



# FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO EN LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS HVAC IMPLEMENTANDO TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LA EMPRESA WOOD PROYECTOS S.A.C.”

Modalidad suficiencia profesional para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Juan Jose Flores Tacas

**Asesor:**

Ing. Carlos Alberto Avellaneda Cruz

Lima – Perú

2018

## **APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Juan Jose Flores Tacas**, denominada:

**“OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO EN LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS HVAC IMPLEMENTANDO TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN LA EMPRESA WOOD PROYECTOS S.A.C.”**

---

Ing. Carlos Alberto Avellaneda Cruz

**ASESOR**

---

Ing. Miriam Bravo Orellana

**JURADO**

**PRESIDENTE**

---

Ing. Carlos Pedro Saavedra Lopez

**JURADO**

---

Ing. Jorge Edinson Poma Deza

**JURADO**

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios por la vida y la salud para sobresalir en todo este camino, y mis padres Lourdes y Víctor y hermanos, Carolina y Víctor, mi esposa y a mis hijos Lindha y José, a mis tíos que me apoyaron desde este el inicio de este nuevo proyecto, la familia Espinoza por su apoyo y amigos por brindarme el tiempo para poder terminar el presente trabajo de investigación y por acompañarme que gracias a ellos ha sido posible

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia quienes en todo momento me brindaron su apoyo, su tiempo y la paciencia para poder terminar mi carrera profesional, amigos que en cada etapa me han sabido dar un buen consejo y seguir hacia adelante y asesor que aportaron en gran medida elaborar esta tesis y crecer de forma profesional .

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Antecedentes.....	14
1.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES.....	15
1.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
1.2. Formulación del Problema .....	19
1.2.1. Equipos de aire acondicionado:.....	19
1.2.2. Equipos de ventilación y extracción de aire.....	22
1.2.3. Problema General .....	25
1.2.4. Problema Específico .....	25
1.2.4.1. Problema específico 01 .....	25
1.2.4.2. Problema específico 02 .....	25
1.2.4.3. Problema específico 03 .....	25
1.2.4.4. Problema específico 04 .....	25
1.3. Justificación .....	25
1.3.1. Justificación Teórica .....	25
1.3.2. Justificación Práctica .....	26
1.3.3. Justificación Cuantitativa .....	26
1.3.4. Justificación Académica.....	26
1.4. Objetivo .....	26
1.4.1. Objetivo General .....	27
1.4.2. Objetivo Específico .....	27
1.4.2.1. Objetivo específico 1 .....	27
1.4.2.2. Objetivo específico 2 .....	27

1.4.2.3.	Objetivo específico 3 .....	27
1.4.2.4.	Objetivo específico 4 .....	28
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>		<b>28</b>
2.1.	MANTENIMIENTO .....	28
2.2.	Evolución del Mantenimiento .....	28
2.3.	Tipos de Mantenimiento .....	30
2.3.1.	Mantenimiento Preventivo .....	30
2.3.2.	Mantenimiento Correctivo .....	31
2.3.3.	Mantenimiento Predictivo.....	31
2.3.3.1.	Ventajas del Mantenimiento Predictivo .....	32
2.3.3.2.	Inconvenientes del Mantenimiento Predictivo.....	32
2.4.	TIPOS DE TECNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	33
2.4.1.	Termografía.....	33
2.4.2.	Análisis de Vibraciones.....	34
2.5.	SISTEMAS HVAC .....	35
2.5.1.	AIRE ACONDICIONADO.....	35
2.5.1.1.	Compresor .....	35
2.5.1.2.	Condensador .....	36
2.5.1.3.	Dispositivo de Expansión .....	37
2.5.1.4.	Evaporador .....	38
2.5.1.5.	Refrigerante.....	39
2.5.1.6.	Filtro de líquido .....	39
2.5.1.7.	Termostato .....	40
2.5.1.8.	Presostato .....	40
2.5.1.9.	Visor de Líquido.....	41
2.5.1.10.	Manómetro de refrigeración .....	41
2.5.2.	Equipo de ventilación Forzada.....	42
2.5.2.1.	Captación en sistema de ventilación.....	42
2.5.2.2.	Captación en sistemas de extracción localizada .....	43
2.6.	Ciclo de refrigeración.....	44
2.7.	Definición de términos básicos.....	45
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO .....</b>		<b>47</b>

3.1.	Desarrollo el Objetivo 1 .....	47
3.2.	Desarrollo el Objetivo 2 .....	62
3.3.	Desarrollo el Objetivo 3 .....	62
3.4.	Desarrollo el Objetivo 4 .....	66
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
4.1.	RESULTADOS .....	74
4.1.1.	<i>Resultados 1</i> .....	74
4.1.2.	<i>Resultados 2</i> .....	75
4.1.3.	<i>Resultados 3</i> .....	76
4.1.4.	<i>Resultado 4</i> .....	77
4.1.5.	<i>Resultado 5</i> .....	78
4.2.	CONCLUSIONES.....	79
4.2.1.	<i>Conclusión 1</i> .....	79
4.2.2.	<i>Conclusión 2</i> .....	80
4.2.3.	<i>Conclusión 3</i> .....	81
4.2.4.	<i>Conclusión 4</i> .....	82
4.2.5.	<i>Conclusión 5</i> .....	83
4.3.	RECOMENDACIONES .....	84
	<b>REFERENCIAS... ..</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXOS... ..</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1</b> Estructura Organizacional de la empresa WOOD PROYECTOS S.A.C.....	14
<b>Figura N° 2</b> Aire Acondicionado tipo Split ducto .....	20
<b>Figura N° 3</b> Aire Acondicionado tipo Ventana.....	20
<b>Figura N° 4</b> Aire Acondicionado tipo Mini Split Decorativo .....	21
<b>Figura N° 5</b> Aire Acondicionado tipo Paquete Ducto.....	21
<b>Figura N° 6</b> Aire Acondicionado tipo Mochila.....	22
<b>Figura N° 7</b> Equipos Extractores de aire Centrífugo .....	23
<b>Figura N° 8</b> Equipo Ventilador Axial.....	23
<b>Figura N° 9</b> Equipo campana extractora .....	24
<b>Figura N°10</b> Grafico del mantenimiento preventivo tradicional y la nueva alternativa de técnicas de mantenimiento predictivo .....	27
<b>Figura N° 11</b> Evolución del mantenimiento a través de los años .....	28
<b>Figura N° 12</b> Cámara Termográfica .....	34
<b>Figura N° 13</b> Analizador de Vibraciones tipo lapicero .....	35
<b>Figura N° 14</b> Motor compresor Scroll.....	36
<b>Figura N° 15</b> Unidad condensadora tiro aire forzado .....	37
<b>Figura N° 16</b> Válvula de expansión termostática .....	38
<b>Figura N° 17</b> Unidad evaporadora mini Split decorativo.....	38
<b>Figura N° 18</b> Refrigerantes en cilindro .....	39
<b>Figura N° 19</b> Filtro de la línea de líquido .....	39
<b>Figura N° 20</b> Valores de zona de confort.....	40
<b>Figura N° 21</b> Presostato de alta y baja presión.....	40
<b>Figura N° 22</b> Visor de Líquido .....	41
<b>Figura N° 23</b> Manómetro de refrigeración .....	41
<b>Figura N° 24</b> Sistema de ventilación .....	43
<b>Figura N° 25</b> .Captación en sistemas de extracción localizada.....	44
<b>Figura N° 26</b> Ciclo de Refrigeración.....	46
<b>Figura N° 27</b> Tiempo intervención de aire acondicionado por tipo de mantenimiento mensual.....	48
<b>Figura N° 28</b> Tiempo intervención de aire acondicionado tipo de mantenimiento trimestral.....	50
<b>Figura N° 29</b> Tiempo intervención de aire acondicionado por tipo de mantenimiento semestral.....	52
<b>Figura N° 30</b> Tiempo intervención de aire acondicionado por tipo de mantenimiento preventivo anual .....	54



<b>Figura N° 31</b> Tiempo intervención de ventilación forzada por tipo de mantenimiento mensual.....	55
<b>Figura N° 32</b> Tiempo intervención de ventilación forzada por tipo de mantenimiento preventivo trimestral.....	56
<b>Figura N° 33</b> Tiempo intervención de ventilación forzada por tipo de mantenimiento semestral.....	57
<b>Figura N° 34</b> Tiempo intervención de ventilación forzada por tipo de mantenimiento anual .....	58
<b>Figura N° 35</b> Tiempo intervención por tipo de mantenimiento .....	59
<b>Figura N° 36</b> Válvula de Expansión con cámara termográfica.....	63
<b>Figura N° 37</b> Imagen de Compresor con cámara termográfica.....	63
<b>Figura N° 38</b> Aplicado a las conexiones eléctricas del circuito de control y de fuerza.....	64
<b>Figura N° 39</b> Sistema eléctrico con cámara termográfica.....	64
<b>Figura N° 40</b> Termografía aplicado a motores eléctricos.....	65
<b>Figura N° 41</b> Análisis por vibración de un motor eléctrico .....	65
<b>Figura N° 42</b> Analizador de Vibraciones Tipo Lapicero.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1</b> . Cantidad de equipos de aire .....	19
<b>Tabla N° 2</b> Cantidad de equipos de Ventilación Forzada.....	22
<b>Tabla N° 3</b> Tiempo de intervención por tipos de mantenimiento .....	47
<b>Tabla N° 4</b> Tiempo intervención por tipo de mantenimiento preventivo mensual .....	50
<b>Tabla N° 5</b> Tabla de actividades de equipo de refrigeración mantenimiento trimestral.....	49
<b>Tabla N° 6</b> Tabla de actividades de mantenimiento preventivo de equipo de refrigeración .....	51
<b>Tabla N° 7</b> Tabla de actividades de equipo de refrigeración mantenimiento trimestral.....	53
<b>Tabla N° 8</b> Tiempo intervención por tipos de mantenimiento .....	54
<b>Tabla N° 9</b> Tabla de actividades de ventilación forzada mantenimiento mensual .....	55
<b>Tabla N° 10</b> Tabla de actividades de ventilación forzada mantenimiento trimestral .....	56
<b>Tabla N° 11</b> Tabla de actividades de aire acondicionado mantenimiento semestral .....	57
<b>Tabla N° 12</b> Tabla de actividades de ventilación forzada mantenimiento Anual.....	58
<b>Tabla N° 13</b> Historial de tiempos de ejecución de trabajos de mantenimiento preventivo en el último año .....	60
<b>Tabla N° 14</b> Tiempo de ejecución del mantenimiento de equipos de ventilación antes de la implementación.....	68
<b>Tabla N° 15</b> Tabla de duración del mantenimiento de equipos de refrigeración antes de la implementación.....	68
<b>Tabla N° 16</b> Tabla de duración del mantenimiento de equipos de aire acondicionado después de la implementación.....	69
<b>Tabla N° 17</b> Tabla de duración del mantenimiento de equipos de aire acondicionado antes de la implementación.....	69
<b>Tabla N° 18</b> Tabla de duración del mantenimiento de equipos HVAC mensual luego de la implementación.....	71
<b>Tabla N° 19</b> Materiales que se utilizan de forma mensual para trabajos de mantenimiento preventivo .....	72
<b>Tabla N° 20</b> Materiales que se utilizan de forma mensual para trabajos de mantenimiento preventivo .....	73
<b>Tabla N° 21</b> Requerimientos para implementar mantenimiento predictivo.....	74

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional teniendo como estructura de tesis la de mejora de procesos, cuenta con una propuesta de optimización de los tiempos de ejecución del mantenimiento preventivo a equipos HVAC (Aire acondicionado y ventilación forzada) en la empresa de servicios WOOD PROYECTOS S.A.C., utilizando los conocimientos y herramientas adquiridas en la carrera de ingeniería industrial que demostraran la viabilidad de la presente propuesta.

