	( 4'',5'',7'',10'',12'' ) pulg
23	Báscula	Libras, onzas, kilogramo
24	Tanque de recuperación	30 a 50 lb
25	Vacuómetro	Bar, psi de -1 hasta 3
26	Andamios	6 metros
27	Escaleras de aluminio	6 metros

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 5.4.Materiales.

Para la ejecución del mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire, sus elementos, repuestos y accesorios a reponer o incorporar en el transcurso de los trabajos; deberán ser nuevos, originales de fábrica o iguales a los que se reemplacen, salvo imposibilidad comprobada, en su defecto deberán reunir características iguales o superiores.

#### Lista de materiales

Ítem	Descripción	Unidades de las herramientas
1	Líquido desincrustante	Acid Clean
2	Agua	
3	Refrigerante	R 22 A, R 410 A
4	Condensadores	18-24, 30-40
5	Filtros de aire	
6	Limpiador de contactos	Contact cleaner CRC 200 M
7	Terminales	4mm,5mm,6mm,8mm,10mm de diámetro
8	Detergente ácido desincrustante	Liquid Acid
9	Contactores eléctricos	120 v y 220 v
10	Baterías	AAA
11	Sensores de temperatura	5k, 10k, 15k
12	Aceite mineral	Suniso refrigeration oil
13	Compresores	22 R , R 410 a de 2 – 10 toneladas
14	Tarjeta electrónica	110v 220 v
15	Bomba de drenaje	Caudal 85 l/h
16	Motor ventilador	220v 50/60hz 13w, Split 220 v 50/60 hz 48 w Piso techo, 50/60 hz 90 w Cassette
17	Tubería de cobre	(1'',5/8'',1/2'',2'') pulg
18	Válvula de expansión	6mm de alta, 10mm de baja 1mm de capilar
19	Acumulador de aceite	(1/2'',5/8'',3/4'',7/8'',1 1/8'' 1 3/8'') pulg

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### **5.4.1. Equipo de protección personal.**

- 
- 1 Overol
  - 2 Zapatos antideslizante dieléctrico.
  - 3 Guantes (recubierto de Látex nitrilo)
  - 4 Protectores visuales ( lentes de impacto)
  - 5 Protectores auditivos ( silicona hipo alergénica )
  - 6 Mascarilla ( 3M 8210 )
  - 7 Casco de seguridad industrial
- 

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### **5.5.Periodicidad.**

La periodicidad de mantenimiento preventivo depende del funcionamiento de los equipos y del lugar donde se encuentren; se recomienda sea realizada tres veces por año por un personal especializado, esto permite identificar aspectos que ameriten un mantenimiento correctivo; el mantenimiento correctivo se lo realiza cuando se va a reemplazar partes o suministros y derivan del preventivo y predictivo.

#### **5.6.Empresa licitadora para adjudicar el trabajo de mantenimiento.**

Considerando que la Universidad no tiene personal especializado en los equipos acondicionadores de aire se realizó una investigación y cotización a empresas que ofertan servicio de mantenimiento de equipos térmicos en la ciudad de Quevedo encontrando las siguientes: Serví Frio , Multi Frio, Estacio Cagua Félix, detectando que la empresa que realiza las labores de mantenimiento es Serví Frio, quien oferta un servicio especializado, aceptable y beneficioso a la universidad, se encuentra ubicada en el cantón Quevedo dirección calle décima primera N 531 y 12 Octubre cuyo monto aproximado por año de \$ 20.190 dólares americanos, (ver anexo N: 33)

### 5.6.1. Plazo de ejecución.

El plazo de ejecución para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos acondicionadores de aire en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería en la UTEQ es de 12 meses.

### 5.6.2. Forma de pago.

La forma de pago será mediante la presentación de formularios mensuales de acuerdo con los precios unitarios de cada mantenimiento realizado a los equipos acondicionadores de aire.

### 5.6.3. Cronograma de trabajo.

El mantenimiento preventivo se lo realizará en la cuarta semana de los meses de enero, mayo y septiembre, el mantenimiento correctivo en el mes de diciembre a partir de la primera semana. Este cronograma es propuesto en el plan de mantenimiento en un horario de trabajo que afecte lo menos posible las actividades de la institución, debe presentarse el primer día a la firma del contrato y debidamente coordinadas con el administrador del contrato.

**Cuadro 37.** Horario de trabajo para realizar las labores de mantenimiento

<b>Días</b>	<b>Hora</b>	<b>Tipo de mantenimiento</b>	<b>Tiempo estimado</b>
Lunes - Viernes	13:00 h a 21: 00 h	Preventivos y Correctivos	8 horas diarias
Sábado	7:00 h a 18:00 h	Preventivos y Correctivos	11 horas diarias

**ELABORADO POR: LOS AUTORES 2018**

### 5.6.4. Garantía.

Los mantenimientos preventivos y correctivos, tienen una garantía de 90 días contados desde el inicio de las labores realizadas a los equipos acondicionadores de aire y vencerá el último día del mismo de acuerdo al contrato de provisión corresposal.

### Ficha de Control de mantenimiento

INFORME TÉCNICO		UTEQ – MTTO – IT – 001	
<b>Mantenimiento:</b>	Unidad acondicionadora de aire en el Edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.		
<b>Modelo del equipo:</b>	Acondicionador de aire piso techo	<b>Marca:</b>	
<b>Nº Planta:</b>		<b>Código del equipo :</b>	
<b>Nº de aula:</b>		<b>Refrigerante:</b>	
<b>Fecha :</b>		<b>Presión de alta:</b>	
<b>Hora de ingreso:</b>		<b>Presión de baja:</b>	
<b>Hora de salida:</b>		<b>Verificación de voltaje:</b>	
<b>Nº trabajadores</b>		<b>Comprobación de corriente del compresor:</b>	
<b>Tipo de mantenimiento:</b>	<input type="checkbox"/> Preventivo	<input type="checkbox"/> Correctivo	<input checked="" type="checkbox"/> X
DETALLE DE TRABAJOS REALIZADOS			
Descripción	Actividad realizada		
	Si	No	N/A
Verificar el encendido y apagado del equipo			
Desmontaje del evaporador			
Desmontaje del condensador			
Sanitación del serpentín condensador			
Sanitización del serpentín evaporador			
Limpieza del filtro de aire			
Cambio de filtro de aire			
Soldadura en las tuberías.			
Reemplazo del compresor.			
Cambio de bomba de drenaje			
Cambio de los rodamientos			
Cambio de aceite del compresor			
Cambio del gas refrigerante.			
Cambio de capacitor			
Reemplazo de la turbina.			
Sustitución del Display.			
Cambio del sensor de temperatura			
Cambio de tarjeta electrónica			
Cambio de motor ventilador de la unidad evaporadora.			
Cambio de motor ventilador de la unidad condensadora.			
Cambio de conectores			
Cambio tubería de desagüe			
Cambio del aislante térmico			
<b>Observaciones generales:</b>			
<b>Nombre del técnico</b>		<b>Nombre del técnico</b>	
<b>Firma del técnico</b>		<b>Firma del técnico</b>	

ELABORADO POR: LOS AUTORES 2018

## Contrato de mantenimiento

**Contratista:** Zoila Amable López García

**Objeto:** Plan de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire Split en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.

<b>Fecha de inicio</b>		<b>Valor contrato</b>	
<b>Fecha de culminación</b>			
		<b>Plazo pactado</b>	

Quevedo, 12 de marzo del 2018 se prevé llegar al acuerdo de contrato mediante las siguientes personas: Ingeniera **García Franco Sandra Angelina** DIRECTORA FINANCIERA en representación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y el taller **Serví Frio** representado por la ingeniera **López García Zoila Amable** contratista de mantenimiento, como interventor externo, con el fin de suscribir la presente acta de inicio del contrato de mantenimiento.

**Para constancia se firma la presente acta.**

\_\_\_\_\_  
**Firma Directora Financiera**

\_\_\_\_\_  
**Firma Contratista**

## Carta de garantía

### **CARTA DE GARANTÍA A LOS EQUIPOS ACONDICIONADORES DE AIRE SPLIT**

Una vez prestado el servicio de mantenimiento, se brindará noventa días de garantía a partir de la entrega en los equipos acondicionadores de aire Split, Piso techo y Cassette cuyas marcas comerciales son las siguientes SMC, Mabe, Midea, Prima, Panasonic, Riviera cuyas capacidades de enfriamiento son las siguientes 12000BTU/h, 24000 BTU/h, 30000 BTU/h ,36000 BUT/h, 60000 BTU/h, cuyas áreas de los equipos son los salones de cátedra., no será válida la garantía bajo estas condiciones:

- Cuando el equipo habíase utilizado en condiciones distancia a las normales.
- Por variaciones de voltaje en el aérea.
- Cuando no se encuentre en el área especificada en el contrato.
- Si no le presenta la carta de garantía con firma respectiva.

#### **Área de trabajo:**

Los equipos se encuentran instalados en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería planta baja, primera planta, segunda planta.

**Fecha:** Una vez culminado la ejecución del mantenimiento.

Atentamente

---

**Firma de responsabilidad**

### 5.7. Modelos de fichas para reporte del trabajo de mantenimiento.

Para realizar el plan de mantenimiento es necesario contar con un cuaderno de registro de las actividades a desarrollar a continuación se detalla cada una de ellas.

**Cuadro 38.** Solicitud de compras.

Solicitud de compra			UTEQ - MTTO - SDC - 001	
N° de solicitud:		Día:	Mes:	Año:
Departamento solicitante:				
Nombre del proveedor:				
N°	Descripción:	Cantidad:	Costo unitario:	Valor Total:
1				
2				
3				
4				
5				
Observaciones:				
Solicitado por:		Aprobado por:		Autorizado por:

ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

Historial de Máquina			UTEQ - MTTO - HM - 001
<b>Nombre de equipo:</b>		<b>Ubicación:</b>	
<b>Marca:</b>		<b>Tipo de refrigerante:</b>	
<b>Modelo:</b>		<b>Tipo de lubricante:</b>	
<b>Código de equipo:</b>		<b>Voltaje :</b>	
<b>Capacidad:</b>			
<b>Fecha de reparaciones:</b>	<b>Tipos de mantenimiento:</b>	<b>Causas:</b>	<b>Costo:</b>
<b>Observaciones:</b>			
<b>Responsable técnico:</b>	<b>Jefe de bodega:</b>	<b>Jefe de mantenimiento:</b>	

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

<b>Control de componentes</b>				<b>UTEQ – MTTO- TDCDC- 001</b>	
<b>Nombre de equipo:</b>				<b>Tipo de acondicionador:</b>	
<b>Modelo:</b>				<b>Capacidad del equipo:</b>	
<b>Ubicación del equipo:</b>				<b>Aula:</b>	
<b>Realizado por:</b>					
<b>N:</b>	<b>Nombre de la parte o componente averiada</b>	<b>Ubicación del componente</b>	<b>Número de serie</b>	<b>Fecha de cuando se cambió el componente</b>	
<b>1</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					
<b>5</b>					
<b>Observaciones:</b>					
<b>Elaborado por:</b>			<b>Aprobado por:</b>		

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

Bitácora de control						UTEQ - MTTO – BDC – 001	
<b>Nombre de equipo:</b>					<b>Tipo de acondicionador:</b>		
<b>Modelo:</b>					<b>Capacidad del equipo:</b>		
<b>Ubicación del equipo:</b>					<b>Aula:</b>		
<b>Realizado por:</b>							
N:	Fecha	Hora	Voltaje	Amperaje	Temperatura del equipo	Presión de trabajo	
						Alta:	Baja:
1							
2							
3							
4							
5							
<b>Observaciones:</b>							
<b>Elaborado por:</b>				<b>Aprobado por:</b>			

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

Orden de trabajo					UTEQ - MTTO - ODT- 001		
Código de máquina					Ubicación		
Nombre de la máquina :					Mantenimiento Preventivo :		
Modelo:					Mantenimiento Correctivo:		
Tipo de máquina :					Mantenimiento Predictivo:		
Ítem	Tarea:	Duración de la tarea:	Materiales/repuestos:		Cambios :		
			Descripción:	Cantidad:	Si	No	N/A
<b>Observaciones:</b>							
<b>Área requirente:</b>				<b>Firma de autorización:</b>			

ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)









**Anexo 4. Manual de procedimientos en mantenimiento de los equipos acondicionadores de aire.**

**3.1. Manual procedimiento en mantenimiento acondicionadores de aire Split.**

	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO</b></p>	
	<p align="center"><b>FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b></p>	
	<p align="center"><b>CARRERA INGENIERIA MECANICA.</b></p>	
	<p align="center"><b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Elaboración del plan de mantenimiento a los equipos acondicionadores de aire Split en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería</p>	
<p><b>TEMA:</b> Mantenimiento preventivo a los equipos acondicionadores de aire Split en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.</p>		
<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p>	<p>Realizar el manual de mantenimiento preventivo a los equipos acondicionadores de aire Split.</p>	
<p><b>OBJETIVO ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar el funcionamiento en los equipos acondicionadores de aire Split</li> <li>• Determinar la situación actual de los equipos acondicionadores.</li> <li>• Realizar el mantenimiento preventivo de los equipos acondicionadores de aire Split</li> </ul>		
<p align="center"><b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b></p> <p><b>1.1 Descripción de los equipos acondicionadores de aire Split.</b></p> <p><b>Unidad interior (evaporadora)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Toma de entrada de aire</li> <li>2) Panel frontal</li> <li>3) Panel de pantalla</li> <li>4) Salida de aire</li> <li>5) Caja eléctrica</li> <li>6) Botón para reiniciación del filtro</li> <li>7) Rejilla de ajuste vertical</li> <li>8) Rejilla de ajuste horizontal</li> <li>9) Filtro de aire</li> </ol>		

10) Control remoto

11) Interruptor de encendido y apagado

### **Unidad exterior (condensadora)**

1) Entrada de aire

2) Tubería y cable de corriente eléctrica

3) Manguera de drenado

### **1.2 Pasos para realizar un mantenimiento preventivo.**

Limpia la unidad con un paño suave y seco únicamente. Si la unidad está muy sucia, límpiela con un paño humedecido con agua tibia.

Limpieza de filtro de aire y filtro desodorizante un filtro de aire taponado reduce la eficiencia de refrigeración de esta unidad limpie el filtro una vez cada 2 semanas.

- Levante el panel de la unidad interior a un ángulo hasta quede fijo con un clic.
- Agarre la manija del filtro de aire y levántela levemente hasta sacarla del soporte del filtro, luego tire hacia abajo.
- Retire el filtro de aire de la unidad interior limpie el filtro de aire una vez cada dos semanas.
- Limpie el filtro de aire con una aspiradora o agua, luego séquelo en un lugar fresco.
- Instale nuevamente el filtro desodorizante en su posición

#### **1.2.1 Reemplazo de filtro de aire y filtro desodorizante.**

- Retire el filtro de aire.
- Retire el filtro de desodorización.
- Instale un nuevo filtro de desodorización.
- Reinstale el filtro de aire y cierre firmemente el panel frontal

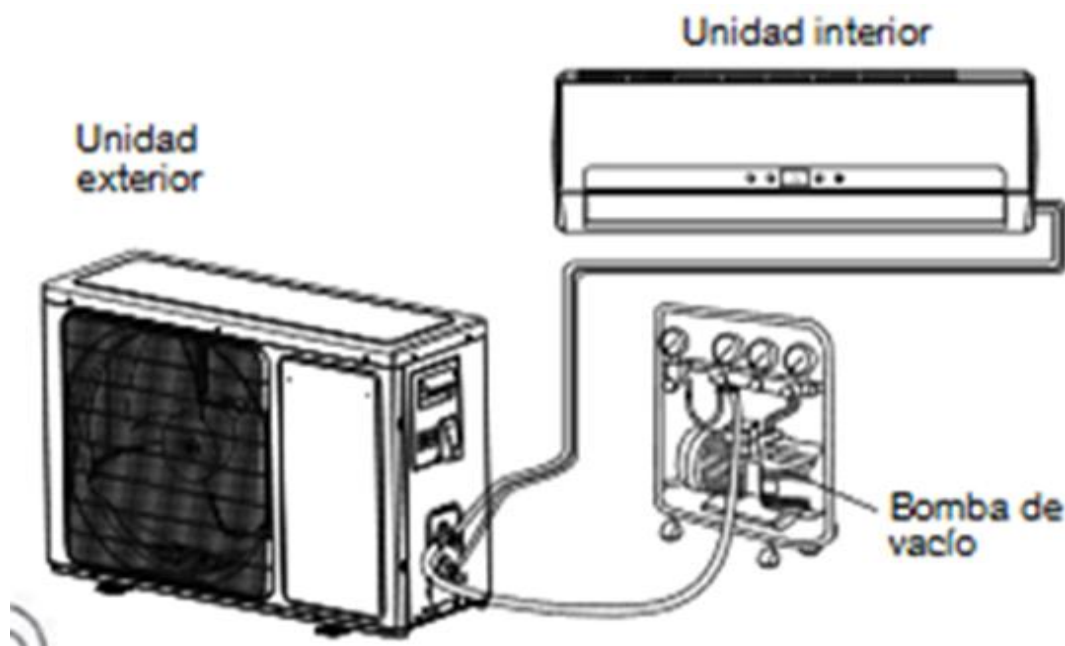
#### **1.2.2 Inspección prestación.**

- Revise que el cableado no esté roto o desconectado.
- Limpie la unidad interior y los filtros.
- Revise que el filtro de aire esté instalado.
- Revise si la salida o entrada de aire.

### 1.3 Carga del sistema.

Se puede realizar por el circuito de alta o de baja el motor tiene que estar parado y con temperatura ambiente el líquido se introduce de forma líquida por el lado de alta presión abriendo las válvulas respectivas de entrada del líquido, comienza a entrar en el circuito descendiendo el nivel del mismo en el cilindro de carga, señalizando en la correspondiente escala la cantidad desalojada.

**Figura 1 Pasos para cargar de refrigerante al sistema**



**FUENTE: MANUAL DE USUARIO PANASONIC**

### 1.4 Montaje del conjunto de manómetros.

Se procede a cerrar las dos válvulas manuales del conjunto de manómetros, luego se procede a instalar las mangueras de carga del conjunto de manómetros a los empalmes

Conectamos el tubo de baja presión en el racor de baja presión, y el tubo de alta presión en el racor de alta presión, ajustando las tuercas de la manguera con la mano.

### 1.5 Purgado del aire.

El aire que contiene humedad en el ciclo de refrigeración puede causar una falla en el compresor después de conectar las unidades de interior y exterior purgue el aire y la humedad del ciclo de refrigerante utilizando una bomba de vacío.

1. Desatornille y remueva las tapas de las válvulas de 2 y 3 vías.

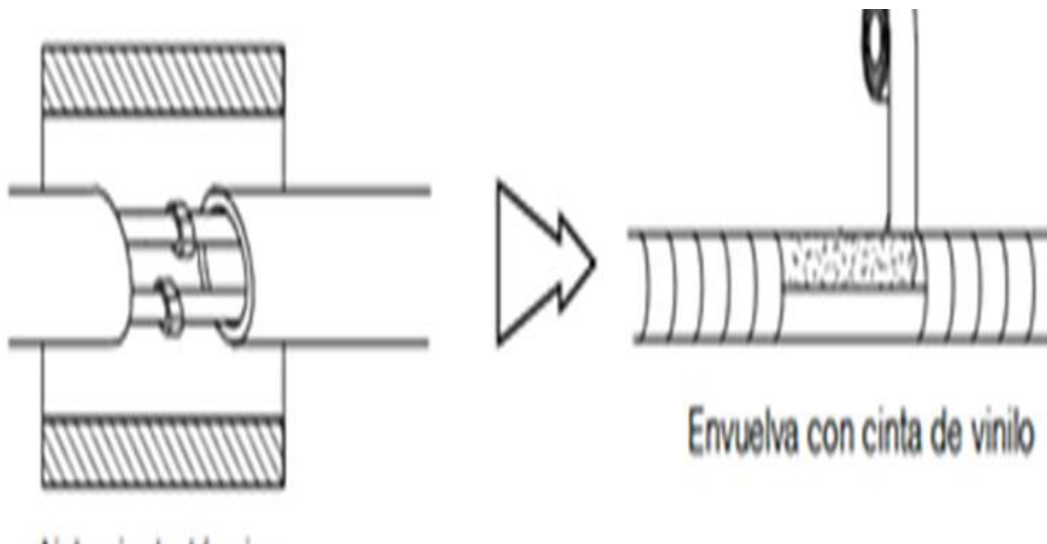
2. Desatornille y remueva la tapa la válvula de servicio.
3. Conecte la manguera de la bomba de vacío a la válvula de servicio.
4. Arranque la bomba de vacío por 10-15 minutos hasta que alcance un vacío absoluto de 10 mm Hg (1,33 kPa)
5. Con la bomba de vacío todavía trabajando cierre la perilla de baja presión del colector de la bomba vacío luego apague la bomba de vacío.
6. Abra la válvula de 2 vías 1/4 de vuelta, luego ciérrela después de 10 segundos Revise que todas las uniones estén bien apretadas, use jabón líquido.
7. Gire el vástago de las válvulas de 2 y 3 vías desconecte la manguera de la bomba de vacío.
8. Vuelva a colocar y apriete todas las tapas de las válvulas.

### 1.6 Aislante térmico en tubería

1. Coloque la manguera de drenado bajo la tubería
2. Material aislante: Espuma de polietileno de más de 6 mm de diámetro.

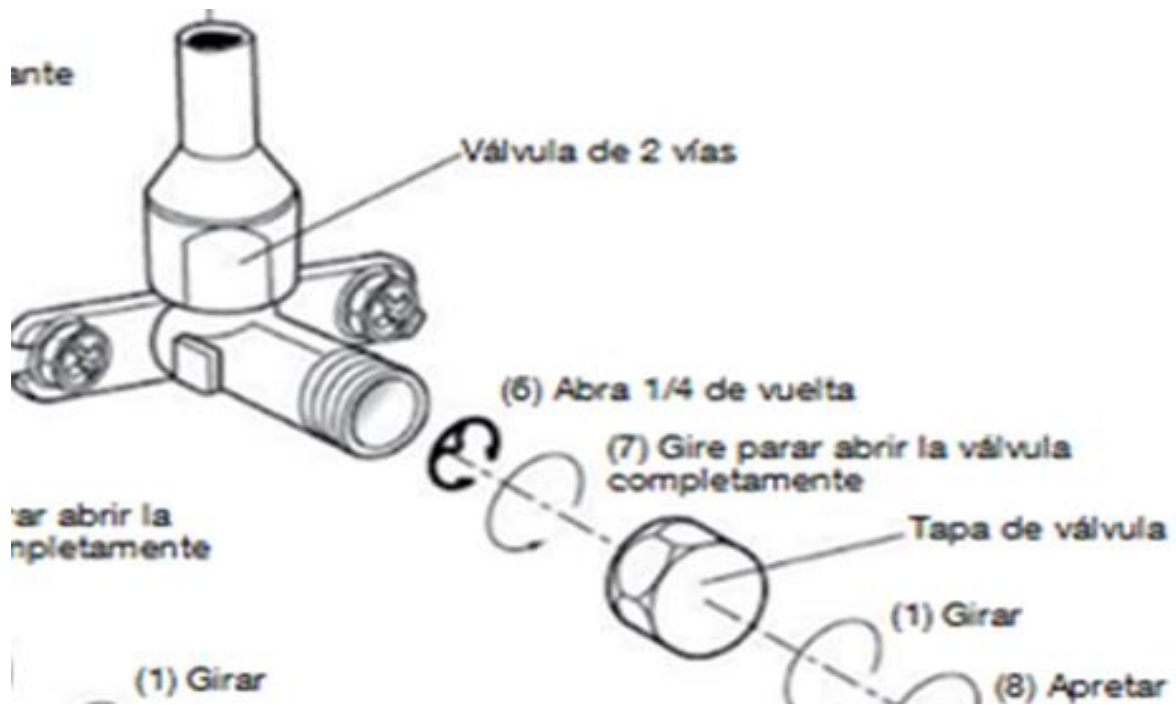
### 1.7 Pasos para realizar un aislamiento de térmico en las tuberías de presiones del sistema

**Figura 2** Aislamiento térmico



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO PANASONIC

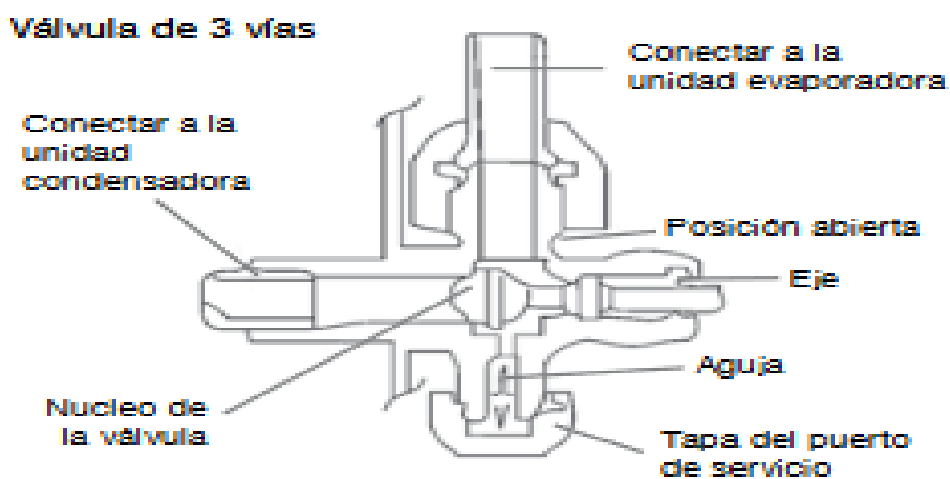
**Figura 3** Desmontaje de válvula de refrigerante