Este presente trabajo se realizara en cuatro etapas:

Como primera etapa realizaremos una evaluación de la condición inicial y conocer nuestro tiempo de intervención por cada tipo de equipos, la frecuencia en la que se ejecuta y cantidad de órdenes de mantenimiento preventivo y cantidad de órdenes de mantenimiento correctivo que se genera en el back log ya sea por reparación o por cambio de algún componente o equipo completo, con la que contamos hasta ahora. Ya sea por reparación o por cambio de algún componente o equipo completo.

Segunda etapa, Se analizará las etapas de cada tipo de mantenimiento y elaborar un cuadro de comparación, evaluando la alternativa de implementar el mantenimiento predictivo y poder elaborar los procedimientos, formatos con el fin de implementar las técnicas de mantenimiento predictivo

Tercera etapa, Se calculara la cantidad de horas requeridas por cada tipo de mantenimiento preventivo antes y después de su implementación y comparar los resultados.

Cuarta etapa, Se realizara una evaluación económica para poder determinar si es rentable implementar estas técnicas como parte del paquete del mantenimiento de equipos HVAC, ya sea por costos de materiales, mano de obra, disponibilidad de equipo y los tiempos que se ahorrara la empresa para poder atender los otros tipos de mantenimiento para los equipos de HVAC codificados y sin codificar.

## ABSTRACT

The present work of professional sufficiency having as a thesis structure the improvement of processes, has a proposal to optimize the execution times of preventive maintenance to HVAC equipment (Air conditioning and forced ventilation) in the service company WOOD PROYECTOS SAC, using the knowledge and tools acquired in the industrial engineering career that will demonstrate the viability of this proposal.

The PDO, procedures, new work formats will be used in order that the field technician has all the necessary to register the values found in each team, and in this way to increase the technician's productivity in the field and can meet more preventive maintenance work orders and being able to comply with the corrective maintenance orders that users generate in the field.

This present work will be carried out in four stages, in order not to neglect what frames this As a first stage we will perform an evaluation of the initial condition and know our intervention time for each type of equipment, the frequency in which it is executed and number of preventive maintenance orders and number of corrective maintenance orders generated in the back log either by repair or by change of some component or complete equipment, with which we have until now. Either by repair or by changing a component or complete equipment,

Second stage, the stages of each type of maintenance will be analyzed and a comparison table will be developed. The alternative of implementing predictive maintenance and being able to elaborate the procedures, formats in order to implement predictive maintenance techniques will be evaluated.

Third stage, the number of hours required for each type of preventive maintenance before and after its implementation will be calculated and the results compared.

Fourth stage, An economic evaluation will be conducted to determine if it is profitable to implement these techniques as part of the maintenance package of HVAC equipment, either by material costs, labor, equipment availability and the time saved by the company for to be able to attend the other types of maintenance for the encoded and unencoded HVAC equipment.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal optimizar el tiempo de ejecución del mantenimiento preventivo de los equipos HVAC y poder incrementar el rendimiento de los técnicos de mantenimiento cumpliendo en menor tiempo el paro del equipo por intervención, además va en relación con la evolución del mantenimiento en el mundo, la empresa WOOD PROYECTOS S.A.C., decide afrontar este cambio ya que dentro de sus principales objetivos es la optimización de sus recursos (horas hombre, materiales, máquinas y equipos), dentro de este proceso de implementación enunciaremos etapa por etapa la propuesta de reducción de tiempo en la ejecución del mantenimiento preventivo implementando técnicas de mantenimiento predictivo a equipos HVAC en la empresa PLUSPETROL sede Pisco.

Al implementar técnicas de mantenimiento predictivo a los equipos HVAC como análisis por termografía y vibraciones obtendremos mejores indicadores de tiempo, calidad de servicio, reducción del back log, reflejándose en la optimización de costos, la reducción de órdenes de mantenimiento correctivo del back log es de mucha importancia ya que si incrementa la cantidad de órdenes de mantenimiento correctivo sin intervenir nos llevaría a pagar penalidad por incumplimiento, además de contar con equipos fuera de servicio disminuye la disponibilidad de los equipos.

## 1.1. Antecedentes

La empresa WOOD PROYECTOS S.A.C cuenta con especialistas en proyectos de construcción en madera, drywall, fabricación de muebles en melamina y servicios generales.

Somos una empresa peruana responsable, nuestra firma cuenta con un plantel profesional altamente capacitado, capaz de atender todos los servicios que nuestros clientes requieren.

Realizamos proyectos de construcción civil, proyectos de arquitectura, acabados de construcción, decoración de interiores, remodelaciones y ampliaciones especialista en carpintería de madera, melamina y también servicios generales.

Actualmente la empresa WOOD PROYECTOS S.A.C. es una empresa local que cuenta contrato para el servicio de mantenimiento integral de equipos de aire acondicionado para la empresa PLUSPETROL S.A.C.

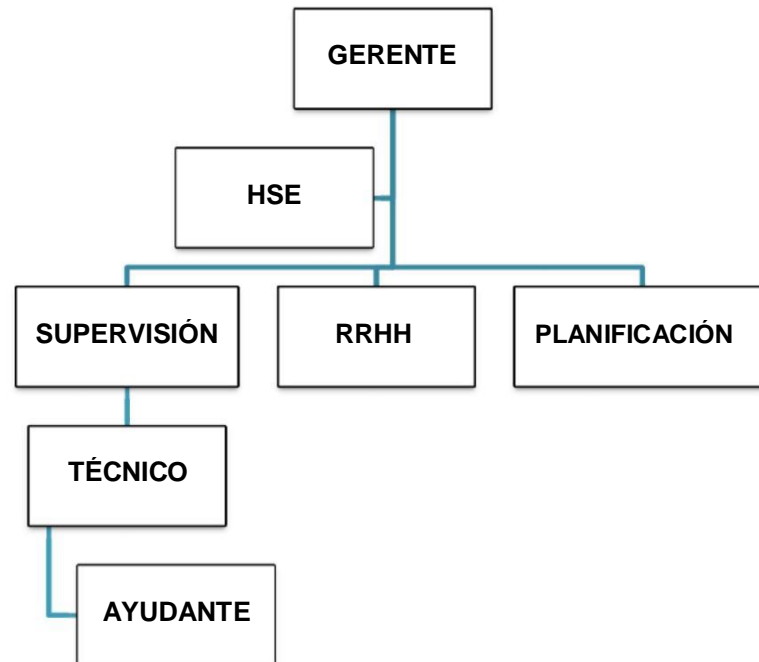


Figura n.º 1. Estructura Organizacional de la empresa WOOD PROYECTOS S.A.C.

### 1.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES

Para poder optimizar los tiempos en la ejecución de los mantenimientos de equipos de aire acondicionado, debemos analizar los puntos que se encuentran débiles y que son más susceptibles a generar cuellos de botella, de ahí pensar en técnicas que se puedan ejecutar en menor el mantenimiento sin descuidar la calidad del servicio, para posteriormente poder enviar los reportes finales de cada servicio. Espinoza, P. (2017) en su tesis “Mejora de procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa de servicios ESALB GROUP SAC 2017” (Tesis de titulación), Universidad Privada del Norte Lima - Perú. Afirma lo siguiente:

En el caso de la empresa ESALB GROUP SAC, realiza servicios de mantenimiento de equipos de aire acondicionado No obstante, se determinó que debido al aumento la empresa demanda muchos requerimientos por parte de diversos clientes. Por tal motivo, se enfrenta a procesos desfasados e incorrectos de mantenimiento. En consecuencia, la presencia de fallas y emergencias en los equipos de aire acondicionado. Generando sobre costos en el proceso productivo que se deben solucionar de la manera más eficientemente posible si se desea continuar en el negocio, ya que en el último año la empresa ha recibido quejas de clientes estratégicos por causa de atrasos en la entrega de los reportes de eficiencia de solicitudes.

En ese sentido, el presente proyecto está dirigido a realizar un análisis de todo el proceso de mantenimiento de los equipos. La cual implicaría un cambio en los procedimientos y métodos que se están aplicando, facilitarían el análisis de los equipos generando una reducción de fallas y eficiencia de los recursos asignados, su ubicación y cumplimiento de los objetivos.

Para tener una solución a la problemática primero es necesario identificar todas las deficiencias que actualmente se encuentran en el proceso de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado, que está afectando la calidad del servicio. Asimismo, se tendrá que aplicar técnicas de mejora en los procesos para satisfacer las necesidades del cliente. De la misma manera la reducción de fallas, el comportamiento y los resultados. (p.14)

Durante la ejecución de los mantenimientos preventivos, los tiempos de paro de cada uno de los equipos intervenidos, afecta directamente en su funcionalidad, ya que debemos dejar inoperativo al aire acondicionado para poder realizar su mantenimiento, además de no conocer la condición real de los componentes internos (mecánicos, eléctricos) pudiendo

generar fallas de equipos por desgaste de las mismas. Para ellos al implementar una gestión de Mantenimiento predictivo optimizarían los tiempos de disponibilidad de los equipos y conocer la condición real de los componentes y realizar su reemplazo en el momento oportuno, es decir dar la mayor utilidad al componente, reduciendo stock de repuestos. Espejo, V. (2014) en su tesis “Propuesta de mejora del plan de mantenimiento predictivo de los equipos críticos del proceso Productivo para reducir la criticidad en la empresa COPEINCA SAC” (Tesis de titulación), Universidad Privada del Norte Trujillo - Perú. Afirma lo siguiente:

La presente investigación, permitirá a la empresa COPEINCA S.A.C garantizar el buen funcionamiento y operatividad constante de los equipos e instalaciones gestionando el mantenimiento adecuadamente, para así poder garantizar el correcto desempeño de la empresa y evitar interferencias o paradas forzadas en el proceso productivo.

En la empresa tenemos varios equipos e instalaciones importantes para todo el proceso productivo, para ello contamos con un manejo de un stock mínimo de repuestos para nuestros equipos, es necesario el cuidado y mantenimiento efectivo de los equipos e instalaciones relacionados con el proceso o etapa productiva de la empresa para así evitar retrasos y daño del producto procesado; Lo más importante es los programas de producción y de entrega a los clientes. (p.5)

Como primera etapa se debe de evaluar las condiciones de cada equipo, y elaborar un cuadro detallando los problemas más comunes que se presentan, para poder implementar la o las técnicas predictivas más adecuadas, además de desarrollar un plan de mantenimiento predictivo, debe de llevarse a la par la capacitación y certificación del personal técnico, en las diversas técnicas que se empleara para cada equipo. Rojas, L. (2016) En su tesis “Mantenimiento predictivo en el área de procesamiento del mineral para incrementar la rentabilidad de una compañía minera” (Tesis de titulación), Universidad Privada del Norte Trujillo-Perú. Afirma lo siguiente:

Se desarrolló la propuesta de un sistema de mantenimiento predictivo, el cual atenderá las fallas más críticas de los equipos críticos, para ello se tuvo que evaluar las fallas, determinar los equipos predictivos y la frecuencia de inspección predictiva a realizar para cada equipo crítico. Además se realizó un programa de capacitación, con lo cual el personal de mantenimiento podrá realizar sin problema las tareas de mantenimiento planteadas. Dentro del sistema se ha considerado la capacitación del personal para reducir los servicios de mantenimiento externo en un 15 %(\$ 231,872), la reducción de las fallas de los equipos críticos en un 40% y la reducción de los costos de repuestos para estos equipos en un 15%(\$351,412). Cabe mencionar que esto incrementó la rentabilidad de 28% a 34%, ya que



se incrementó las ventas en 556.73 Toneladas de material fino de cobre. Para culminar, se realiza una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de \$ 873,143 y un TIR de 37.6%, lo cual indica que el proyecto es RENTABLE.

### **1.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Al aplicar técnicas de mantenimiento predictivo a equipos, debemos de hacer un estudio previo para poder no solo mantener si no también incrementar la confiabilidad y disponibilidad utilizando las técnicas adecuadas para cada tipo de equipo, ya que con este tipo de técnicas no se debe generalizar para todos los equipos, cada uno se encuentra en condiciones diferentes, aplicando las técnicas adecuadas optimizaríamos costos y tiempo. Herrera. O. (2011) En su tesis “Diseño de plan de mantenimiento predictivo en los equipos rotativos y eléctricos de las plantas de DOW QUIMICA Y AMERICAS STYRENICS EN CARTAGENA” (Tesis de titulación), Universidad Tecnología de Bolívar. Cartagena-Colombia. Afirma lo siguiente:

Estudios recientes demuestran que la incorrecta distribución y aplicación de técnicas en las cuales el método y frecuencia no son adecuados ocasiona aproximadamente el 50% de las fallas en los equipos y el costo de no efectuar a tiempo y adecuadamente las actividades de CBM es muy alto.

Por tal razón se hace necesario formalizar las rutas en las cuales se realizarán las técnicas de CBM (vibraciones, inspección, lubricación) a determinados equipos, por medio de sistemas que debe tener el programa y por órdenes de servicio que sean el resultado de un plan individual y no una solicitud genérica tal como se maneja actualmente. Con esto se busca garantizar la confiabilidad, creando así una disciplina de trabajo enfocada a optimizar la utilización de los recursos con miras a lograr la satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes. (p.22)

Al implementar técnicas de mantenimiento predictivo ya sea en una empresa de servicio privada o nacional, genera dentro de sus operaciones la optimización de tiempos y la reducción de costos como también reducir el paro del equipo para realizar el mantenimiento es decir que trabaje de forma continua el equipo. Jácome A., Bohórquez. A (2015) “Análisis de los procesos de mantenimiento predictivo y su Influencia en la operatividad continua del sistema de parqueo en la unidad académica ciencias de la ingeniería (Tesis de titulación), Universidad de Milagro. Milagro-Ecuador. Afirma lo siguiente:

El Ecuador siendo un país en proceso de desarrollo industrial y de las buenas prácticas en los procesos de actividades que generan gastos inmediatos, pero que a largo plazo esto repercute en optimización de recursos, proceso continuo de producción y evasión de exceso de gastos de

todo un sistema, por tanto a nivel nacional el mantenimiento predictivo se le empieza a dar importancia necesaria ante los beneficios que se pueden obtener.

Entre los beneficios de esta investigación se tendrá mayor operatividad de los sistemas de parqueos, aumentando la disponibilidad y reduciendo costos de mantenimiento de este importante sistema en la Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería, considerando que la institución es de tipo pública, las evidencias de la investigación será de demostrar lo importante del mantenimiento en todo ámbito público o privado con la única finalidad de evitar costos elevados que tranquilamente se pueden reducir. (p.19)

Para poder integrar un sistema de mantenimiento predictivo a un sistema de mantenimiento tradicional, es decir preventivo y correctivo, se debe iniciar como base con instrumentos de medición y el software, como también la implementación en equipos críticos.

También el desarrollo de nuevos procedimientos, formatos, rutas de medición, entre otros factores como la capacitación del personal técnico y de la supervisión para poder interpretar estos valores y saber cuál es la condición actual de los componentes. Madrid, C. (2014) En su tesis “Bases para la implementación de un plan de mantenimiento predictivo en los equipos críticos de la planta quesera PROLESUR LOS LAGOS” (Tesis de titulación), Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile. Indica:

La mantención predictiva tiene como objetivo mejorar la disponibilidad y confiabilidad del proceso productivo. Para lograr lo anterior, es necesario tener la instrumentación necesaria que permita medir una propiedad intrínseca de los equipos más significativos de la producción industrial, éstas mediciones permiten diagnosticar y pronosticar fallas potenciales y funcionales, para tomar las medidas pertinentes a cada caso.

La importancia de adoptar nuevas técnicas en los sistemas de gestión de mantención es lograr obtener ventajas competitivas entre sus pares, ya que, ésta, influye directamente en los costos, precios y calidad de un sistema empresarial. Es por ésta razón, que el Departamento de Mantención de la empresa desea avanzar en su sistema de gestión de mantenimiento. Para ello, realizan dos estrategias de mantención, la correctiva y preventiva, siendo ésta última utilizada con menor frecuencia. El siguiente paso de este sistema de gestión es iniciar las bases para la Mantención Predictiva dentro de las instalaciones.

Para el desarrollo de la mantención predictiva, se utilizarán dos instrumentos de medición; el primero, es un medidor portátil de valores globales y analizador de vibraciones mecánicas de alta resolución el Vibracheck AB3200, que posee un acelerómetro de unión magnética y cuenta con un

software Maintraq 1.8, el cual, permite la recopilación y análisis de datos. Este instrumento de medición lo utilizaremos para efectuar inspecciones a los equipos críticos rotativos.

El segundo instrumento, es una cámara térmica Fluke i25 con tecnología IR fusión, que permite realizar inspecciones por infrarrojos de forma más rápida y eficiente. Este instrumento cuenta con un software SmartView, para analizar y documentar minuciosamente detalles de las áreas problemáticas de los tableros eléctricos para su seguimiento adicional.

Este proyecto, desarrolla las primeras bases para un plan de mantenimiento predictivo en los tableros eléctricos y equipos más críticos de la planta quesera Prolesur. En este contexto, se describirán los procedimientos técnicos para generar pautas de Mantenimiento Predictiva, identificando normas para la recopilación de datos y evaluación de equipos, además de crear, registrar y evaluar rutas de medición dentro de la planta. (p.22)

## 1.2. Formulación del Problema

La empresa WOOD PROYECTOS S.A.C.” tiene un contrato de mantenimiento integral de los equipos de aire acondicionado de la planta de fraccionamiento de líquido de gas natural ubicado en la ciudad de Pisco operado por PLUSPETROL PERU CORPORATION SAC.

Nuestra área de mantenimiento eléctrico actualmente cuenta con un grupo especializado en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado, en planta contamos con equipos de aire acondicionados codificados, es decir que cuentan con un mantenimiento preventivo programado, adicionalmente contamos con equipos de aire acondicionado sin codificar, estos equipos se intervienen como mantenimiento correctivo.

### 1.2.1. Equipos de aire acondicionado:

Tabla n.º 1. Cantidad de equipos de aire

EQUIPOS REFRIGERACIÓN EN PANTA	
TIPO	CANTIDAD
SPLIT DUCTO	20
MOCHILA	5
PAQUETE DUCTO	9
SPLIT DECORATIVO	10
CAMARAS	2
VENTANA	20
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>

Fuente: Elaboración Propio

Esta tabla nos indica la cantidad de equipos de aire acondicionado codificados instalados en planta por tipos de equipo.

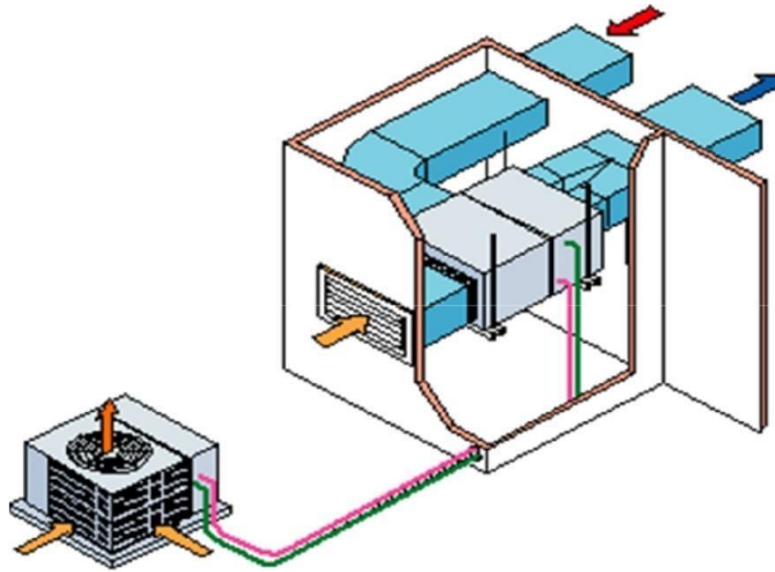


Figura n.º 2. Aire Acondicionado tipo Split ducto



Figura n.º 3. Aire Acondicionado tipo Ventana



Figura n.º 4. Aire Acondicionado tipo Mini Split Decorativo



Figura n.º 5. Aire Acondicionado tipo Paquete Ducto



Figura n.º 6. Aire Acondicionado tipo Mochila

### 1.2.2. Equipos de ventilación y extracción de aire

Tabla n.º 2. Cantidad de equipos de Ventilación Forzada

<b>EQUIPOS DE VENTILACION/EXTRACCCION DE AIRE</b>	
<b>TIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>
EXTRACTORES	34
VENTILADORES	14
CAMPANAS EXTRACTORAS	8
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>

Fuente: Elaboración Propio

Esta tabla nos indica la cantidad de equipos de ventilación forzada que se encuentran codificados en planta por tipo de equipo.



Figura n.º 7. Equipos Extractores de aire Centrífugo

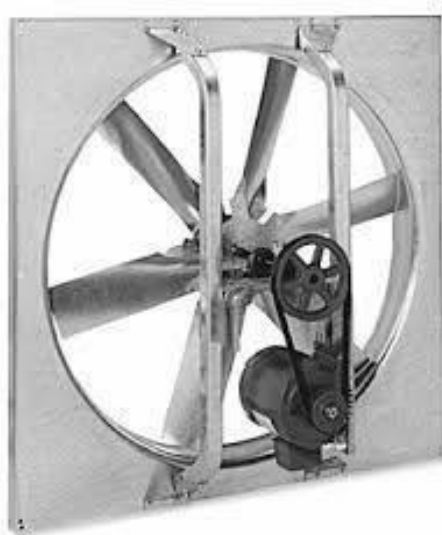


Figura n.º 8. Equipo Ventilador Axial



Figura n.º 9. Equipo campana extractora

En total contamos con 122 equipos de HVAC codificados, la cual cuenta con mantenimiento preventivo programado.

La programación de mantenimiento de los equipos HVAC durante el mes debe de incluir a todos los equipos codificados y con el tipo de mantenimiento que se le fué designado por el área de planificación, adicionalmente se debe intervenir los equipos HVAC codificados y sin codificar que requieran reparación, que son las órdenes del back log.

Durante los trabajos de mantenimiento preventivo, vienen distribuidos los tipos de mantenimiento mensual, trimestral, semestral y anual (Un tipo de mantenimiento por equipo en el mes), pero aun así los mantenimientos correctivos de equipos codificados y equipos sin codificar que se encuentran pendiente por intervenir no se cumplen o se requiere de recursos adicionales para cumplirlo debido a falta de tiempo en ejecutar estos trabajos.

Además a los tiempos fijos, debemos de sumar los tiempos variables que son los trámites documentarios, espera de permiso, materiales, entre otros.



Por tal motivo para poder cambiar los tipos de mantenimiento (mensual, trimestral, semestral y anual), disminuir el tiempo de intervención por equipo y contar con parámetros más confiables proponemos el plan de mantenimiento predictivo, para lo cual debemos de analizar cada tipo de mantenimiento.

### **1.2.3. Problema General**

¿Optimizara el tiempo de ejecución del mantenimiento preventivo en equipos HVAC implementando técnicas de mantenimiento predictivo en la empresa WOOD PROYECTOS S.A.C.?

### **1.2.4. Problema Específico**

#### **1.2.4.1. Problema específico 01**

¿Se ha evaluado el tiempo adecuado para la ejecución del mantenimiento preventivo por tipo de equipo HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C?

#### **1.2.4.2. Problema específico 02**

¿Identificar que técnicas de adecuadas para el mantenimiento predictivo en los trabajos de mantenimiento preventivo de equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C?

#### **1.2.4.3. Problema específico 03**

¿Aplicará las técnicas de mantenimiento predictivo en los equipos de HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C?