FUENTE: MANUAL DE USUARIO PANASONIC

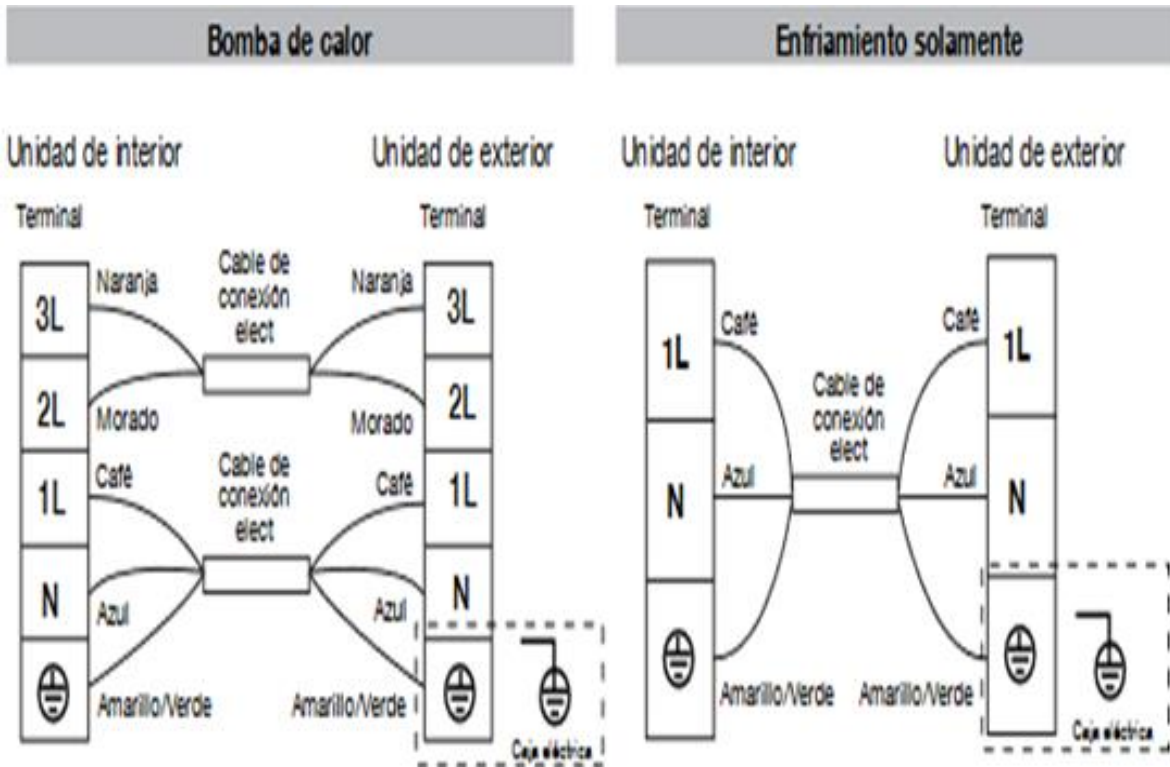
### 1.8 Esquema de válvula de expansión

**FIGURA 4** Esquema de válvula de expansión



FUENTE: MANUAL DE USUARIO PRIMA

**FIGURA 5** Diagrama de conexiones eléctricas



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO PRIMA

### 1.9 Competencias genéricas.

Son aquellas que son aplicables a lo largo de toda la vida, es decir son las que te servirán como base para adquirir nuevas y más complejas competencias.

- 1) Enfrentar retos y solucionar problemas.
- 2) Realizar trabajos limpios y estéticos que den buena imagen y presentación
- 3) Cuidar su ambiente de trabajo y de su persona.
- 4) Interpretar lenguajes técnicos en sus diferentes formas.
- 5) Desarrollar su creatividad en su trabajo respetando los principios técnicos.
- 6) Atender las recomendaciones de sus superiores y compartir comentarios de manera respetuosa.
- 7) Registrar todas sus actividades con el fin de utilizarlos como antecedente en el futuro.
- 8) Trabajar en equipo de manera efectiva compartiendo responsabilidades.

- 9) Realizar su trabajo de manera ética en beneficio propio y de su comunidad.
- 10) Respetar las ideas de sus compañeros y gente que lo rodea en beneficio de su trabajo.
- 11) Desarrollar su trabajo utilizando las técnicas adecuadas para el cuidado del medio ambiente.

## **2. PROCEDIMIENTO**

### **2.1 Los pasos a seguir son los siguientes:**

1. Desmontaje del equipo
2. Desarmar el equipo.
3. Revisión de piezas.
4. Limpieza completa del equipo.
5. Análisis de la falla.
6. Correcciones.
7. Montaje del equipo.

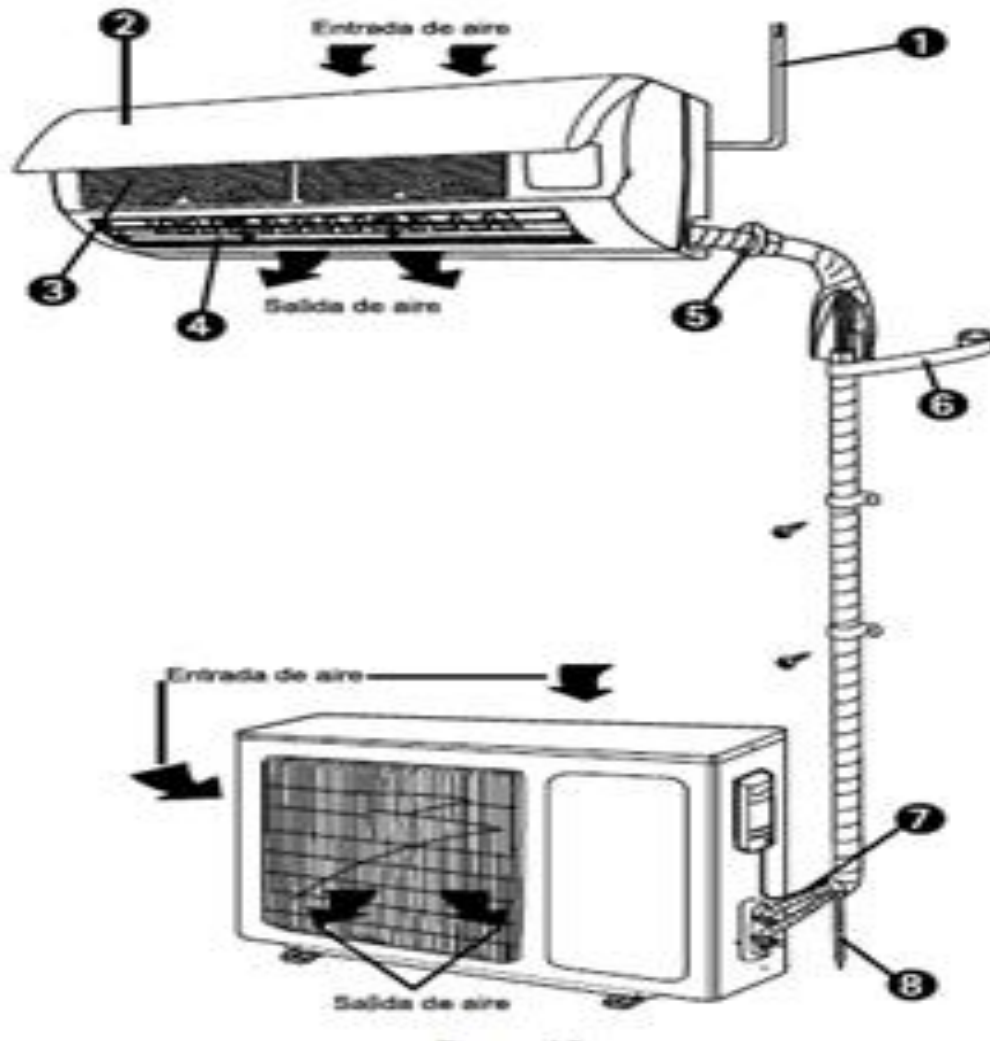
## 2.2 Problemas y soluciones de funcionamiento para los acondicionadores de aire Split

Problema	Análisis
No funciona	<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Se disparó el dispositivo de protección o el fusible?</li><li>• Por favor espere 3 minutos y comience de nuevo, el dispositivo de protección puede ser que este impidiendo que la unidad opere.</li><li>• ¿Están bajas las baterías del control remoto?</li><li>• ¿Está conectado el cable de corriente correctamente?</li></ul>
No enfría o no calienta	<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Está sucio el filtro de aire?</li><li>• ¿Están las entradas y salidas del aire acondicionado bloqueadas?</li><li>• ¿Está la temperatura configurada correctamente?</li><li>• ¿Están abiertas las puertas o ventanas?</li></ul>
El control no funciona bien	<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Ha habido mucha interferencia (Por exceso de descarga electrostática o variación en el voltaje)? La operación en este caso será anormal, desconecte de la corriente eléctrica y vuelva a conectar después de 2-3 segundos.</li></ul>
No funciona inmediatamente	<ul style="list-style-type: none"><li>• Habrá un retraso de 3 minutos cuando cambie el modo de operación.</li></ul>
Olor peculiar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Este olor puede venir de otra fuente como de un mueble, cigarrillos, etc. el cual se quedo atrapado en la unidad y se está distribuyendo el olor en el aire.</li></ul>
Hay un sonido de agua corriendo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esto es normal y es causado por el flujo de refrigerante en el aire acondicionado.</li><li>• Sonido de deshielo en el modo de calefacción.</li></ul>
Sonidos de fractura	<ul style="list-style-type: none"><li>• Este sonido puede ser generado por la expansión o contracción del panel frontal debido a los cambios de temperatura.</li></ul>

**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO PRIMA

### 2.3 Diagrama de instalación de acondicionador de aire Split

FIGURA 7 Partes del acondicionador de aire



FUENTE: MANUAL DE USUARIO PRIMA

### 3. Instalación de la unidad exterior

Lo condensado se drena de la unidad exterior cuando la unidad opera en el modo de calefacción para no molestar a sus vecinos y proteger al ambiente, instale un puerto de drenaje y una manguera de drenaje para dirigir el agua condensada, solo instale el puerto de drenado en el chasis de la unidad exterior, luego conecte la manguera de drenado al puerto.

### 3.1 Ubicación para la Unidad interior.

Fije usando pernos y tuercas firmemente en un piso que sea plano y resistente. Si está instalando en la pared o techo, asegúrese de fijar el soporte bien para prevenir que no vibre debido a vibración o vientos fuertes.



**Recomendado:** Es mejor insertar una almohadilla de plástico (opcional) bajo la pata de la unidad exterior para absorber las vibraciones mientras está operando.

### 3.2 Conexión de las tuberías de la unidad exterior.

- Remueva las tapas de las válvulas, la válvula de 2 y 3 pasos.
- Conecte las tuberías a las válvulas de 2 y 3 pasos por separado de acuerdo al torque que sea necesario.

<b>Realizado por:</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	Firma
	Baño Lisintuña Klever Fabián	
	Figueroa Zamora Paulo César	
<b>Aprobado por:</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	Firma
	<b>Líder de servicios universitarios</b>	

### 3.2. Manual de procedimientos de mantenimiento en acondicionadores de aire piso techo

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO</b>	
	<b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>	
	<b>CARRERA INGENIERIA MECANICA.</b>	
	<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> Elaboración del plan de mantenimiento a los acondicionadores de aire Split en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería	
<p><b>TEMA:</b> Mantenimiento preventivo a los acondicionadores de aire Split en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.</p>		
<b>OBJETIVOS GENERAL:</b>	Realizar el manual de mantenimiento preventivo a los acondicionadores de aire Piso techo.	
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar el funcionamiento de los acondicionadores de aire piso techo.</li> <li>• Determinar la situación actual de los acondicionadores de aire Piso techo.</li> <li>• Realizar el mantenimiento preventivo a los acondicionadores de aire piso techo.</li> </ul>		
<b>FUNDAMENTO TÉORICO</b>		
<b>1.1 Limpieza y mantenimiento</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No toque las partes de metal del aparato al sacar el filtro del aire. Pueden ocurrir lesiones al manipular bordes metálicos puntiagudos.</li> <li>• No use agua para limpiar el interior del aparato de aire acondicionado. La exposición al agua puede destruir la instalación, ocasionando posibles descargas eléctricas.</li> </ul>		

- Al limpiar la unidad, cerciórese en primer lugar de que la alimentación y el disyuntor están apagados hay posibilidad de lesiones si la potencia del aparato se dispara accidentalmente mientras limpia sus piezas interiores.

### 1.2 Limpieza del filtro de aire.

- El filtro de aire evita que ingrese polvo y otras partículas dentro del equipo. Si el filtro se encuentra obstruido, la eficiencia del acondicionador de aire puede disminuir considerablemente.
- Por lo tanto, si el equipo se utiliza durante largos períodos se debe limpiar el filtro cada dos semanas.
- Si el acondicionador de aire se instala en un lugar con mucho polvo, limpie el filtro de aire con mayor frecuencia.
- Si el polvo acumulado es demasiado grueso para limpiar, por favor reemplace el filtro por uno nuevo (el filtro de aire de repuesto es un accesorio opcional).

**FIGURA 1** Desmontaje del filtro de aire



Figura 4

**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO SMC

### 1.3 Descripción de los acondicionadores de aire Split.

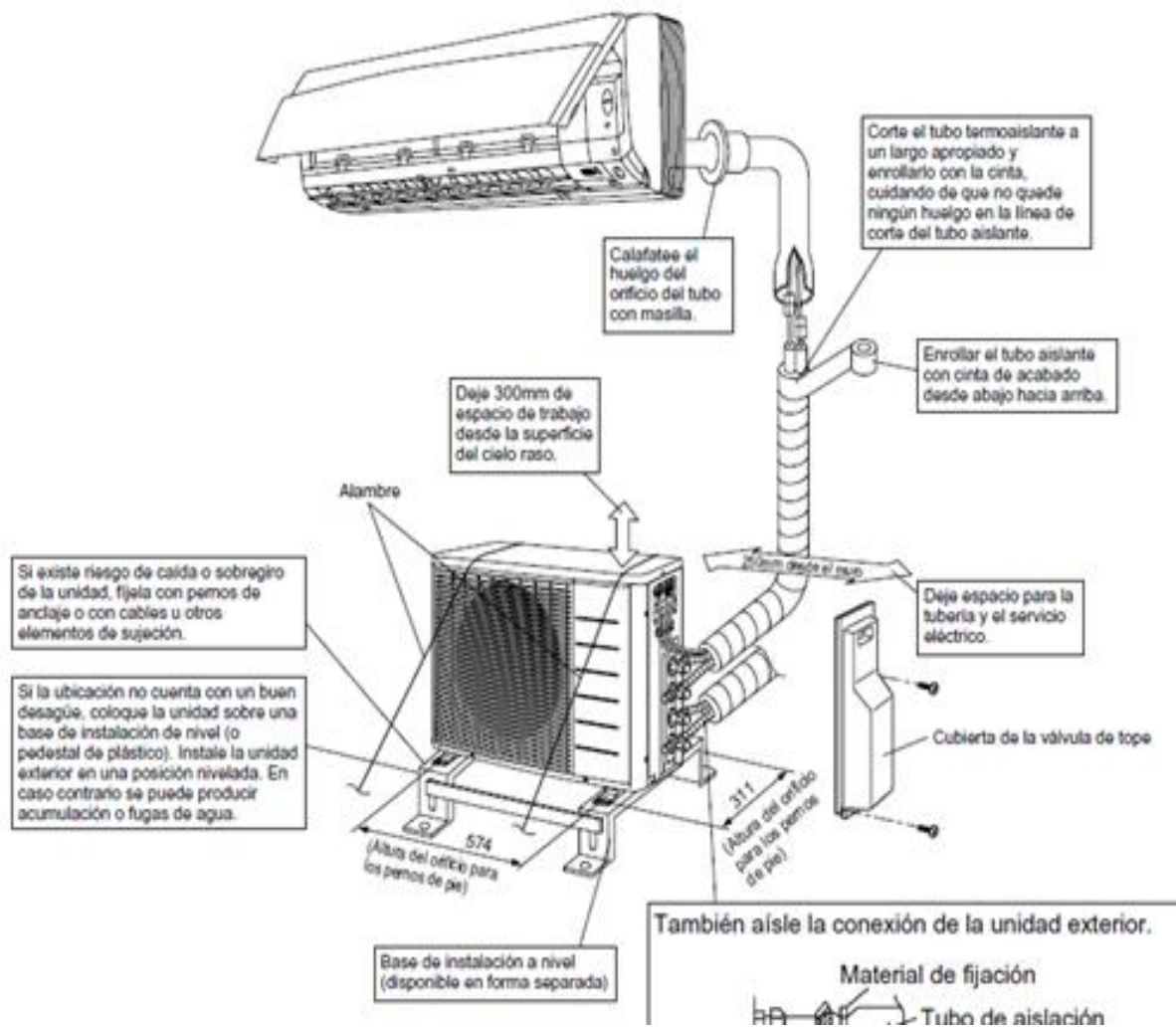
1. Unidad interior (evaporadora)
2. Deflector de corriente de aire (a salida de aire)
3. Entrada de aire (con filtro de aire)
4. Superficie de instalación

5. Panel de visualización
6. Control remoto
7. Tubería de drenaje

#### 1.4 Unidad exterior (condensadora).

1. Tubo de conexión
2. Entrada de aire
3. Salida de aire

**FIGURA 2** Partes del acondicionador de aire



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO SMC

## 1.5 Carga del sistema

1. Afloje y quite las tuercas de mantenimiento de las válvulas de cierre A y B, y conecte la manguera de carga de la válvula principal con el terminal de mantenimiento de la válvula A. (Asegúrese de que las válvulas A y B estén cerradas).
2. Conecte la unión de la manguera de carga con la bomba de vacío.
3. Abra la palanca de la válvula principal completamente.
4. Encienda la bomba de vacío. Al comenzar el bombeo, afloje un poco la tuerca de mantenimiento de la válvula B para verificar si ingresa el aire (el sonido de la bomba cambia y el indicador de los metros de mezcla gira por debajo de cero). Luego ajuste la tuerca.
5. Cuando el bombeo ha terminado, cierre completamente la palanca de la válvula principal y apague la bomba de vacío.
6. Si el bombeo dura más de 15 minutos, controle que el indicador del multímetro marca  $-1.0 \times 10^{-5}$  Pa (76cmHg).
7. Afloje y quite la cubierta cuadrangular de las válvulas A y B para abrirlas completamente, luego ajústelas.
8. Desensamble la manguera de carga de la boca de mantenimiento de la válvula A y ajuste la tuerca.

**FIGURA 3** Instalación del codo de drenaje



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO SMC

## **1.6 Montaje del conjunto de manómetros.**

Se procede a cerrar las dos válvulas manuales del conjunto de manómetros luego se procede a instalar las mangueras de carga del conjunto de manómetros a los empalmes.

Conectamos el tubo de baja presión en el racor de baja presión, y el tubo de alta presión en el racor de alta presión, ajustando las tuercas de la manguera con la mano.

## **1.7 Purgado del aire.**

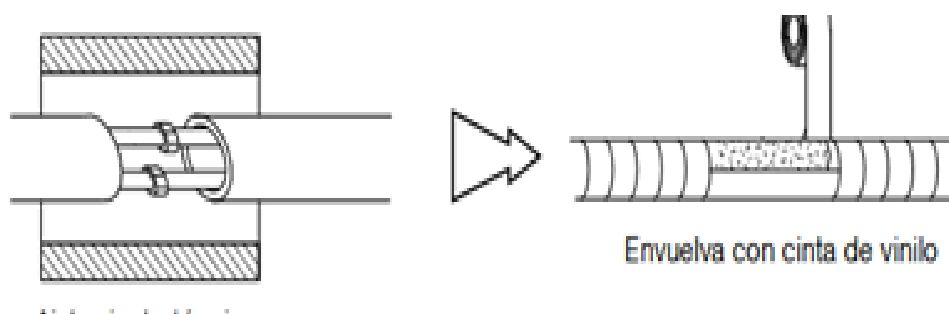
Sacar el aire con una bomba de vacío (Por favor referirse a este manual para la manera de usar la válvula principal)

1. Afloje y quite las tuercas de mantenimiento de las válvulas de cierre A y B, y conecte la manguera de carga de la válvula principal con el terminal de mantenimiento de la válvula A. (Asegúrese de que las válvulas A y B estén cerradas).
2. Conecte la unión de la manguera de carga con la bomba de vacío.
3. Abra la palanca de la válvula principal completamente.
4. Encienda la bomba de vacío. Al comenzar el bombeo, afloje un poco la tuerca de mantenimiento de la válvula B para verificar si ingresa el aire (el sonido de la bomba cambia y el indicador de los metros de mezcla gira por debajo de cero). Luego ajuste la tuerca.
5. Cuando el bombeo ha terminado, cierre completamente la palanca de la válvula principal y apague la bomba de vacío.
6. Si el bombeo dura más de 15 minutos, controle que el indicador del multímetro marca  $-1.0 \times 105\text{Pa}$  ( $-76\text{cmHg}$ ).
7. Afloje y quite la cubierta cuadrangular de las válvulas A y B para abrirlas completamente, luego ajústelas.
8. Desensamble la manguera de carga de la boca de mantenimiento de la válvula A y ajuste la tuerca.

## **1.8 Aislante térmico en tubería**

1. Coloque la manguera de drenado bajo la tubería
2. Material aislante: Espuma de polietileno de más de 6 mm de ancho.

**FIGURA 4** Aislante térmico



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO MIDEA

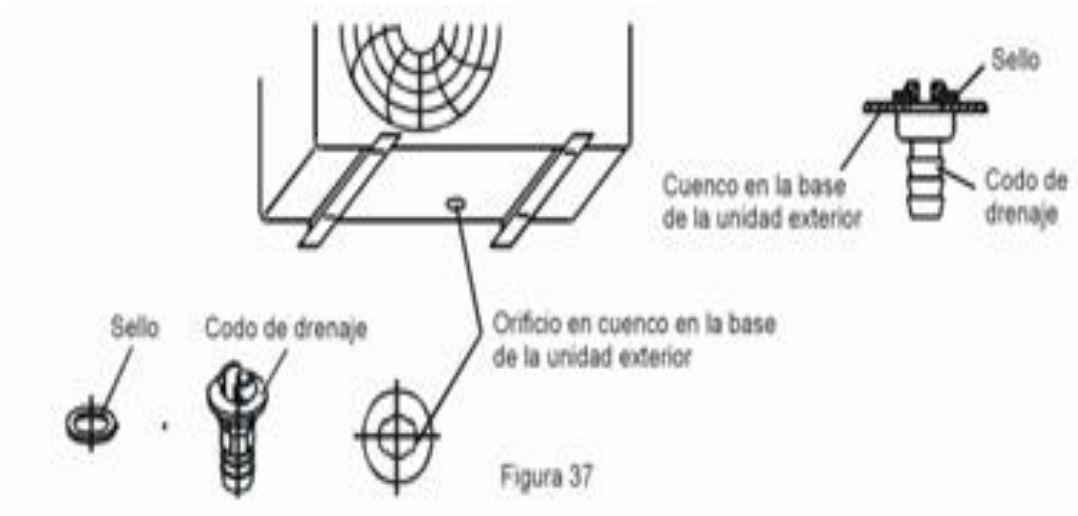
**a. Prueba de rendimiento**

- 1) La prueba de operación debe llevarse a cabo luego de que toda la instalación ha sido completada.
- 2) Confirme los siguientes puntos antes de realizar la prueba de operación.
- 3) La unidad interior y la unidad exterior están instaladas correctamente.
- 4) Las tuberías y el cableado se han completado correctamente.
- 5) Se ha chequeado la ausencia de pérdidas en la cañería refrigerante.
- 6) El drenaje de agua está sin impedimentos.
- 7) La aislación de calor funciona correctamente.
- 8) El cableado de descarga a tierra está conectado correctamente.
- 9) El largo de la tubería y el agregado de la capacidad de carga de refrigerante han sido registrados.
- 10) La tensión de alimentación se corresponde con la tensión nominal del equipo.
- 11) No hay obstáculos en las salidas y entradas de aire de las unidades interior y exterior.
- 12) Las válvulas de cierre tanto del lado gas como del lado líquido están abiertas.
- 13) El aire acondicionado es pre-calentado mediante su encendido.
- 14) De acuerdo con los requisitos del manual de usuario, el soporte del control remoto está instalado donde la señal del mismo puede alcanzar a la unidad interior fácilmente.

**b. Instalación del Codo de Drenaje**

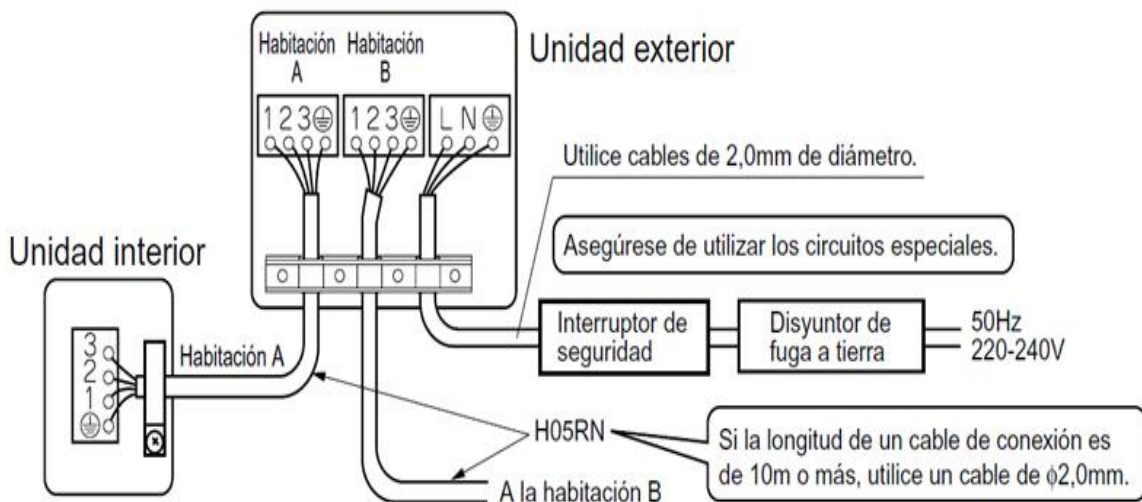
Coloque el anillo de sello dentro del codo de drenaje, luego inserte el codo dentro del orificio del cuenco de la base de la unidad exterior; rote 90° para afirmarlo. Conecte el codo de drenaje a una manguera (comprada localmente). Drenará en caso de que condense agua cuando funciona en el modo de calefacción.

**FIGURA 5** Instalación del Codo de Drenaje



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO MIDEA

**FIGURA 6** Diagrama cableado de la unidad interior



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO MIDEA

**Competencias genéricas**

- Se enciende cuando el sistema está en funcionamiento
- Se ilumina después de 2 400 horas a partir de la puesta en funcionamiento de la unidad por primera vez
- Se ilumina durante el funcionamiento de la unidad exterior (sólo modelo de refrigeración)

## PROCEDIMIENTO

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Desmontaje del equipo
2. Desarmar el equipo.
3. Revisión de piezas.
4. Limpieza completa del equipo.
5. Análisis de la falla.
6. Correcciones.
7. Montaje del equipo.