#### **1.2.4.4. Problema específico 04**

¿Se llegara optimizar los tiempos de ejecución de los técnicos al implementar el mantenimiento predictivo de equipos de HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación Teórica**

El presente trabajo de investigación brindara conocimientos teóricos del mantenimiento predictivo en la industria y aplicado en equipos de HVAC, con la finalidad de poder determinar en su condición inicial fallas en sus componentes y evitar desgastes, recalentamiento y su posterior cese de operación del equipo.

### **1.3.2. Justificación Práctica**

El presente trabajo de investigación del mantenimiento predictivo aplicado a equipos de HVAC es una alternativa para reducir el tiempo de ejecución del mantenimiento preventivo con la que contamos actualmente, manteniendo y mejorando la calidad en nuestros servicios y además de incrementar la productividad del trabajador y reducir la cantidad de órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo, back log.

### **1.3.3. Justificación Cuantitativa**

Implementar este trabajo de investigación justifica a la necesidad de incrementar la cantidad de OM del back log y mejorar la productividad del técnico que de 122 órdenes de mantenimiento preventivo programado que se ejecutan en un promedio de 20 días hábiles de lunes a viernes reducir a 15 días hábiles para poder ejecutar las órdenes del back log de mantenimiento correctivo). Además de reducir el stock de repuestos ya que predeciremos con anticipación el desgaste de un componente mecánico para su reemplazo en un tiempo oportuno y su máxima utilidad.

### **1.3.4. Justificación Académica**

La siguiente investigación se justifica académicamente ya que al contar con estos problemas de tiempo, podemos optar por utilizar las herramientas de ingeniería industrial para poder optimizar tiempos y poder aplicarlos en las diferentes áreas que aún no cuentan con mantenimiento predictivo.

## **1.4. Objetivo**

El objetivo es poder brindar a nuestro cliente la mayor disponibilidad del equipo de aire acondicionado, realizando nuestro trabajo de mantenimiento preventivo en el menor tiempo posible, logrando implementar técnicas de mantenimiento predictivo, generando además de reducir los gastos de consumibles en cada mantenimiento preventivo, y a la vez poder cumplir con las órdenes de mantenimiento correctivo que se presentan.

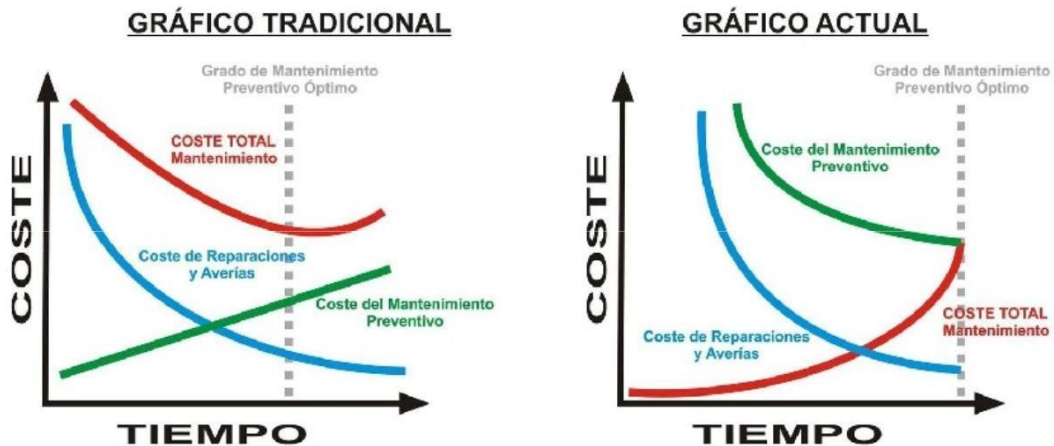


Figura n.º 10. Grafico del mantenimiento preventivo tradicional y la nueva alternativa de técnicas de mantenimiento predictivo

#### 1.4.1. Objetivo General

Implementar técnicas del mantenimiento predictivo en los equipos HVAC para reducir tiempos de ejecución en la empresa Wood Proyectos S.A.C

#### 1.4.2. Objetivo Específico

##### 1.4.2.1. Objetivo específico 1

Diagnosticar los tiempos actuales de ejecución del mantenimiento de equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C

##### 1.4.2.2. Objetivo específico 2

Implementar las técnicas de mantenimiento predictivo en los procesos de trabajo actuales en mantenimiento de equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C.

##### 1.4.2.3. Objetivo específico 3

Aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo de trabajo actuales en mantenimiento de equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C.

#### 1.4.2.4. Objetivo específico 4

Evaluar los resultados de la implementación de las técnicas de mantenimiento predictivo para la optimización de tiempos ejecución de los técnicos de mantenimiento de equipos HVAC en equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. MANTENIMIENTO

El mantenimiento ha tenido, tiene y tendrá diferentes definiciones debido a que esta técnica sigue en con constante evolución por lo que su definición no será siempre universal.

Según:

García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento (2010)*. Albasanz Madrid: Días Santos, Define al mantenimiento como:  
*Conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento (Pág.1)*

Gómez, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia: Universidad de Murcia, servicio de publicaciones. Indica:

*En términos muy generales puede afirmarse que las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso. (Pág. 24)*

### 2.2. Evolución del Mantenimiento

González, F. (1998). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid. Artegraf, Indica:

Las principales referencias que existen en diversa bibliografía sobre los tipos de mantenimiento llevados a cabo, han concluido, de común acuerdo entre muchos autores, en establecer durante el siglo XX tres grandes etapas que, aunque no tiene frontera clara entre ellas desde el punto de vista temporal, si pueden dar una clara idea de cuál ha sido la evolución de las técnicas y organizaciones que se han ido implementando durante dicho siglo. (Pág.29).

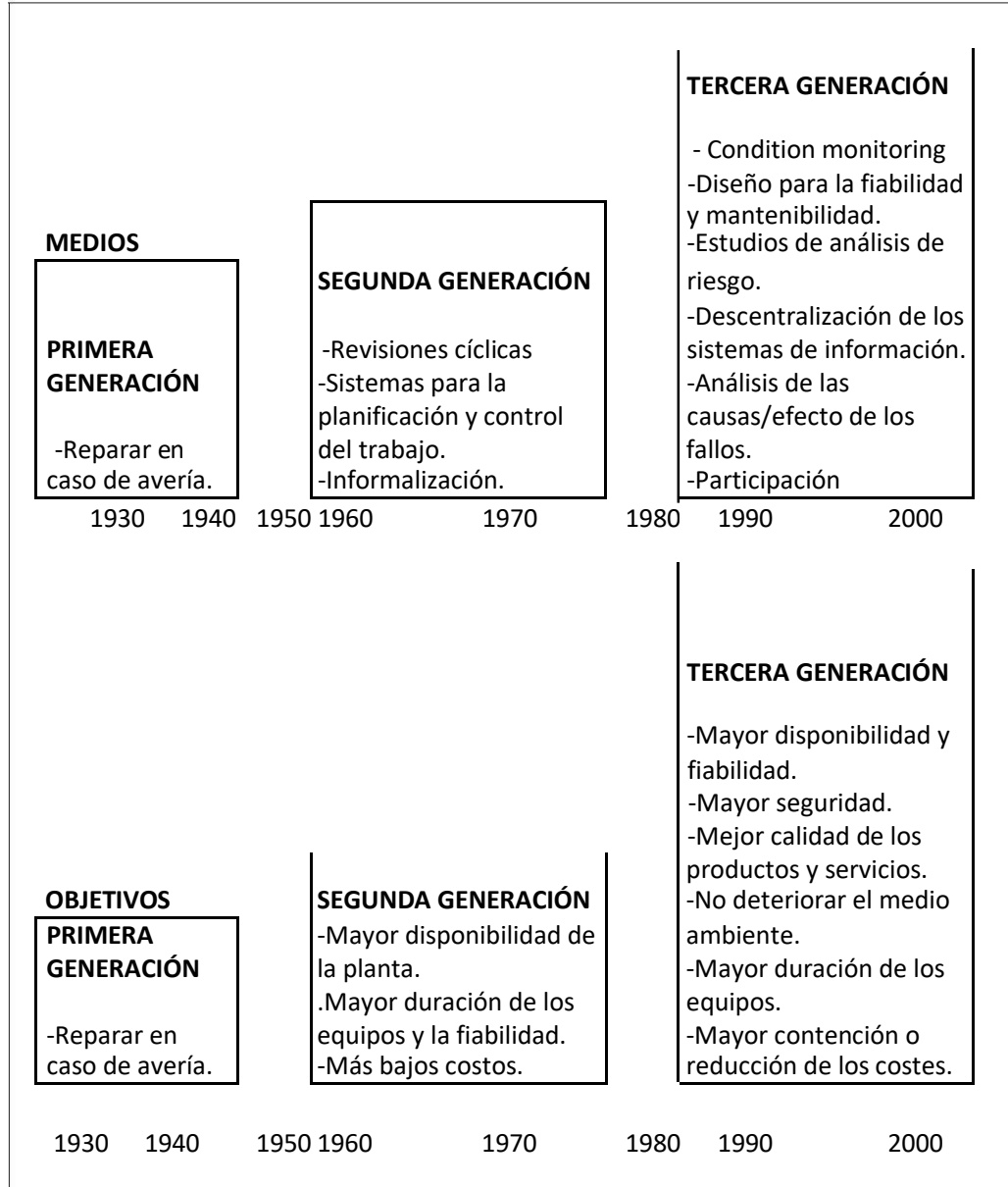


Figura n.º 11. Evolución del mantenimiento a través de los años

Fuente: *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*

## 2.3. Tipos de Mantenimiento

Dentro de los tipos de mantenimiento que nosotros realizamos en la empresa WOOD PROYECTOS S.A.C., se encuentran el mantenimiento preventivo, correctivo y el predictivo

Es importante considerar el uso de las citas bibliográficas de acuerdo a los estándares de redacción científica determinados por la Universidad.

### 2.3.1. Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento cuenta con características ya definidas, es decir sus etapas se encuentran predefinidas por una secuencia lógica y ordenada en la mayoría de actividades para poder intervenir un determinado equipo, proceso, entre otros, con el fin de prevenir el cese del equipo, proceso. La frecuencia de mantenimiento se encuentra indicado bajo un procedimiento específico.

Según: Gómez, F. (1998). Lo define de la siguiente forma.

Pretende disminuir o evitar en cierta medida la reparación mediante la rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos deteriorados, lo que se conoce como las tres erres del mantenimiento. Si la segunda y tercera no se realizan, la primera es inevitable. En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la máquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado (Pag.27)

Según: Gómez, F. (1998). Lo define de la siguiente forma.

Rey, F. (2001). *Manual del mantenimiento integral de la empresa*. Madrid: Fundación Confemetal El mantenimiento preventivo sistemático consiste en un conjunto de operaciones que se realizan sobre las instalaciones, maquinaria y equipos de producción antes de que se haya producido un fallo, y su objetivo es evitar que se produzca dicho fallo o avería en pleno funcionamiento de la producción o del servicio que presta. (Pág.106).

### 2.3.2. Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento nos da como referencia que existe un problema y debe ser corregido, para poder mantener la condición inicial del equipo, de ser posible mejorarlo. Las secuencias de mantenimiento pueden estar bajo un procedimiento general y específico, este documento debe ser actualizado cuando la actividad realizada no se encuentre indicado.

Gómez, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia: Universidad de Murcia, servicio de publicaciones. Indica:

En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento “a rotura” (breakdown maintenance), solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados, entre los que pueden citarse:

Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastorno en la producción, pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo, por reposición o cambio de la tarea, hasta la parada de producción, en tanto no se repare o sustituya el equipo averiado

Las averías, al ser imprevistas suelen ser graves para el equipo, con lo que su relación puede ser costosa. (Pag.25)

### 2.3.3. Mantenimiento Predictivo

Rey, F. (2001). *Manual del mantenimiento integral de la empresa*. Madrid: Fundación Confemetal Nos indica:

La moderna tecnología proporciona una serie de métodos que permiten evaluar las condiciones de funcionamiento de la maquinaria a través del control y evolución de ciertos parámetros (presiones de engrase, vibraciones, temperaturas, etc.)

El mantenimiento predictivo o condicional es una metodología que tiene como objetivo final asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas críticas a través de la inspección del estado del equipo por vigilancia continua de los niveles umbrales correspondientes a los parámetros indicadores de su condición, y que se realiza sin necesidad de recurrir a desmontajes y revisiones periódicas

Esta metodología permite seguir con notable precisión el estado de la maquinaria, así como la evolución de los síntomas de fallo, con el fin de:

(1) Conocer con gran precisión el momento en que se va a producir la avería o fallo, a fin de poder evitarla a través de una intervención programada.

(2) Alargar el máximo posible la vida útil de las piezas y conjuntos, a fin de abaratar el coste de mantenimiento

(3) La importancia de la disciplina del análisis que el mantenimiento predictivo utiliza como herramienta, así como los avances de la tecnología de medición y los análisis dinámicos de señales, está permitiéndonos hoy día detectar, con gran precisión, desde desgastes de cojinetes antifricción o de rodamientos hasta qué diente de una ranura es el que está dañado.

(4) La tendencia del mantenimiento predictivo es extender su campo de actuación a costa del mantenimiento preventivo sistemático, siendo sus aplicaciones cada día diversificadas. (Pág. 104)

### **2.3.3.1. Ventajas del Mantenimiento Predictivo**

*Fernández, M., García, M., Alonso, G., Cano, J., Solares, J. (1998) “Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas”. Barcelona, marcombo Boixareu, España*

Entre las ventajas más importantes que reporta este tipo de mantenimiento, pueden citarse las siguientes:

(1) Determinación óptima del tiempo en realizar el mantenimiento preventivo, aprovechamiento máximo de la reserva de piezas y equipos, mejor gestión del “stock” de reducción al mínimo de las emergencias correctivas.

(2) Ejecución sin interrumpir ni alterar el normal funcionamiento de instalaciones y equipos

(3) Mejora el conocimiento sobre el funcionamiento y estructura del sistema.

(4) Mejora las condiciones de higiene y seguridad en la planta (control del ruido, vibraciones, emisiones tóxicas, etc.).

(5) Mejora el control de fiabilidad de los elementos y consecución de información suplementaria para los fabricantes.

### **2.3.3.2. Inconvenientes del Mantenimiento Predictivo**

Como inconvenientes del mantenimiento predictivo podemos citar aquellos que son consecuencia directa de su forma de aplicación:

(1) Limitaciones a la hora de elegir la instrumentación de medida y diagnóstico, derivada de la necesidad de no apartar a la máquina de su funcionamiento normal durante el proceso de análisis. Este tipo de técnicas de medida realizadas sobre equipos en funcionamiento se suelen denominar técnicas no invasivas

(2) Mayores inversiones iniciales ya que la amortización de un sistema de mantenimiento predictivo resulta inicialmente costosa debido a la incorporación de los equipos de medida y recolección de datos.



(3) Necesidad de un nivel de formación muy elevado para los técnicos de mantenimiento, pues deben de estar familiarizados con el manejo de equipos de alto nivel tecnológico y conocer en profundidad tanto el funcionamiento de las maquinas como las disciplinas relacionadas con ellas.  
(Pág.14)

## **2.4. TIPOS DE TECNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

### **2.4.1. Termografía**

Las inspecciones termográficas se basan en que todo equipo y/o elemento emite energía desde su superficie. Esta energía se emite en forma de ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz a través del aire o por cualquier otro medio de conducción. La termografía infrarroja invisible es la técnica de producir una imagen visible a partir de radiación infrarroja invisible para el ojo humano, emitida por objetos de acuerdo a su temperatura superficial. La cámara termográfica, es la herramienta que hace posible esta transformación

La cantidad de energía que está en relación directa con su temperatura. Cuanto más caliente está el objeto, mayor cantidad de energía emite, y menor longitud de onda tiene esa energía. En general, esa emisión se hace en longitudes de onda mayor que la correspondiente al color rojo, que es la mayor que es capaz de captar el ojo humano. El espectro de emisión, es pues, infrarrojo, y por lo tanto invisible. La cámara termográfica permite ver esa energía, transformándola en imágenes visibles. La imagen producida por una cámara infrarroja es llamada termografía o termograma. (Pág. 85).



Figura n°. 12. Cámara Termográfica

#### 2.4.2. Análisis de Vibraciones

Esta técnica del mantenimiento predictivo se basa en la detección de fallos en equipos rotativos principalmente, a través de estudio de los niveles de vibración. El objetivo final es obtener la representación del espectro de las vibraciones de un equipo en funcionamiento para su posterior análisis.

Para aplicarla de forma efectiva y obtener conclusiones representativas y validas, es necesario conocer determinados datos de la maquina como son la velocidad de giro, el tipo de cojinetes, de correas, numero de alabes o de palas, etc., y elegir los puntos adecuados de medida. También es necesario seleccionar el analizador más adecuado a los equipos existentes en planta. (Pág. 77).



Figura n.º 13. Analizador de Vibraciones tipo lapicero.

## 2.5. SISTEMAS HVAC

### 2.5.1. AIRE ACONDICIONADO

El equipo de aire acondicionado se divide en 4 componentes principales de refrigeración y de componentes auxiliares como (Refrigerante), filtro de líquido, Termostato, Presostato, Visor de líquido, Manómetro de refrigeración)

#### 2.5.1.1. Compresor

Existen varios tipos de compresores para sistemas de refrigeración, las cuales pueden variar de acuerdo a la temperatura, en nuestro caso son sistemas de refrigeración de alta, media y baja temperatura, los compresores de baja temperatura son utilizados para cámaras frigoríficas de congelación, los compresores de media temperatura son utilizados en cámaras frigoríficas de conservación y los compresores de alta temperatura son utilizados en sistemas de aire acondicionado.

Franco, J. (2006). *Manual de refrigeración*. Barcelona España: Reverté  
“Es el corazón de la instalación, Su función del sistema de refrigeración, consiste en aspirar el fluido refrigerante a baja presión y temperatura, comprimirlo y descargarlo a una presión y temperatura tales que se pueda condensar”. (Pág. 33)



Figura n.º 14. Motor compresor Scroll

### 2.5.1.2. Condensador

Este componente del sistema de aire acondicionado se encuentra expuesto al medio ambiente, ya que intercambia el calor con el medio ambiente, utilizando un moto ventilador absorbe el aire y lo direcciona a las tuberías por donde pasas el refrigerante, estas tuberías cuentan con unas aletas de disipación de material de aluminio que facilita su enfriamiento y estabiliza la presión y temperatura para que se produzca la condensación (cambio de estado de gaseoso a liquido)

Wirz. D. (2008). Refrigeración comercial para técnicos de aire acondicionado. Móstoles- Madrid:  
Top printer plus

*“Los condensadores son la imagen espejo de los evaporadores. Donde la función principal del evaporador es absorber el calor del espacio refrigerado. Por lo tanto, la función principal de un condensador es la de rechazar el calor absorbido por el evaporador”. (Pág. 36)*



Figura n.º 15. Unidad condensadora tiro aire forzado

### 2.5.1.3. Dispositivo de Expansión

Este elemento del sistema de aire acondicionado, varía de acuerdo a las condiciones que tiene el sistema, pueden ser: válvula de expansión, tubería capilar, toberas, pero todas cumplen la misma función que es la de pulverizar el refrigerante que proviene del condensador, se genera el efecto aerosol.

Franco, J. (2006).

*Entre las funciones que realizan estos elementos, debemos destacar las siguientes:*

- (1) Regula la cantidad de fluido refrigerante, que debe entrar en el evaporador.*
- (2) En unión con el compresor, mantienen las presiones de alta y baja; podríamos decir, que son las “fronteras” entre la alta y baja presión del circuito.*
- (3) Producen la expansión del fluido. El fluido pasa de alta a la baja presión necesaria en el evaporador. (Pág. 127).*



Figura n.º 16. Válvula de expansión termostática

#### 2.5.1.4. Evaporador

En este componente es donde se absorbe el calor de los cuerpos, que previamente tuvo que haber sido calculado para seleccionar el aire acondicionado, cuentan con moto ventiladores que fuerzan para que el calor entre en contacto con las tuberías de cobre que se encuentran ya a una temperatura menor.

Franco, J. (2006).

Es el elemento de la instalación en donde se produce el efecto refrigerante. Es un intercambiador de calor, en el cual el calor de la cámara o local pasa al interior del evaporador por efecto de ebullición del fluido refrigerante en su interior, el fluido refrigerante, ya expansionado entra en el evaporador a la presión y temperatura necesarias para que efectúe el enfriamiento del medio que lo rodea. (Pág,103).



Figura n.º 17. Unidad evaporadora mini Split decorativo

### 2.5.1.5. Refrigerante

Son compuestos químicos que nos permiten remover calor clasificados en directo, indirectos o primarios o secundarios.



Figura n.º 18. Refrigerantes en cilindro

### 2.5.1.6. Filtro de líquido

Es el componente auxiliar instalado a la salida de la unidad condensadora, con el fin de retener impurezas por motivos de reparaciones de soldadura, o por desgaste de algún componente mecánico, así como también de retener la humedad que pueda existir en el sistema.



Figura n.º 19. Filtro de la línea de líquido

### 2.5.1.7. Termostato

Son dispositivos de control en donde se regula temperatura de acuerdo a las condiciones que se requiere.

Período estacional	Temperatura operativa (To)		Temperatura efectiva <sup>2</sup> (ET*)
	Temperatura bulbo húmedo (Tbh)	Punto de rocío (Tpr)	
Invierno	20 °C - 23,5 °C a Tbh = 18 °C	20,5 °C - 24,5 °C a Tpr = 2 °C	20 °C - 23,5 °C
Verano	22,5 °C - 26 °C a Tbh = 20 °C	23,5 °C - 27 °C a Tpr = 2 °C	23 °C - 26 °C
Zona solapada	23 °C - 24 °C		

Figura n.º 20. Valores de zona de confort

Fuente: ASHRAE55:1992

### 2.5.1.8. Presostato

Es un dispositivo de protección para evitar una baja o alta presión del refrigerante instalado en la tubería de alta y baja presión del sistema de aire acondicionado provocado por alguna anomalía (falta de ventilador, obstrucción en intercambio de calor, entre otros).



Figura n.º 21. Presostato de alta y baja presión



### 2.5.1.9. Visor de Líquido

Es un componente de inspección instalada luego del filtro de líquido, nos indica dos aspectos, la cantidad de líquido refrigerante que tiene el sistema, la calidad del refrigerante, húmedo (color amarillo), seco (color verde).



Figura n.º 22. Visor de Líquido

### 2.5.1.10. Manómetro de refrigeración

Son instrumentos que nos ayudan a registrar los valores de presión del gas refrigerante en la línea de alta (color rojo) y baja (color azul) del sistema de aire acondicionado y una manguera adicional de color amarillo para poder realizar carga de gas refrigerante, monitoreo de presiones, realización del vacío.



Figura n.º 23. Manómetro de refrigeración

## 2.5.2. Equipo de ventilación Forzada

Alfonso Jiménez Ruiz (2015), Indica lo siguiente en relación a equipos de ventilación forzada, lo define en dos tipos:

### 2.5.2.1. Captación en sistema de ventilación

En este caso pretendemos coger el aire del exterior e introducirlo en el interior. Por lo que los puntos de captación se sitúan en los lugares que lo deseamos recoger el aire para introducirlo a través de conductos al interior del local

En la localización del punto de captación hay que tener en cuenta:

- (1) La captación del aire exterior debe de alejarse del suelo en lugares próximos a jardines o forestales para no captar polen, hojas y polvo.
- (2) Separadas de puntos luminosos (Bombillas, letreros luminosos, etc.). Podrían introducir insectos que se ven atraídos por dichos puntos de luz.
- (3) Lejos de los puntos de descarga de aire, para impedir recirculación de aires contaminados al interior.
- (4) En general nunca se situaran en horizontal o en el suelo, ya que se pueden atascar por objetos o desechos.