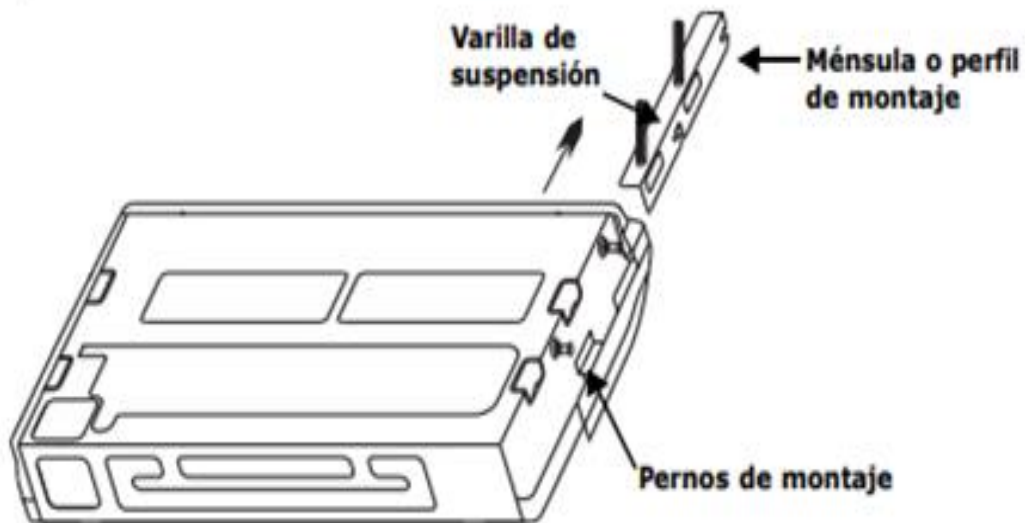
## ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

**FIGURA N: 7** Esquema de instalación del acondicionador de aire



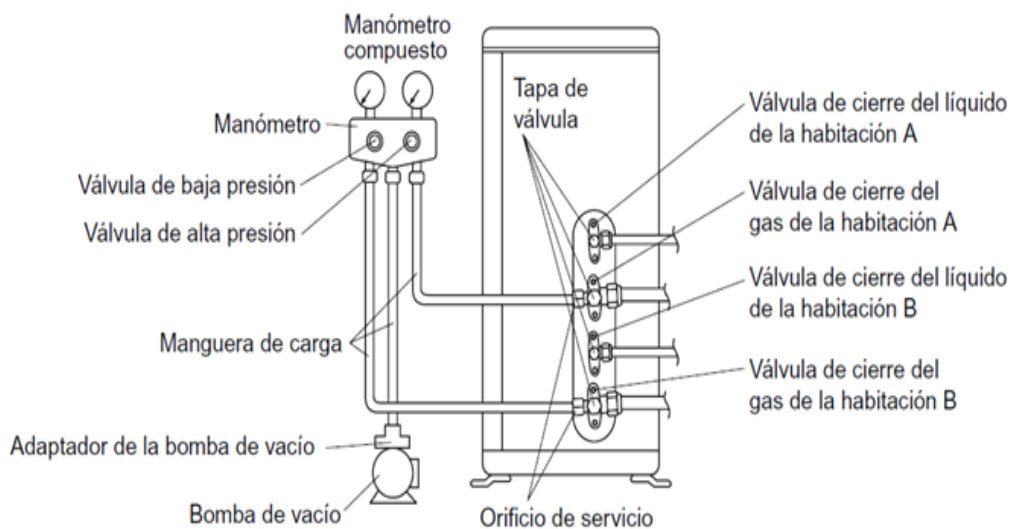
**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO RIVIERA

**FIGURA N: 8** Esquema de instalación del acondicionador de aire



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO RIVIERA

**FIGURA N: 9** Esquema de instalación del acondicionador de aire



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO RIVIERA

**c. Pasos para la instalación del acondicionador de aire.**

**La Unidad Interior**

- En el lugar debe haber suficiente espacio para la instalación y el mantenimiento.
- La salida y entrada de aire no deben estar obstruidas y la influencia del aire exterior.
- Que el flujo de aire pueda alcanzar a todo el ambiente.
- La unidad debe ser instalada 2,3 m por sobre el piso.

- La conexión de la tubería y el conducto de drenaje deben poder extraerse con facilidad.
- Que no haya radiación directa de calentadores.

**Ubicación para la Unidad Exterior**



- En el lugar debe haber suficiente espacio para la instalación y el mantenimiento.
- La salida y entrada de aire no deben estar obstruidas y no deben ser alcanzadas por vientos fuertes.
- El lugar es seco y ventilado.
- El soporte es delgado y horizontal y puede soportar el peso de la unidad exterior.
- No hay pérdidas de gas combustible.
- Es fácil instalar el caño de conexión y los cables.

**Conexión de las tuberías de la unidad exterior**

- Remueva las tapas de las válvulas, la válvula de 2 y 3 pasos.
- Conecte las tuberías a las válvulas de 2 y 3 pasos por separado de acuerdo al torque que sea necesario.

<b>REALIZADO POR:</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	Firma
	Baño Lisintuña Klever Fabián Figuroa Zamora Paulo César	
<b>APROBADO POR:</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	Firma
	<b>Jefe de mantenimiento</b>	

### 3.3. Manual de procedimientos para acondicionadores de aire Cassette.

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO</b>	
	<b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>	
	<b>CARRERA INGENIERIA MECANICA.</b>	
	<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> Elaboración del plan de mantenimiento a los acondicionadores de aire Cassette en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería	
<b>TEMA:</b> Mantenimiento preventivo a los acondicionadores de aire Cassette en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.		
<b>OBJETIVO GENERAL:</b>	Realizar el manual de mantenimiento preventivo a los acondicionadores de aire tipo Cassette.	
<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar el funcionamiento de los acondicionadores de aire tipo Cassette.</li> <li>• Determinar la situación actual de los acondicionadores de aire.</li> <li>• Realizar el mantenimiento preventivo a los acondicionadores de aire Cassette</li> </ul>		
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b>		
<b>1.1 Pasos para realizar un mantenimiento preventivo.</b> El mantenimiento puede realizarse fácilmente con las siguientes instrucciones.		
<b>1.1.1 Mantenimiento de rutina</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inspección de rutina de los filtros de aire.</li> <li>• La inspección y limpieza de la rueda del expulsor.</li> <li>• La inspección del plato de drenaje del serpentín interior.</li> <li>• Revisión de todos los cables eléctricos y las conexiones.</li> <li>• Verificación de seguridad de las conexiones físicas para los componentes individuales dentro de las unidades.</li> </ul>		

- Revisión operativa del sistema de aire acondicionado para determinar la condición real de funcionamiento.

**FIGURA 1** Desmontaje del filtro de aire

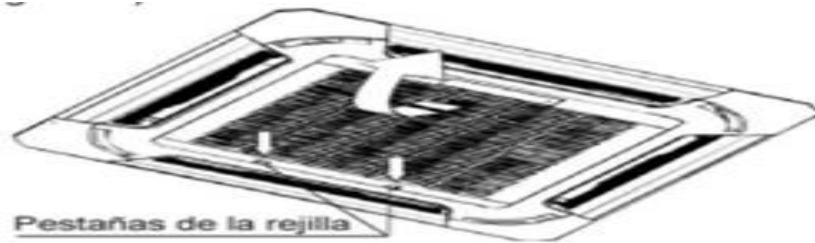


Fig. 10



Fig. 11

**FUENTE:** MANUAL MIDEA

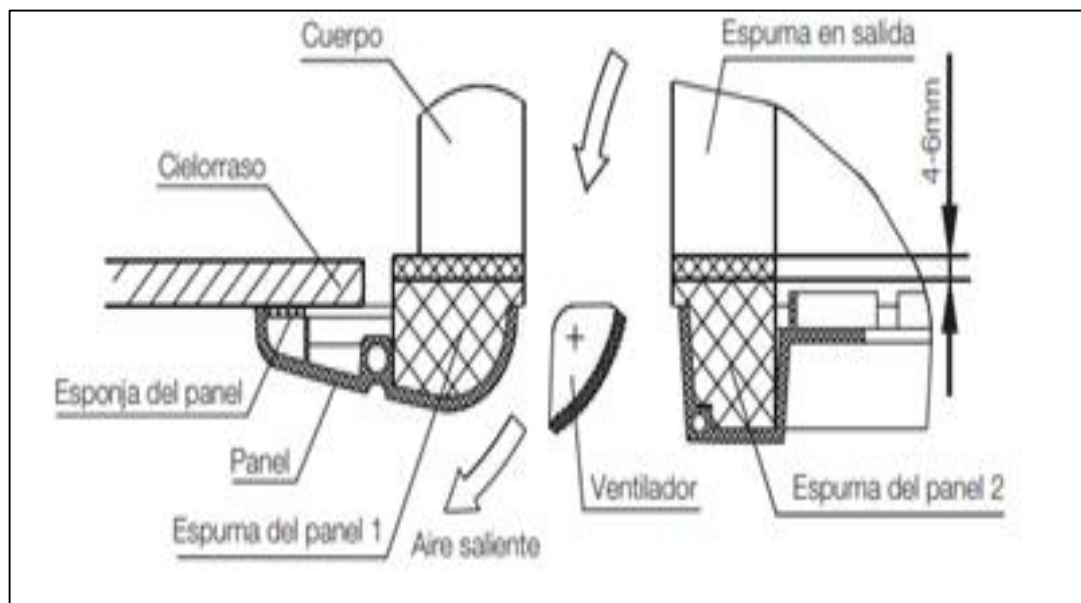
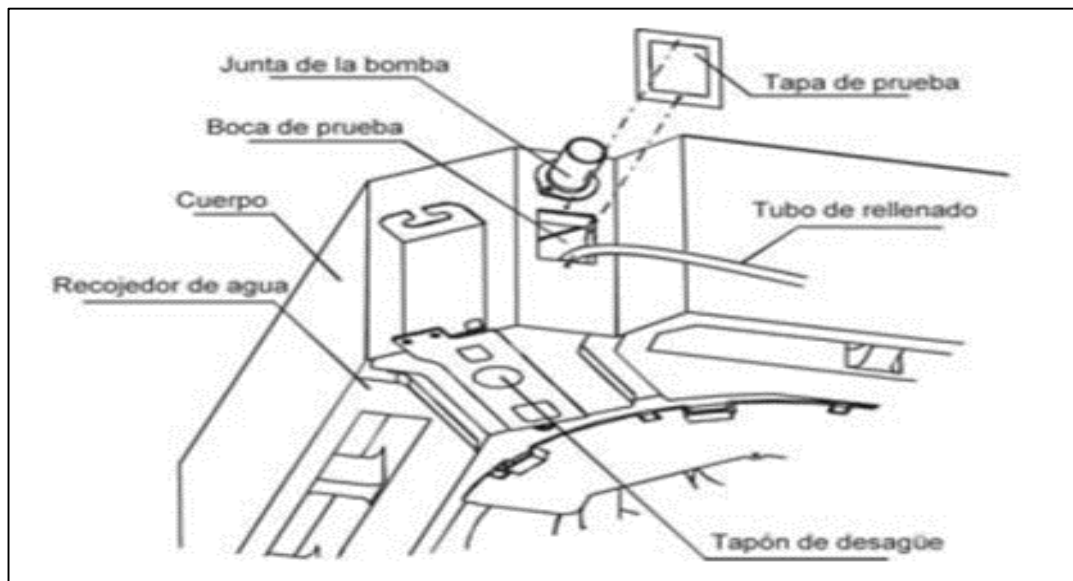
## 1.2 Inspección prestación

- Revise que el cableado no esté roto o desconectado.
- Limpie la unidad interior y los filtros.
- Revise que el filtro de aire esté instalado.
- Revise si la salida o entrada de aire está obstruida.

### 1.2.1 Conexión de manguera de drenaje

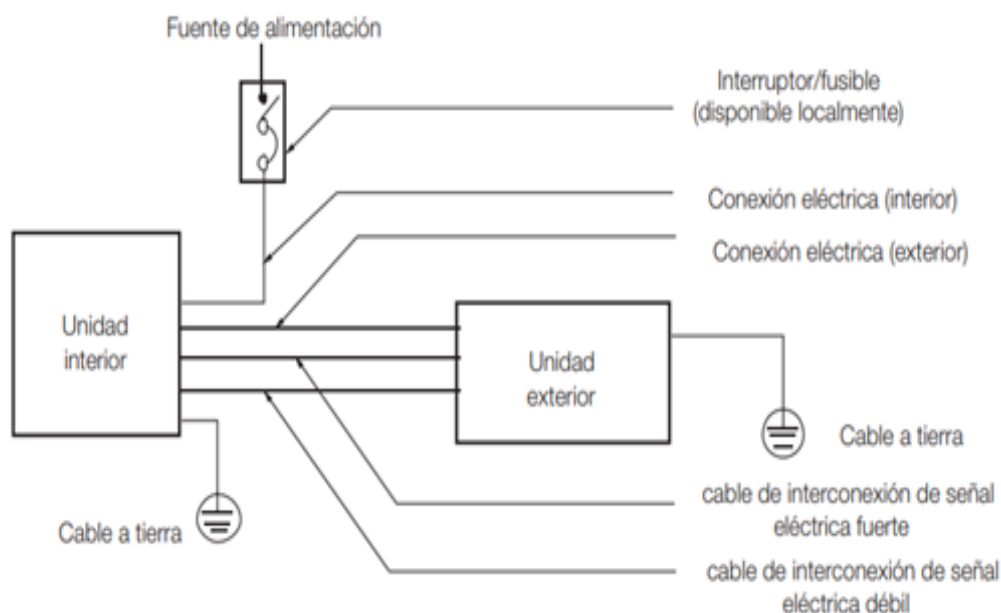
- 1) Utilice tubo estándar de PVC rígido (VP-20) para el tubo de drenaje
- 2) Utilice la manguera de drenaje (accesorio) para cambios de dirección
- 3) Inserte la manguera de drenaje hasta conectar correctamente a la abertura de drenaje, y luego fíjela firmemente con la abrazadera (accesorio)
- 4) Después de verificar el drenaje, envuelva la manguera con la aislación y abrazaderas (accesorio)

**FIGURA 2** Conexiones de la manguera desagüe



**FUENTE:** MANUAL MIDEA

**FIGURA 3** Esquema eléctrico



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO MIDEA

### Competencias genéricas

Son aquellas que son aplicables a lo largo de toda la vida, es decir que te servirán como base para adquirir nuevas y más complejas competencias.