En común instalar rejillas de captación sobre puertas de acceso, o que permite a sistema de ventilación parado una cierta ventilación natural, y además garantiza un correcto flujo de aire cuando el sistema se encuentra en funcionamiento, independientemente de la apertura o no de la puerta de acceso.

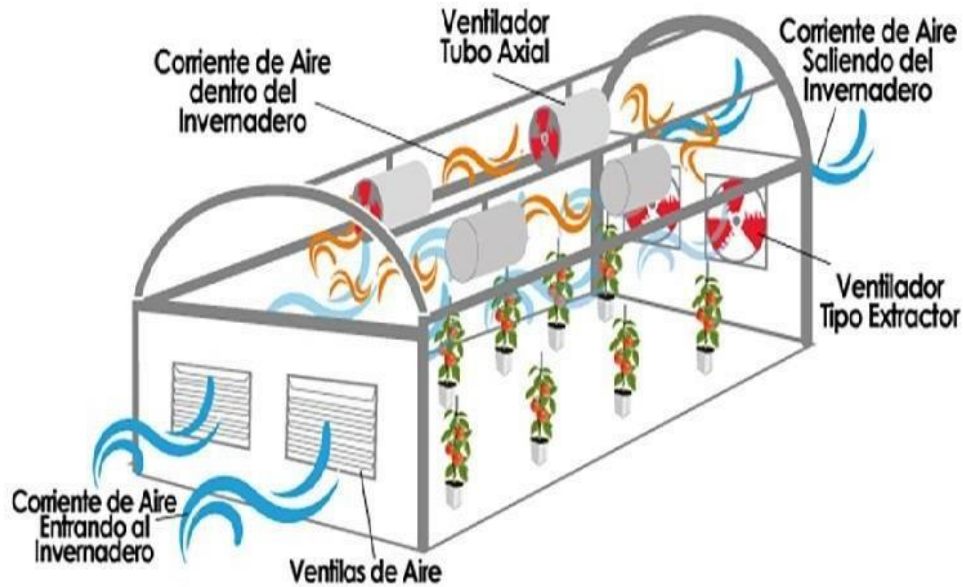


Figura n.º 24. Sistema de ventilación

### 2.5.2.2. Captación en sistemas de extracción localizada

La misión principal es poder recoger el aire que contiene contaminantes para transportarlo a un lugar concreto de descarga. Cuando en un lugar se producen gases, olores y polvo en grandes concentraciones y en puntos localizados la posibilidad de ventilación general conlleva problemas concretos, pudiendo ser instalaciones poco eficientes y muy caras

Se utilizarían sistemas grandes, potentes y de gran consumo energético, debido a los grandes volúmenes de aire a poner en movimiento. Además podemos provocar que el problema se extienda por el local si el punto de emisión inicialmente está localizado, al mover el aire a nivel de local.

Por esos motivos, lo mejor y más económico es solucionar el problema, lo más cerca posible del punto donde se origina la contaminación, situando allí el punto de captación. (Pág. 99)



Figura n.º 25. Captación en sistemas de extracción localizada

## 2.6. Ciclo de refrigeración

El ciclo de refrigeración inicia desde el compresor, provocando que el gas refrigerante se dirija hacia el condensador en forma de gas a alta presión, y con la temperatura del ambiente llegar al condensarse (estado líquido), luego dirigirse al elemento de expansión para poder bajar su presión y temperatura, es decir líquido a baja presión, donde saliendo del elemento de expansión de forma pulverizada entrando al evaporador para que con el calor del ambiente se evapore el refrigerante (estado gaseoso), y de ahí retornar al compresor en forma de gas, y de ahí se repite el ciclo.

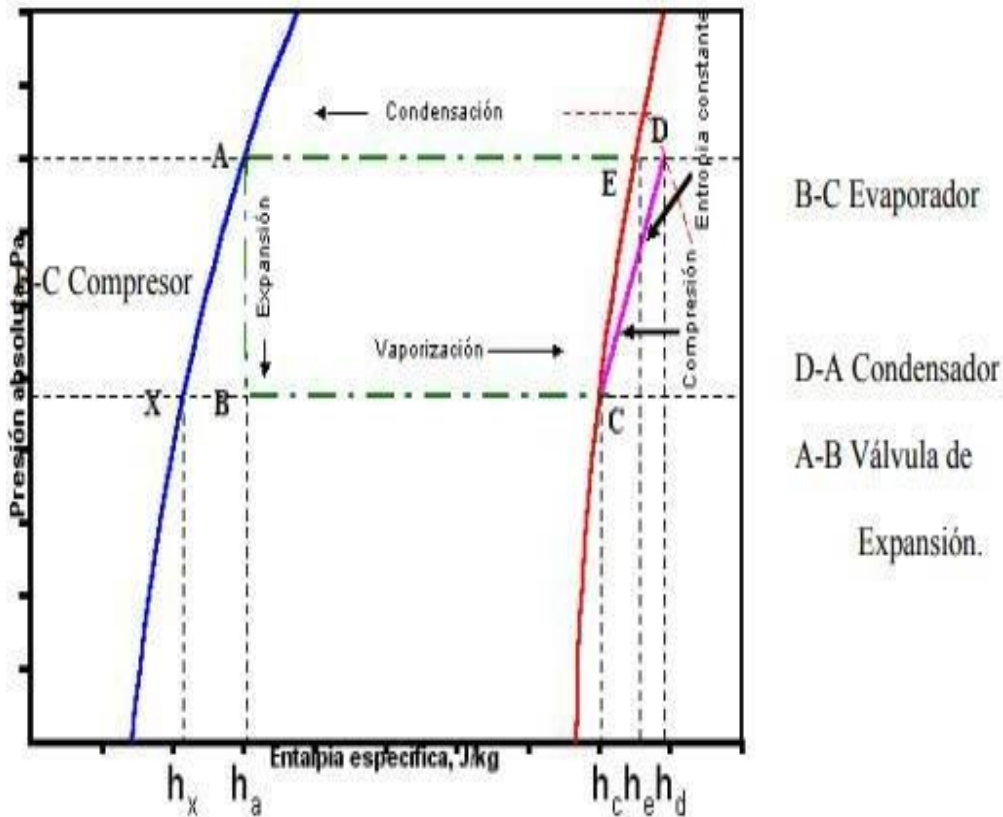


Figura n.º 26. Ciclo de Refrigeración.

## 2.7. Definición de términos básicos

### HVAC:

Heating, Ventilating and Air Conditioning (Calefacción, ventilación y aire acondicionado)

### EQUIPOS HVAC

Son los equipos en los cuales trabaja la empresa (aire acondicionado tipo split ducto, split decorativo, tipo paquete, tipo mochila, cámaras frigoríficas de congelación y refrigeración), considerando los equipos de ventilación forzada.

### ASHRAE:

American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción). Es una sociedad que valida aspectos técnicos relacionado a equipos HVAC

**AIRE ACONDICIONADO,**

Equipo que basándose en un proceso termodinámico genera una sensación de confort limpiando, enfriando y recirculando el aire.

**BACK LOG:**

Trabajo Pendiente acumulado

**HOJA DE RUTA:**

Documento que indica los pasos a seguir para la ejecución del mantenimiento

**PSI:**

Unidad de medida de la presión. Libra por pulgada cuadrada.

**MEGADO:**

Actividad que se realiza para poder determinar el aislamiento eléctrico que debe tener un motor o cable con respecto a un punto de conexión a tierra u otra bobina.

**EVAPORACIÓN**

Es cambio físico de un refrigerante de líquido a gas.

**CONDENSACIÓN**

Es el cambio físico de un refrigerante de gas a líquido.

**REFRIGERACION ALTA TEMPERATURA**

Comprende los equipos de aire acondicionado

**REFRIGERACION MEDIA TEMPERATURA**

Comprende los equipos de refrigeración del +5°C, 0°C

**REFRIGERACION BAJA TEMPERATURA**

Comprende los equipos de refrigeración del 0°C, -20°C

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO

Presentamos el desarrollo del plan de trabajo de la tesis.

### 3.1. Desarrollo el Objetivo 1

**Diagnosticar los tiempos actuales de ejecución del mantenimiento de equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C.**

Contamos con dos técnicos de aire acondicionado que para poder realizar las intervenciones de mantenimiento preventivo programado, requieren las siguientes cantidades de hora por tipo de mantenimiento.

Tabla n.º 3. Tiempo de intervención por tipos de mantenimiento

<b>TIEMPO INTERVENCIÓN POR TIPO DE MANTENIMIENTO (Hrs.)</b>				
<b>TIPO</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
SPLIT DUCTO	1.00	2.30	2.45	3.00
MOCHILA	1.00	2.30	2.45	3.00
PAQUETE DUCTO	1.00	2.30	2.45	3.00
SPLIT DECORATIVO	0.30	1.30	2.00	2.30
CAMARAS	1.00	2.00	2.45	3.00
VENTANA	N/A	0.30	2.00	2.30

Fuente: Elaboración Propio

Esta tabla nos indica el tiempo que demora en ejecutar el mantenimiento preventivo (mensual, trimestral, semestral, anual) de los diferentes tipos de equipo de aire acondicionado.

A continuación, detallaremos las actividades realizadas en cada tipo de mantenimiento (mensual, trimestral, semestral y anual), además de indicar el tiempo que demora cada tarea de la actividad preventiva, con el fin de analizar qué actividad deberíamos optimizar.

## ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

Tabla n.º 4. Tiempo intervención por tipo de mantenimiento preventivo mensual

MANTENIMIENTO MENSUAL DE EQUIPO DE REGRIGERACIÓN		
ITEM	TAREAS	TIEMPO
1	Limpieza del filtro de aire: Se realiza el lavado del elemento filtrante ya que este se encontrara con acumulación de polvo.	20
2	Revisión de componentes internos (faja, poleas, drenaje)	20
3	Limpieza de equipo: Se realiza la limpieza externa de la estructura del equipo.	10
4	Tramites documentarios	10

Esta tabla nos indica las actividades que comprende un mantenimiento preventivo mensual de equipo de refrigeración.

Observamos que las tareas que nos llevan más tiempo de ejecución son el ítem; 1 y el 2.