1. Enfrentar retos y solucionar problemas.
2. Realizar trabajos limpios y estéticos que den buena imagen y presentación
3. Cuidar su ambiente de trabajo y de su persona.
4. Interpretar lenguajes técnicos en sus diferentes formas.
5. Desarrollar su creatividad en su trabajo respetando los principios técnicos.
6. Atender las recomendaciones de sus superiores y compartir comentarios de manera respetuosa.
7. Registrar todas sus actividades con el fin de utilizarlos como antecedente en el futuro.
8. Trabajar en equipo de manera efectiva compartiendo responsabilidades.
9. Realizar su trabajo de manera ética en beneficio propio y de su comunidad.

## PROCEDIMIENTO

### 1.1 Los pasos a seguir son los siguientes:

- Desmontaje del equipo.
- Desarmar el equipo.
- Revisión de piezas.
- Limpieza completa del equipo.
- Análisis de la falla.
- Correcciones.

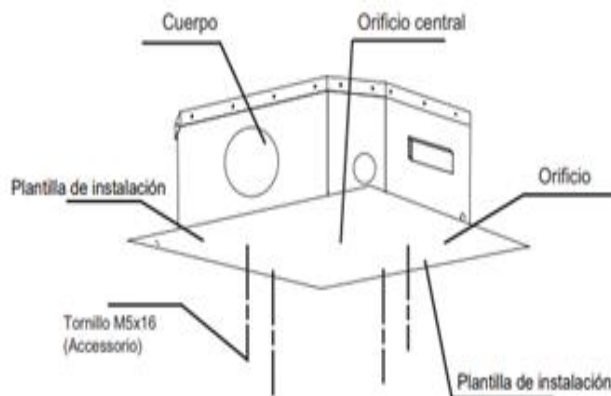
## ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

**FIGURA 6** Fallas del acondicionador de aire

Código	Descripción	Indicador LED parpadea	Observaciones
E2	Error sensor temp ambiente (T1)	OPERATION (RUN) parpadeo lento	Después de que se reparan las averías vuelve a su funcionamiento normal.
E3	Error sensor temp int batería (T2)		
E4	Error sensor temp salida batería (T3B)		
E1	Error de comunicación entre unidad interior y exterior	TIMER parpadea rápido	Después de que se reparan las averías vuelve a su funcionamiento normal.
Ed	Error en la unidad exterior	ALARM parpadea lento	Después de que se reparan las averías vuelve a su funcionamiento normal.
EE	Nivel alto de condensados en la bandeja	ALARM parpadea rápido	Después de que se reparan las averías vuelve a su funcionamiento normal.
E0	Conflicto de modo entre unidades interiores (frío/calor)	DEFROST parpadea rápido	Después de que se cambia el modo de funcionamiento.
H0	Conflicto o unidad mal configurada	Los 4 LED's parpadean juntos	Después de que se reparan las averías vuelve a su funcionamiento normal.
E7	Error de EEPROM de la placa interior	DEFROST parpadea lento	Después de que se reparan las averías vuelve a su funcionamiento normal.
FE	Unidad interior sin direccionar	TIMER y OPERATION (RUN) parpadean juntos	Después de que se configura la dirección a la unidad interior, vuelve a su funcionamiento normal.

**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO MIDEA

**FIGURA 7** Partes fundamentales del acondicionador de aire



**FUENTE:** MANUAL DE USUARIO MIDEA

**Ubicación para la Unidad interior**

Fije usando pernos y tuercas firmemente en un piso que sea plano y resistente, si está instalando en la pared o techo, asegúrese de fijar el soporte bien para prevenir que no vibre debido a vibración o vientos fuertes.

**Conexión de las tuberías de la unidad exterior**

- Remueva las tapas de las válvulas, la válvula de 2 y 3 pasos.
- Conecte las tuberías a las válvulas de 2 y 3 pasos por separado de acuerdo al torque que sea necesario.

	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
<b>Realizado por:</b>	Baño Lisintuña Klever Fabián	
	Figuroa Zamora Paulo Cesar	
	Líder de servicios universitarios	

## Anexo 5. Codificación e inventario de los acondicionadores de aire de la F.C.I

### 4.1.Codificación de máquina para los acondicionadores de aire instalados en la segunda planta alta.

Código de máquina				UTEQ-MTTO-CDM-002		
Ítem	Código alfa numérico	Área	Máquina	Tipo	Marca	Capacidad
01	PA1. PT. 001	Aula de clase planta primera F.C.I # 009	Acondicionador de aire	Piso techo	Midea	36000 BTU/h
02	PA1. PT. 002	Aula de clase planta primera F.C.I # 010	Acondicionador de aire	Piso techo	Midea	36000 BTU/h
03	PA1. PT. 003	Aula de clase planta primera F.C.I # 011	Acondicionador de aire	Piso techo	Midea	36000 BTU/h
04	PA1. PT. 004	Aula de clase planta primera F.C.I # 012	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
05	PA1. PT. 005	Aula de clase planta primera F.C.I # 013	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
06	PA1. PT. 006	Aula de clase planta primera F.C.I # 014	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
07	PA1. PT. 007	Aula de clase planta primera F.C.I # 015	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
08	PA1. PT. 008	Aula de clase planta primera F.C.I # 016	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
09	PA1. SP. 009	Cuarto de vigilancia	Acondicionador de aire	Split	Prima	24000 BTU/h
10	PA1. SP. 010	Aula de clase planta primera F.C.I # 008	Acondicionador de aire	Split	Riviera	24000 BTU/h
11	PA1. SP. 011	Aula de clase planta primera F.C.I # 007	Acondicionador de aire	Split	Riviera	24000 BTU/h
12	PA1. PT. 012	Aula de clase planta primera F.C.I # 006	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
13	PA1. PT. 013	Aula de clase planta primera F.C.I # 005	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
14	PA1. PT. 014	Aula de clase planta primera F.C.I # 004	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
15	PA1. PT. 015	Aula de clase planta primera F.C.I # 003	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	36000 BTU/h
16	PA1. SP. 016	Aula de clase planta primera F.C.I # 002	Acondicionador de aire	Split	Riviera	24000 BTU/h
17	PA1. SP. 017	Aula de clase planta primera F.C.I # 001	Acondicionador de aire	Split	Riviera	24000 BTU/h

ELABORADO POR: AUTORES (2018)

#### 4.2.Codificación de máquina para los acondicionadores de aire instalados en la segunda planta alta.

Código de maquina				UTEQ-MTTO-CDM-003		
Ítem	Código alfanumérico	Área	Máquina	Tipo	Marca	Capacidad
01	PA2. PT.001	Aula de clase planta segunda F.C.I # 201	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
02	PA2. PT.002	Aula de clase planta segunda F.C.I # 202	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
03	PA2. PT.003	Aula de clase planta segunda F.C.I # 203	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
04	PA2. PT.004	Aula de clase planta segunda F.C.I # 204	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
05	PA2. PT.005	Aula de clase planta segunda F.C.I # 205	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
06	PA2. PT.006	Aula de clase planta segunda F.C.I # 206	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
07	PA2. PT.007	Aula de clase planta segunda F.C.I # 207	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
08	PA2. PT.008	Aula de clase planta segunda F.C.I # 208	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
09	PA2. SP.009	Cuarto de vigilancia	Acondicionador de aire	Split	Mabe	12000 BTU/h
10	PA2. SP.010					
11	PA2. PT.011	Aula de clase planta segunda F.C.I # 209	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
12	PA2 PT.012	Aula de clase planta segunda F.C.I # 210	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
13	PA2. PT.013	Aula de clase planta segunda F.C.I # 211	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
14	PA2. PT.014	Aula de clase planta segunda F.C.I # 212	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
15	PA2. PT.015	Aula de clase planta segunda F.C.I # 213	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
16	PA2. PT.016	Aula de clase planta segunda F.C.I # 214	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
17	PA2 PT.017	Aula de clase planta segunda F.C.I # 215	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h
18	PA2. PT.018	Aula de clase planta segunda F.C.I # 216	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	36000 BTU/h

ELABORADO POR: AUTORES (2018)

#### 4.3. Inventario en los equipos acondicionadores de aire tipo Cassette marca Midea instalados en la planta baja.

Inventario de máquina			UTEQ – MTTO - IDM – 002	
<b>Identidad:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en:</b>	15 de febrero del 2018	
<b>Ubicación:</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización:</b>	Planta baja	
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>		
<b>Código de las máquinas:</b>	PB. CA. 007, PB. CA. 009, PB. CA. 010			
<b>Cantidad de equipos:</b>	3			
Especificaciones técnicas de los equipos				
Unidad condensadora:		Unidad evaporadora:		
<b>Marca:</b>	Midea	<b>Modelo:</b>	MOV2-36C-N	
<b>Modelo:</b>	MOV2-36C-N	<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta:</b>	<b>Baja:</b>
			2.8 Mpa	0.8 Mpa
<b>Voltaje:</b>	220 V	<b>Corriente nominal:</b>	1.2 A	
<b>Frecuencia:</b>	60 HZ	<b>Potencia:</b>	5000 W	
<b>Capacidad de enfriamiento:</b>	60000BTU/h	<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	Ip 24	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)

#### 4.4. Inventario en los equipos acondicionadores de aire marca Panasonic situados en la planta baja.

Inventario de máquina			UTEQ – MTTO - IDM – 003		
<b>Identidad:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en:</b>	15 de febrero del 2018		
<b>Ubicación:</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización:</b>	Planta baja		
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>			
<b>Código de las máquinas:</b>	PB. SP. 008				
<b>Cantidad de equipos:</b>	1				
Especificaciones técnicas de los equipos					
<b>Unidad condensadora:</b>			<b>Unidad evaporadora:</b>		
<b>Marca:</b>	Panasonic		<b>Modelo:</b>	CS-YC12MKV	
<b>Modelo:</b>	CS-YC12MKV		<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta:</b>	<b>Baja:</b>
				2.8 Mpa	0.8 Mpa
<b>Voltaje:</b>	220 V		<b>Corriente nominal:</b>	1.2 A	
<b>Frecuencia:</b>	60 HZ		<b>Potencia:</b>	5000 W	
<b>Capacidad de enfriamiento:</b>	12000BTU/h		<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	Ip 24	
<b>Elaborado por:</b>			<b>Aprobado por:</b>		

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.5. Inventario de los equipos acondicionadores de aire marca Panasonic situados en la planta baja.

Inventario de máquina			UTEQ – MTTO - IDM - 004	
<b>Identidad:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en:</b>	15 de febrero del 2018	
<b>Ubicación:</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización:</b>	Planta baja	
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>		
<b>Código de las máquinas:</b>	PB. SP. 011, PB. SP. 014			
<b>Cantidad:</b>	2			
Especificaciones técnicas de los equipos				
<b>Unidad condensadora</b>		<b>Unidad evaporadora</b>		
<b>Marca:</b>	Panasonic	<b>Modelo:</b>	CU-YC24TKV8	
<b>Modelo:</b>	CU-YC24TKV8	<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta:</b>	<b>Baja:</b>
			4.2 Mpa	1.5 Mpa
<b>Voltaje:</b>	220 V	<b>Corriente nominal:</b>	1.2 A	
<b>Frecuencia:</b>	60 HZ	<b>Potencia :</b>	2091 W	
<b>Capacidad de enfriamiento:</b>	24000 BTU/h	<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	Ip 24	
<b>Elaborado por</b>		<b>Aprobado por</b>		

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

#### **4.6. Inventario de los equipos acondicionadores de aire marca Midea instalados en la primera planta alta.**

Inventario de máquina			UTEQ – MTTTO - IDM - 005	
<b>Identidad:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en:</b>	15 de febrero del 2018	
<b>Ubicación:</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización:</b>	Planta baja	
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>		
<b>Código de las máquinas:</b>	PA1. PT. 001, PA1. PT. 002, PA1. PT. 003, PA1. PT. 004, PA1. PT. 005, PA1. PT. 006, PA1. PT. 007, PA1. PT. 008, PA1. PT. 012, PA1. PT. 013, PA1. PT. 014, PA1. PT. 015.			
Cantidad:	12			
Especificaciones técnicas de los equipos				
<b>Unidad condensadora</b>		<b>Unidad evaporadora:</b>		
<b>Marca:</b>	Midea	<b>Modelo:</b>	MSD-30 C- N	
<b>Modelo:</b>	MSD-30 CR	<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta:</b>	<b>Baja:</b>
			2.6 Mpa	1 Mpa
<b>Voltaje:</b>	220V	<b>Corriente nominal:</b>	1.2 A	
<b>Frecuencia:</b>	60HZ	<b>Potencia:</b>	5000 W	
<b>Capacidad de enfriamiento:</b>	30000 BTU/h	<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	Ip 24	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**4.7. Inventario de los equipos acondicionadores de aire marca Riviera instalados en la primera planta alta.**

--	--

Inventario de máquina			UTEQ – MTTO - IDM – 006	
<b>Identidad:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en:</b>	15 de febrero del 2018	
<b>Ubicación:</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización:</b>	Primera planta alta	
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>		
<b>Código de las máquinas:</b>	PA1. SP. 010, PA1. SP. 011, PA1. SP. 016, PA1. SP. 017			
<b>Cantidad:</b>	4			
Especificaciones técnicas de los equipos				
Unidad condensadora		Unidad evaporadora		
<b>Marca:</b>	Riviera	<b>Modelo:</b>	RAC-J240CHSCO	
<b>Modelo:</b>	RAC-J240CHSEV	<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta:</b>	<b>Baja:</b>
			2.8 MPa	0.8 MPa
<b>Voltaje:</b>	220V	<b>Corriente nominal:</b>	10.2 A	
<b>Frecuencia:</b>	60HZ	<b>Potencia :</b>	2180 W	
<b>Capacidad de enfriamiento:</b>	24000 BTU/h	<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	IP 24	
<b>Elaborado por</b>		<b>Aprobado por</b>		

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.8. Inventario de los equipos acondicionadores de aire marca prima instalados primera planta alta

--	--

Inventario de máquina			UTEQ – MTTO - IDM - 007	
<b>Identidad:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en:</b>	15 de febrero del 2018	
<b>Ubicación:</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización:</b>	Primera planta alta	
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>		
<b>Código de las máquinas:</b>	PA1. SP. 009			
<b>Cantidad:</b>	1			
Especificaciones técnicas de los equipos				
Unidad condensadora		Unidad evaporadora		
<b>Marca:</b>	Prima	<b>Modelo:</b>	ASE-24C2EL	
<b>Modelo:</b>	ASE-24C2EL	<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta:</b>	<b>Baja:</b>
			2.8 Mpa	0.8 Mpa
<b>Voltaje:</b>	220 V	<b>Corriente nominal:</b>	9.5 A	
<b>Frecuencia:</b>	60 HZ	<b>Potencia:</b>	5000 W	
<b>Capacidad de enfriamiento:</b>	24000BTU/h	<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	Ap. 24	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

**ELABORADO POR:** LOS AUTORES (2018)

#### 4.9. Inventario de los equipos acondicionadores de aire marca SMC instalados en segunda planta alta.

--	--

Inventario de máquina			UTEQ – MTTO - IDM - 008	
<b>Identidad:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en:</b>	15 de febrero del 2018	
<b>Ubicación:</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización:</b>	Segunda planta alta	
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>		
<b>Código de las máquinas</b>	PA2.PT.001, PA2.PT.002, PA2.PT.003, PA2.PT.004, PA2.PT.005, PA2.PT.006, PA2.PT.007, PA2.PT.008, PA2. PT.011, PA2. PT. 012, PA2. PT.013, PA2. PT.014, PA2. PT.015, PA2. PT.016, PA2 PT. 017 PA2. PT.018			
<b>Cantidad:</b>	16			
Especificaciones técnicas de los equipos				
<b>Unidad condensadora</b>		<b>Unidad evaporadora</b>		
<b>Marca:</b>	SMC	<b>Modelo:</b>	SMCCO3610T1	
<b>Modelo:</b>	SMCCO3610T1	<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta:</b>	<b>Baja:</b>
			4,2 Mpa	1,5 Mpa
<b>Voltaje:</b>	220 V	<b>Corriente nominal:</b>	1.2 A	
<b>Frecuencia:</b>	60 HZ	<b>Potencia:</b>	240 W	
<b>Capacidad de enfriamiento:</b>	36000BTU/h	<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	Ip 24	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**

**4.10. Inventario de los equipos acondicionadores de aire marca Mabe instalados segunda planta alta.**

--	--

Inventario de máquina			UTEQ – MTTO - IDM – 009	
<b>Identidad:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	<b>Realizado en:</b>	15 de febrero del 2018	
<b>Ubicación:</b>	Edificio Facultad Ciencia de la Ingeniería	<b>Localización:</b>	Segunda planta alta	
<b>Elaborado por:</b>	Los autores 2018	<b>Hora de inicio y culminación:</b>		
<b>Código de las máquinas:</b>	PA2. SP.009, PA2. SP.010			
<b>Cantidad:</b>	2			
Especificaciones técnicas de los equipos				
Unidad condensadora		Unidad evaporadora		
<b>Marca:</b>	Mabe	<b>Modelo:</b>	MMI12CDDDG3I	
<b>Modelo:</b>	MMI12CDDDG3I	<b>Presión de diseño:</b>	<b>Alta</b>	<b>Baja</b>
			1.5 MPa	1.0 MPa
<b>Voltaje:</b>	220V	<b>Corriente nominal:</b>	1.2 A	
<b>Frecuencia:</b>	60HZ	<b>Potencia:</b>	1100 W	
<b>Capacidad de enfriamiento:</b>	240000 BTU/h	<b>Clase de Resistencia Condensador:</b>	Ip 24	
<b>Elaborado por:</b>		<b>Aprobado por:</b>		

**ELABORADO POR: LOS AUTORES (2018)**



#### 4.11. Estado actual de los equipos acondicionadores de aire instalados primera planta alta.

4.12. Estado actual de los equipos acondicionadores de aire instalados en segunda planta

Tarjeta de diagnóstico					UTEQ-MTTO-TD-003	
Nº	Codificación	Nombre del equipo Tarjeta de diagnóstico	Tipo	Marca	Ubicación UTEQ-MTTO-TD-002	Estado
1	PA2. PT. 01	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	F.C.I # 201	Funcionando ok
2	PA2. PT. 02	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	F.C.I # 202	Funcionando ok
3	PA1. PT. 01	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	F.C.I # 009	Funcionando ok
4	PA2. PT. 03	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	F.C.I # 203	Funcionando ok
5	PA1. PT. 02	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	F.C.I # 010	Funcionando ok
6	PA2. PT. 04	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	F.C.I # 204	Funcionando ok
7	PA1. PT. 03	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	F.C.I # 011	Funcionando ok
8	PA2. PT. 05	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	F.C.I # 205	Funcionando ok
9	PA1. PT. 04	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	F.C.I # 012	Funcionando ok
10	PA2. PT. 06	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	F.C.I # 206	Funcionando ok
11	PA1. PT. 05	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	F.C.I # 013	Funcionando ok
12	PA2. PT. 07	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	F.C.I # 207	Fuga de agua en el evaporador
13	PA1. PT. 06	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	F.C.I # 014	Funcionando ok
14	PA2. PT. 08	Acondicionador de aire	Piso Techo	SMC	F.C.I # 208	Funcionando ok
15	PA1. PT. 07	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	F.C.I # 015	Funcionando ok
16	PA2. SP. 09	Acondicionadora de aire	Split	Mabe	Cuarto de Vigilancia	Funcionando ok
17	PA1. SP. 08	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea	F.C.I # 016	Funcionando ok
18	PA2. SP. 09	Acondicionador de aire	Split Techo	Prim SMC	Cuarto de Vigilancia	Funcionando ok
19	PA2. SP. 10	Acondicionador de aire	Split Techo	Riviera SMC	F.C.I # 008 210	Funcionando ok
20	PA1. SP. 011	Acondicionador de aire	Split Techo	Riviera SMC	F.C.I # 007 211	Funcionando ok
21	PA2. PT. 012	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea SMC	F.C.I # 006 212	Funcionando ok
22	PA2. PT. 013	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea SMC	F.C.I # 005 213	Temperatura de funcionamiento adecuada
23	PA1. PT. 014	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea SMC	F.C.I # 004 214	Funcionando ok
24	PA2. PT. 015	Acondicionador de aire	Piso Techo	Midea SMC	F.C.I # 003 215	Funcionando ok
25	PA2. SP. 016	Acondicionador de aire	Split Techo	Riviera SMC	F.C.I # 002 216	Funcionando ok
26	PA1. SP. 017	Acondicionador de aire	Split	Riviera	F.C.I # 001	Funcionando ok

**ELABORADO POR: AUTORES (2018)**

#### 4.13. Modelo de reporte fotográfico

			
<b>Nombre:</b> Elaboración del plan de mantenimiento a los acondicionadores de aire Split en el edificio Facultad Ciencias de la Ingeniería.			
<b>Codificación:</b>		<b>Nº hoja:</b>	
<b>Tipo de mantenimiento:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>	
<b>Firma del técnico:</b>		<b>Firma jefe de mantenimiento:</b>	
<b>Fecha:</b>		<b>Fecha:</b>	

**ELABORADO POR:** AUTORES (2018)

4.14. Proformas por mantenimiento correctivo de varios talleres del cantón Quevedo

**REPUESTOS SERVI FRIO**  
 LOPEZ GARCIA ZOILA AMABLE  
 R.U.C.: 1203244866001  
 Dir.: Calle Décima Primera N° 531 y 12 de Octubre / Telf: 0990058095 / Quevedo - Ecuador

**PROFORMA** 000000195

Nombre *Paulo Figueroa*  
 Dirección *La Esperanza*  
 Telf.: R.U.C. *1205921531* DIA *07* MES *03* AÑO *2018*

Cant.	DESCRIPCIÓN	P. Unit.	P. TOTAL
	Reparación de A/C de 60.000 BTU Hiedra.		
	Cambio de compresor, capacitor de trabajo y carga de refrigerante R22		650=
	Reparación de A/C de 30.000 BTU Hiedra		
	Cambio de Placa Ventiladora de la Unidad condensadora, capacitor		180=
	Reparación A/C de 36.000 BTU SMC, Cambio de capacitor de marcha		60=
	Subtotal		890=
	Descuento		
	IVA 0%		
	IVA %		
	TOTAL USD		890=

**TALLER SERVI FRIO**  
 RUC. 0914099502001  
 Dir. Décima Primera N° 531 y 12 de Octubre  
 Telf. 0755486 - Cel. 0991581709  
 QUEVEDO - LOS RIOS

Firma Responsable \_\_\_\_\_ Recibí Conforme - Cliente \_\_\_\_\_

Original. Aspirembo Copias Emisor

**MULTI FRIO**  
 Instalación, Mantenimiento y Reparación de Aires Acondicionados, Refrigeradoras y Lavadoras  
 Dir.: Vía a Valencia, entrada a la UTB (esquina)  
 Telfs.: 0939919663 - 0979485278  
 Quevedo - Ecuador

**José Bajiña**  
 TÉCNICO ESPECIALIZADO  
 R.U.C. 1203412174001

**PROFORMA COMERCIAL** 0000061

Cliente *José Bajiña* Fecha \_\_\_\_\_ DIA \_\_\_\_\_ MES \_\_\_\_\_ AÑO \_\_\_\_\_  
 Dirección *Via Valencia*  
 Telf.: R.U.C. *120341217-4* Forma de Pago \_\_\_\_\_


Cant.	DETALLE	P. Unit.	TOTAL
	CARGA DE GAS		
	INSTALADA DE COMPRESOR		
	CAMBIO DE AUTOMÁTICO		
	CAMBIO DE SELECTOR		
	MANTENIMIENTO de A/C de 30.000 BTU		90
	PINTADA		
	INSTALADA		
	CAMBIO DE VENTILADOR		
	ARREGLO DE COMPRESOR		
1	Mantenimiento Preventivo de A/C de 60.000 BTU		140
1	Mantenimiento Preventivo de A/C tipo Caset		130
1	Mantenimiento Preventivo de A/C de 36.000 BTU Piso techo		110
1	Mantenimiento de A/C de 24.000 BTU		80
	Sub-TOTAL		550
	I.V.A. 0 %		
	I.V.A. 12 %		
	TOTAL		550

La información presentada es de carácter confidencial y es proporcionada de conformidad en respuesta a una proforma, no aplica responsabilidad.