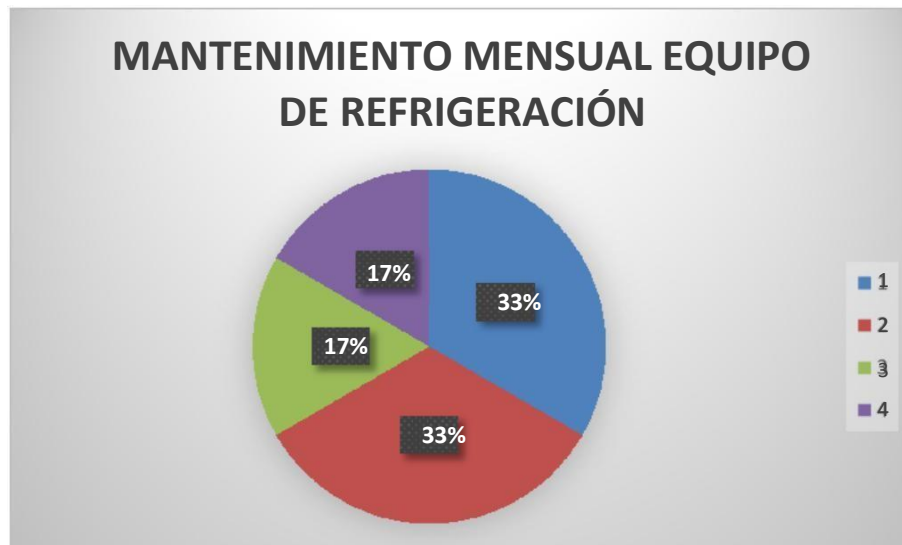


Figura n.º 27. Tiempo intervención preventivo mensual de equipo de refrigeración



Tabla n.º 5. Tabla de actividades de equipo de refrigeración mantenimiento trimestral

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DE EQUIPO DE REFRIGERACIÓN		
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO
1	Limpieza del filtro de aire: Se realiza el lavado del elemento filtrante ya que este se encontrara con acumulación de polvo.	20
	Verificar el tensado de la faja y alineamiento de poleas del motor de la unidad evaporadora, realizar reemplazo de componentes de ser necesario.	30
	Limpieza de equipo: Se realiza la limpieza externa de la estructura del equipo de la unidad condensadora y unidad evaporadora	10
4	Limpieza de serpentín de unidad condensadora y unidad evaporadora: Se realiza el lavado con agua a presión de los serpentines para eliminar la acumulación de polvo que se encuentran impregnadas en los mismos ya que pudiera no intercambiar el calor de forma eficiente.	60
5	Registro de presión de trabajo: Con el apoyo de un manómetro se registrara los valores de la presión de trabajo tanto del lado de alta (descarga) y baja (succión) del sistema de aire acondicionado, para determinar si cuenta con fuga o no.	10
6	Limpieza y ajuste de conexiones del sistema eléctrico: Se realiza la limpieza de cables, componentes eléctricos y ajuste de conexiones eléctricas, pernos, terminales eléctricos para evitar recalentamiento por falso contactos.	10
	Regulación de temperatura: Se realizara la graduación del termostato a una temperatura promedio de 23 ° C.	10

Fuente: Elaboración Propia

Observamos que las tareas que nos llevan más tiempo de ejecución son el ítem 4, ya que deberíamos luego de desarmar el equipo, debemos lavar con agua a presión tanto la unidad evaporadora y la unidad condensadora.

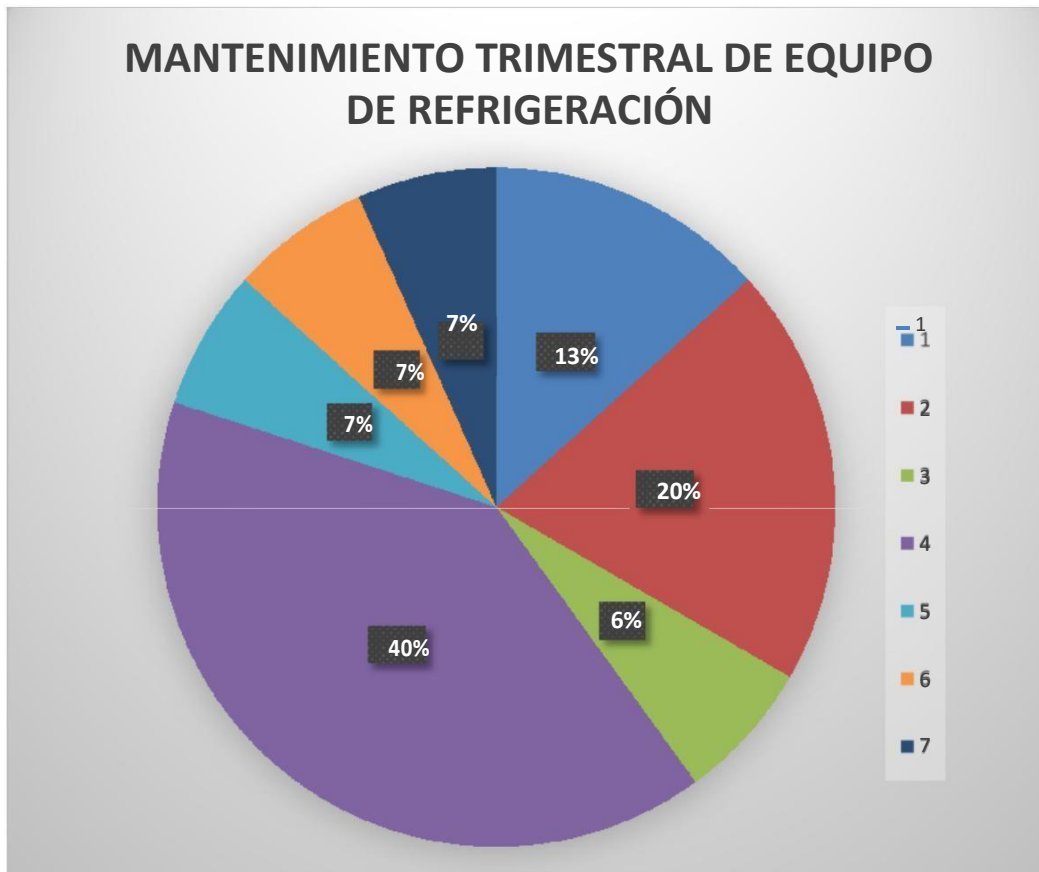


Figura n.º 28. Tiempo intervención de aire acondicionado tipo de mantenimiento trimestral

Tabla n.º 6. Tabla de actividades de mantenimiento preventivo de equipo de refrigeración

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL DE EQUIPO DE REFRIGERACIÓN</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>
1	Limpieza del filtro de aire: Se realiza el lavado del elemento filtrante ya que este se encontrara con acumulación de polvo,	20
2	Inspección de componentes internos (faja, poleas, drenaje): Se verifica el estado y condición de los componentes, puesto como cuentan con un trabajo diario, estos pueden presentar desgaste.	30
3	Limpieza de equipo: Se realiza la limpieza externa de la estructura del equipo.	10
4	Limpieza de serpentín de unidad condensadora y unidad evaporadora: Se realiza el lavado con agua a presión de los serpentines para eliminar la acumulación de polvo que se encuentran impregnadas en los mismos ya que pudiera no intercambiar el calor de forma eficiente.	60
5	Revisión, lubricación de rodamientos o bocinas de motores eléctricos: Se realizara el desarmado del motor eléctrico y se procederá a verificar si presenta desgaste en puntos móviles, y se aplicara grasa o aceite donde requiera.	15
6	Registro de presión de trabajo: Con el apoyo de un manómetro se registrara los valores de la presión de trabajo tanto del lado de alta (descarga) y baja (succión) del sistema de aire acondicionado, para determinar si cuenta con fuga o no.	10
7	Limpieza y ajuste de conexiones del sistema eléctrico: Se realiza la limpieza de cables, componentes eléctricos y ajuste de conexiones eléctricas, pernos, terminales eléctricos para evitar recalentamiento por falso contactos.	10
8	Regulación de temperatura: Se realizara la graduación del termostato a una temperatura promedio de 20 ° C.	10

Fuente: Elaboración Propia

En este tipo de mantenimiento podemos observar nuevamente que la tarea del ítem 4, es la que cuenta con mayor tiempo de ejecución.

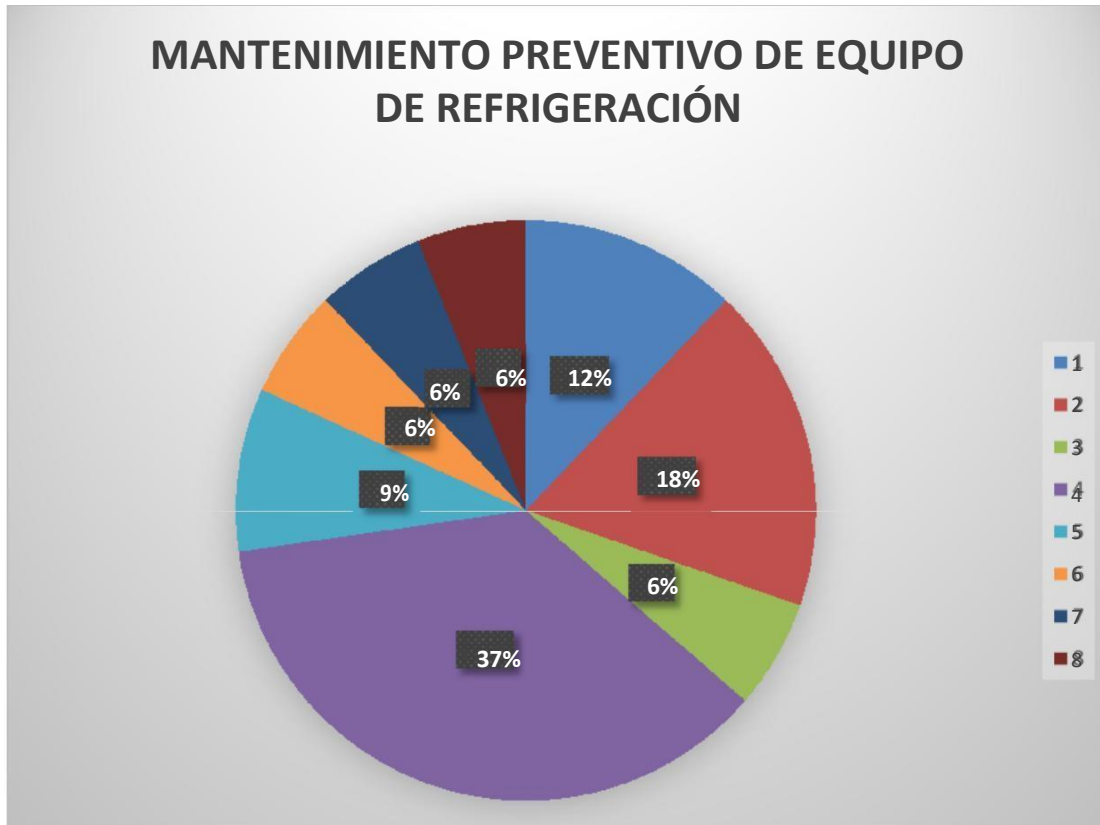


Figura n.º 29. Tiempo intervención de equipo de refrigeración por tipo de mantenimiento semestral

Tabla n.º 7. Tabla de actividades de equipo de refrigeración mantenimiento trimestral

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE EQUIPO DE REFRIGERACIÓN</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TIEMPO</b>
1	Limpieza del filtro de aire: Se realiza el lavado del elemento filtrante ya que este se encontrara con acumulación de polvo,	20
2	Inspección de componentes internos (faja, poleas, drenaje): Se verifica el estado y condición de los componentes, puesto como cuentan con un trabajo diario, estos pueden presentar desgaste.	30
3	Limpieza de equipo: Se realiza la limpieza externa de la estructura del equipo.	10
4	Limpieza de serpentín de unidad condensadora y unidad evaporadora: Se realiza el lavado con agua a presión de los serpentines para eliminar la acumulación de polvo que se encuentran impregnadas en los mismos ya que pudiera no intercambiar el calor de forma eficiente.	60
5	Revisión, lubricación de rodamientos o bocinas de motores eléctricos: Se realizara el desarmado del motor eléctrico y se procederá a verificar si presenta desgaste en puntos móviles, y se aplicara grasa o aceite donde requiera.	15
6	Registro de presión de trabajo: Con el apoyo de un manómetro se registrara los valores de la presión de trabajo tanto del lado de alta (descarga) y baja (succión) del sistema de aire acondicionado, para determinar si cuenta con fuga o no.	10
7	Megado de motores eléctricos: Se realizara el megado de los motores eléctricos de la unidad condensadora, evaporadora y motor compresor de acuerdo al nivel de tensión en la cual trabaja. Esta actividad es recomendada realizarla de forma anual para no dañar el aislamiento del bobinado del motor eléctrico.	15
8	Limpieza y ajuste de conexiones del sistema eléctrico: Se realiza la limpieza de cables, componentes eléctricos y ajuste de conexiones eléctricas, pernos, terminales eléctricos para evitar recalentamiento por falso contactos.	10
9	Regulación de temperatura: Se realizara la graduación del termostato a una temperatura promedio de 23 ° C.	10