*José Bajiña* Firma Emisor  
*Paulo Figueroa* Firma Cliente

## Anexo 6.Fotografías

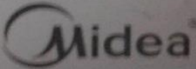
### Acondicionador de aire marca Midea 36000 BTU/h


VERTICAL DISCHARGE AIR CONDITIONER			
OUTDOOR MODEL	MOV2-36C-N		
REFRIGERANT	R22/1900g		
EXCESSIVE OPERATING PRESSURE	DISCHARGE	2.6MPa	
	SUCTION	1.0MPa	
WEIGHT(OUTDOOR)	55kg		
POWER SOURCE	220-230V~ 60Hz, 1Ph		
RATED CURRENT	26A		
RATED INPUT	5000W		
OUTDOOR UNIT RESISTANCE CLASS	IP 24		
			



**FUENTE:** INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

### Acondicionador de aire marca Midea 30000 BTU/h

SPLIT TYPE AIR CONDITIONER			
MODEL	MSD-30CR		
COOLING CAPACITY	30000BTU/h		
HEATING CAPACITY	-----		
REFRIGERANT	R22/1050g		
EXCESSIVE OPERATING PRESSURE	DISCHARGE	4.2MPa	
	SUCTION	1.5MPa	
WEIGHT(INDOOR)	12kg		
WEIGHT(OUTDOOR)	45.5kg		
POWER SOURCE	220-230V~ 60Hz, 1Ph		
STANDARD RATING CONDITIONS	COOLING	CURRENT	13.0A
		INPUT	2810W
	HEATING	CURRENT	-----
		INPUT	-----
RATED CURRENT	17.5A		
RATED INPUT	3400W		
OUTDOOR UNIT RESISTANCE CLASS	IP 24		
			

VERTICAL DISCHARGE AIR CONDITIONER			
OUTDOOR MODEL	MOV2-36C-N		
REFRIGERANT	R22/1900g		
EXCESSIVE OPERATING PRESSURE	DISCHARGE	2.6MPa	
	SUCTION	1.0MPa	
WEIGHT(OUTDOOR)	55kg		
POWER SOURCE	220-230V~ 60Hz, 1Ph		
RATED CURRENT	26A		
RATED INPUT	5000W		
OUTDOOR UNIT RESISTANCE CLASS	IP 24		
			

**FUENTE:** INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

Acondicionador de aire marca Midea 60000 BTU/h



SPLIT TYPE AIR CONDITIONER			
MODEL	MSD-30CR		
COOLING CAPACITY	30000Btu/h		
HEATING CAPACITY	---		
REFRIGERANT	R22/1050g		
EXCESSIVE OPERATING PRESSURE	DISCHARGE	4.2MPa	
	SUCTION	1.5MPa	
WEIGHT(INDOOR)	12kg		
WEIGHT(OUTDOOR)	45.5kg		
POWER SOURCE	220-230V~60Hz, 1Ph		
STANDARD RATING CONDITIONS	COOLING	CURRENT	13.0A
		INPUT	2810W
	HEATING	CURRENT	---
		INPUT	---
RATED CURRENT	17.5A		
RATED INPUT	3400W		
OUTDOOR UNIT RESISTANCE CLASS	IP 24		

FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

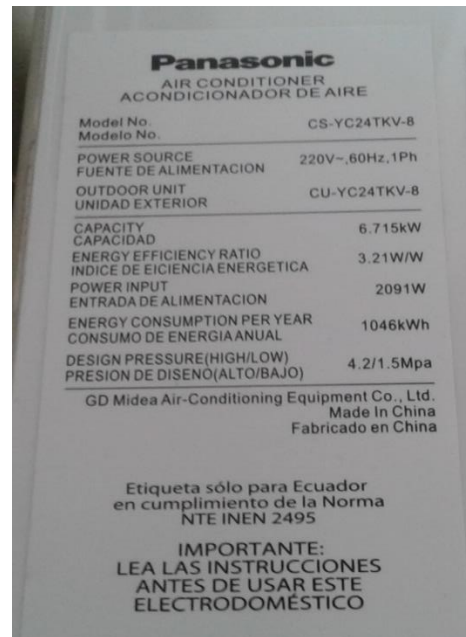
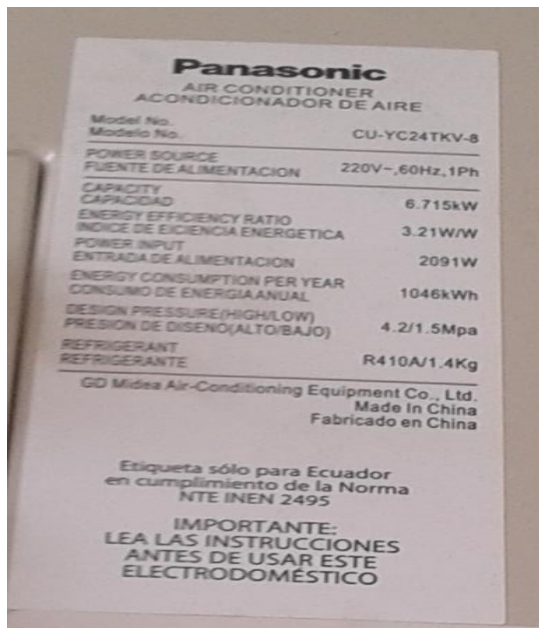
Acondicionador de aire marca Panasonic 12000 BTU/h



P. S. J. N. O.	
AIR CONDITIONER	
MODEL NO.	CS-YU12MKV
RATED VOLTAGE	220V~50Hz
MAXIMUM INPUT	1.450kW/7.45A
CAPACITY	COOLING
CURRENT	5.50A
POWER INPUT	1.180kW
(ISO 5151)	
REFRIGERANT R22	
SERIAL NO.	2415239445
PRODUCTION DATE	2013.01
Panasonic Appliances Air-Conditioning (Guangzhou) Co., Ltd.	
Zhongcun, Panyu District, Guangzhou City, Guangdong Province, 511495, China	
MADE IN CHINA	
F112505	

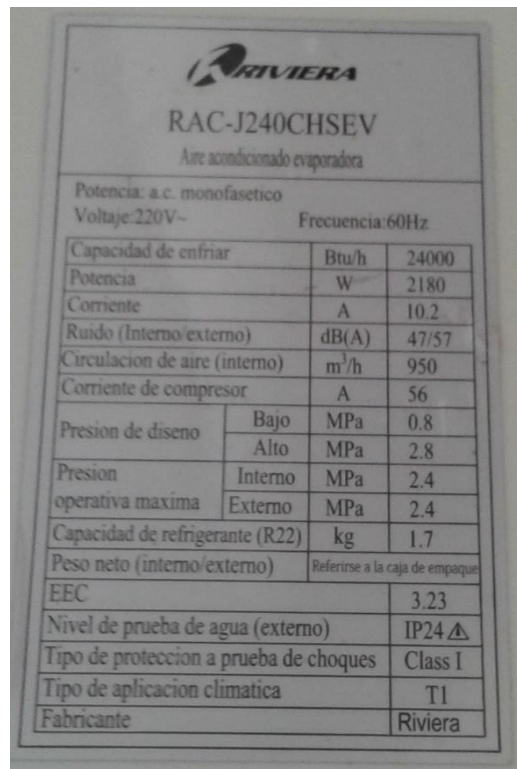
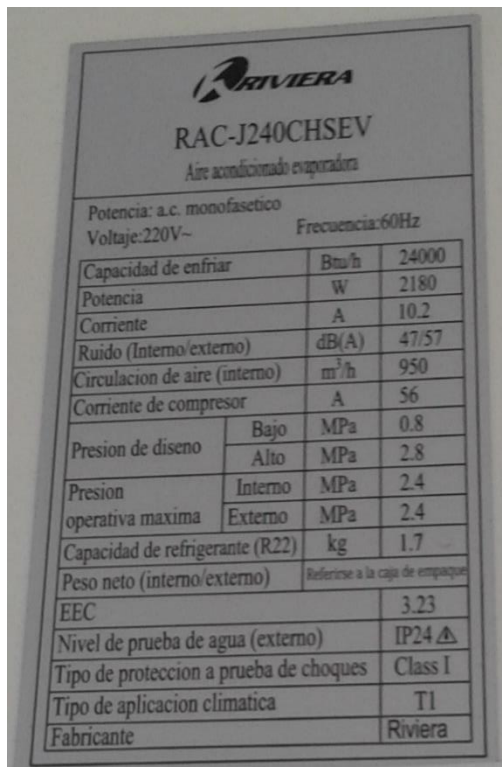
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

Acondicionador de aire marca Panasonic 24000 BTU/h




FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

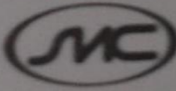
Acondicionador de aire marca Riviera 24000 BTU/h



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

Acondicionador de aire marca SMC 36000 BTU/h

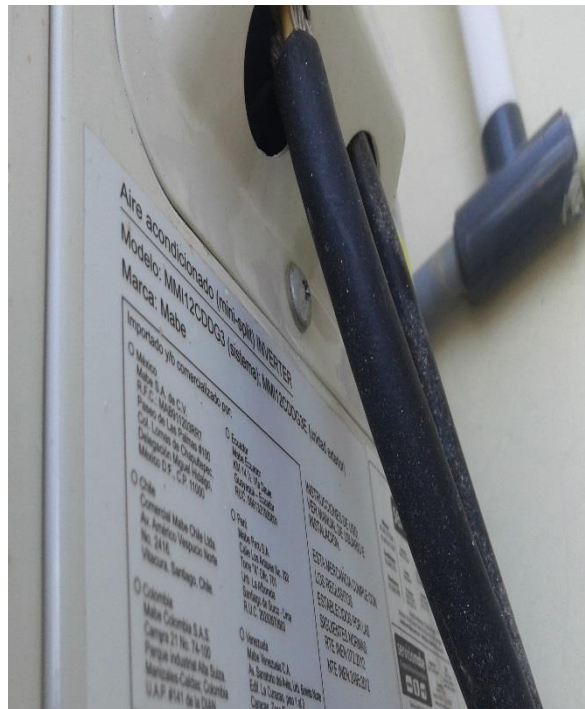
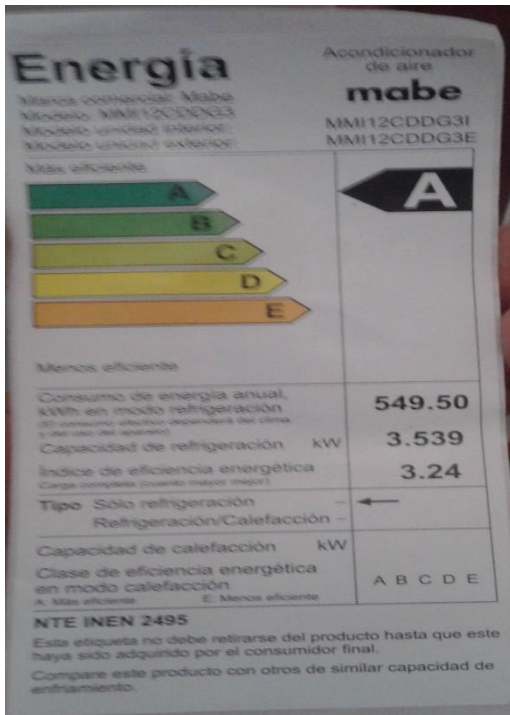
ACONDICIONADOR DE AIRE TIPO PISO TECHO	
MODELO	SMCEV3610T1
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	36000Btu/h
CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO	-----
REFRIGERANTE	R410A/1650g
PRESIÓN DEL DISEÑO	Hi 4.2 MPa
	Lo 1.5 MPa
PESO	32kg
TENSIÓN NOMINAL	220-230V- 1Ph
FRECUENCIA NOMINAL	60Hz
CORRIENTE NOMINAL	1.1A
ENTRADA NOMINAL	240W
CLASE DE RESISTENCIA DEL CONDENSADOR	IP24
HECHO EN CHINA	
	

ACONDICIONADOR DE AIRE TIPO PISO TECHO	
MODELO	SMCEV3610T1
CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	36000Btu/h
CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO	-----
REFRIGERANTE	R410A/1650g
PRESIÓN DEL DISEÑO	Hi 4.2 MPa
	Lo 1.5 MPa
PESO	32kg
TENSIÓN NOMINAL	220-230V- 1Ph
FRECUENCIA NOMINAL	60Hz
CORRIENTE NOMINAL	1.1A
ENTRADA NOMINAL	240W
CLASE DE RESISTENCIA DEL CONDENSADOR	IP24
HECHO EN CHINA	
	



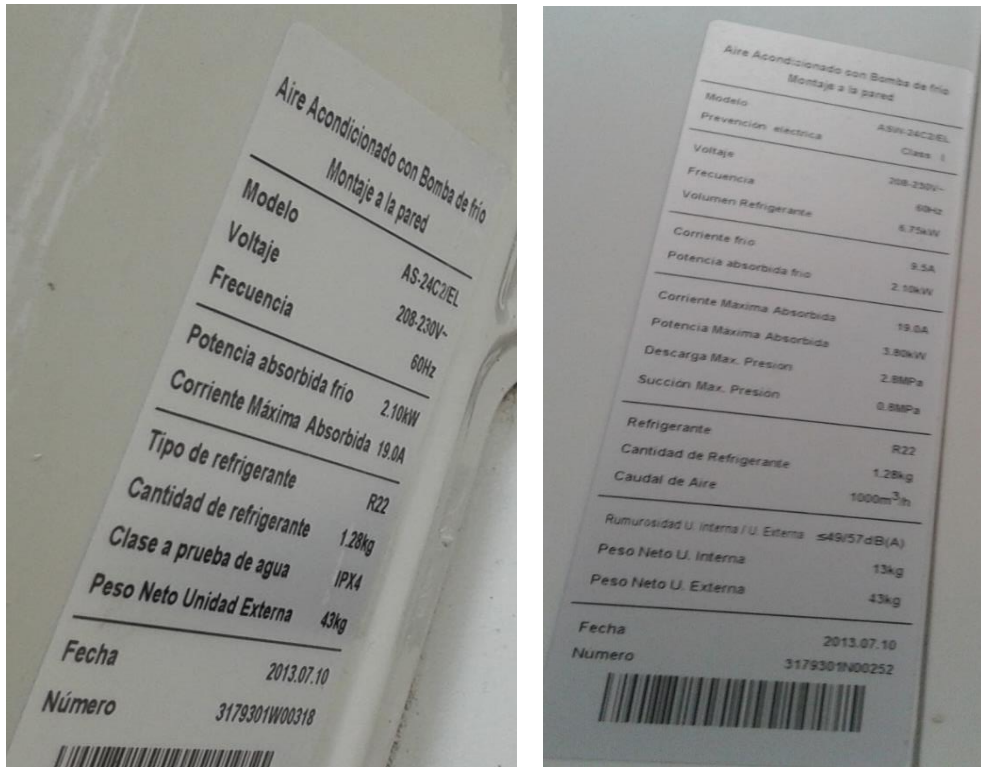
FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

Acondicionador de aire marca Mabe 24000 BTU/h



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

## Acondicionador de aire marca Prima 24000 BTU/h



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)

## Controles remotos de las unidades acondicionadoras de aire



FUENTE: INVESTIGACIÓN DE CAMPO (2018)