Fuente: Elaboración Propia

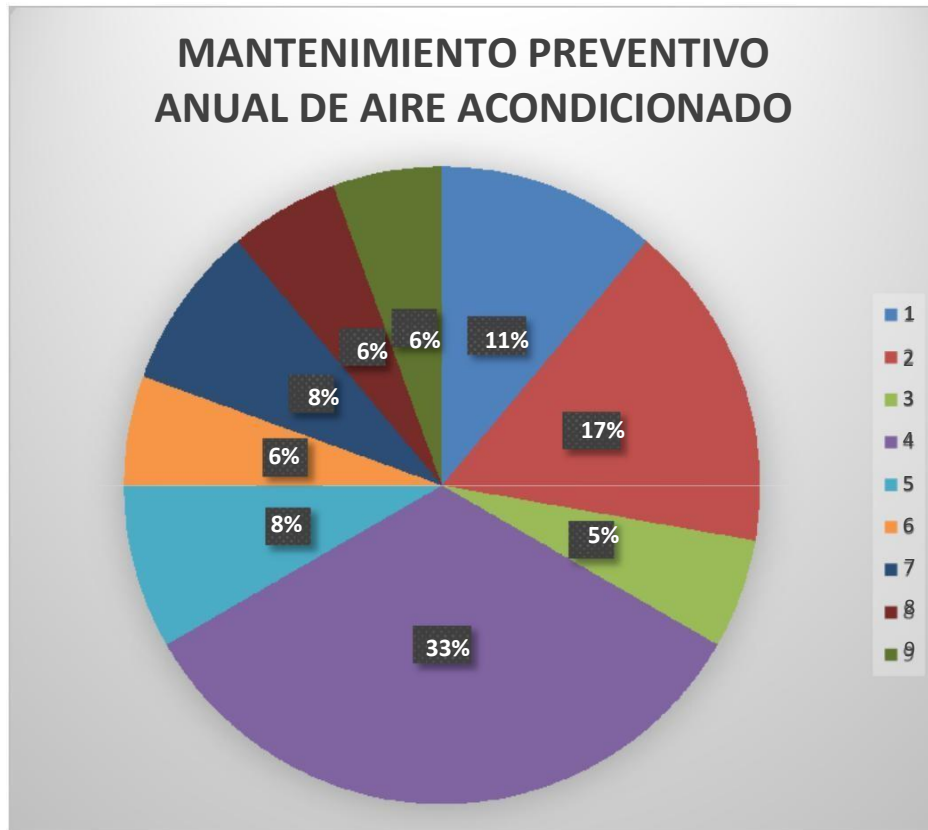


Figura n.º 30. Tiempo intervención de aire acondicionado por tipo de mantenimiento

Luego de evaluar cada tarea de las actividades del mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado, pasaremos a detallar de igual manera cada actividad del mantenimiento del equipo de ventilación forzada.

Tabla n.º 8. Tiempo intervención por tipos de mantenimiento preventivo

TIEMPO INTERVENCIÓN POR TIPO DE MANTENIMIENTO (Hrs.)				
TIPO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
<b>EXTRACTORES</b>	0.45	1.30	1.45	2.00
<b>VENTILADORES</b>	0.45	1.30	1.45	2.00
<b>CAMPANAS EXTRACTORAS</b>	N/A	N/A	2.00	2.30

Fuente: Elaboración Propio

Esta tabla nos indica el tiempo que demora en ejecutar el mantenimiento preventivo (mensual, trimestral, semestral, anual) de los diferentes tipos de equipo de ventilación forzada.

Al tiempo de intervención por tipo de mantenimiento debemos de adicionar aproximadamente 5 min por espera de permiso de trabajo y 5 minutos por tiempo de espera para el bloqueo del equipo (los que requieren)

Tabla n.º 9. Tabla de actividades de aire acondicionado mantenimiento mensual

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL DE EQUIPO DE VENTILACION FORZADA</b>		
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO</b>
1	Limpieza del equipo	30
2	Verificación de ruido anormal	15

Fuente: Elaboración Propia

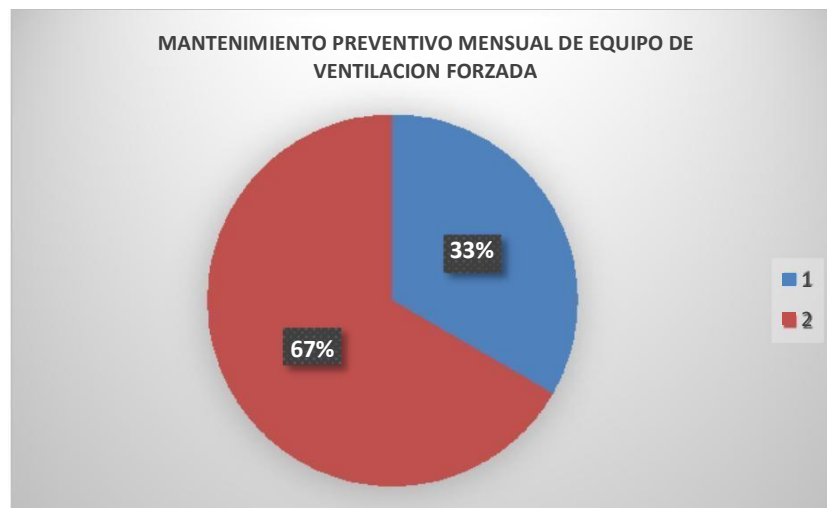


Figura n.º 31: Tiempo intervención de ventilación forzada por tipo de mantenimiento mensual

Tabla n.º 10. Tabla de actividades de aire acondicionado mantenimiento trimestral

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL DE EQUIPO DE VENTILACION FORZADA		
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO
1	Verificación de ruido anormal	15
2	Limpieza del equipo (limpieza de rejillas de aire, estructura, componentes externos, limpieza del filtro de aire)	30
3	Limpieza del equipo parte interna (ventiladores axial o centrifugo, poleas, filtro de aire)	10
4	Revisión de componentes mecánicos (poleas, fajas, chumaceras)	10
5	Ajuste de conexiones eléctricas del circuito de control y de fuerza)	5
6	Verificar estado de tensado de faja	5
7	Toma de parámetros eléctricos	5
8	Lubricación de chumaceras	10

Fuente: Elaboración Propia

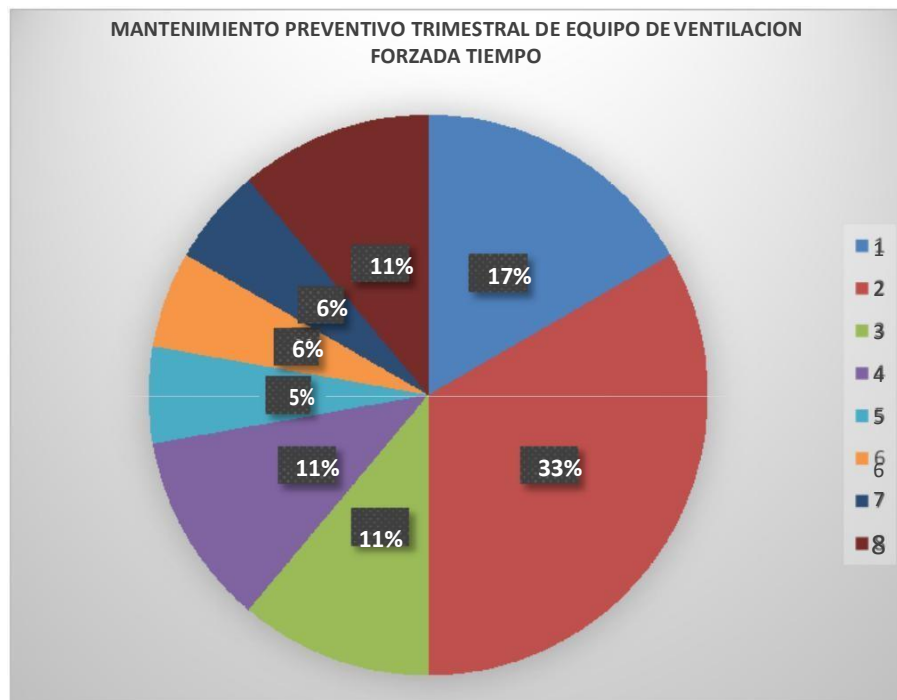


Figura n.º 32. Tiempo intervención de ventilación forzada por tipo de mantenimiento trimestral



Tabla n.º 11. Tabla de actividades de aire acondicionado mantenimiento semestral

MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMESTRAL DE EQUIPO DE VENTILACION FORZADA		
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO
1	Verificación de ruido anormal, en estructura o motor eléctrico	15
2	Limpeza del equipo (limpieza de rejillas de aire, estructura, componentes externos)	30
3	Limpeza del equipo parte interna (ventiladores axial ó centrífugo, poleas, filtro de aire)	10
4	Revisión de componentes mecánicos (poleas, fajas, chumaceras)	10
5	Ajuste de conexiones eléctricas del circuito de control y de fuerza)	5
6	Verificar estado de tensado de faja	5
7	Toma de parámetros eléctricos	5
8	Lubricación de chumaceras	10
9	Megado de motores eléctricos	15

Fuente: Elaboración Propia

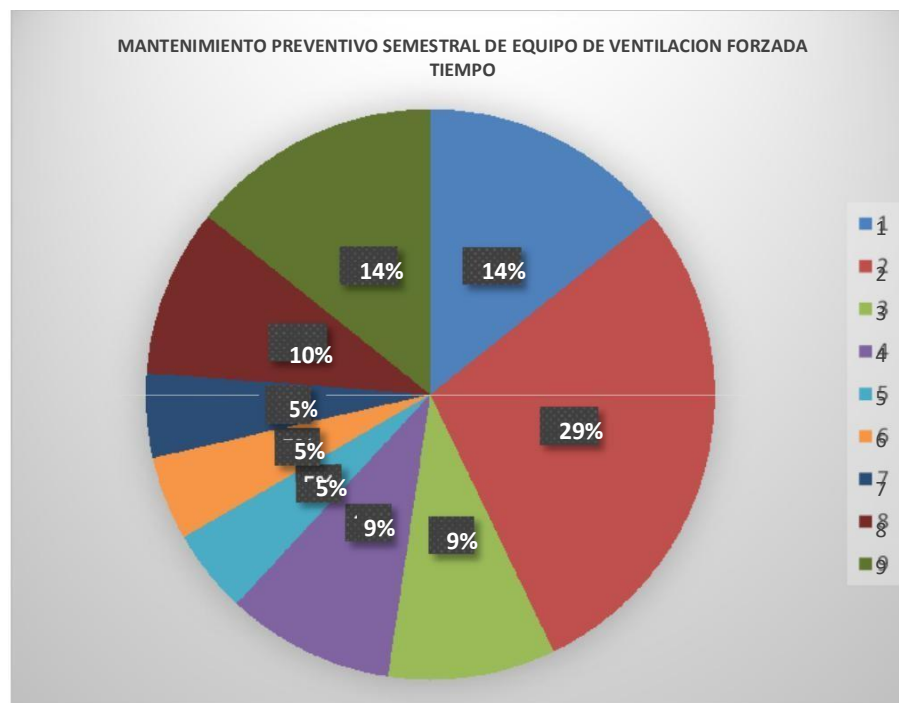


Figura n.º 33. Tiempo intervención de ventilación forzada por tipo de mantenimiento semestral

Tabla n.º 12. Tabla de actividades de aire acondicionado mantenimiento Anual

MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE EQUIPO DE VENTILACION FORZADA		
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO
1	Verificación de ruido anormal, en estructura o motor eléctrico	15
2	Limpeza del equipo (limpieza de rejillas de aire, estructura, componentes externos)	30
3	Limpeza del equipo parte interna (ventiladores axial ó centrifugo, poleas, filtros de aire)	10
4	Revisión de componentes mecánicos (poleas, fajas, chumaceras)	10
5	Ajuste de conexiones eléctricas del circuito de control y de fuerza)	5
6	Verificar estado de tensado de faja	5
7	Toma de parámetros eléctricos	5
8	Lubricación de chumaceras	10
9	Megado de motores eléctricos	15
10	Lavado de motor electico	15

Fuente: Elaboración Propia

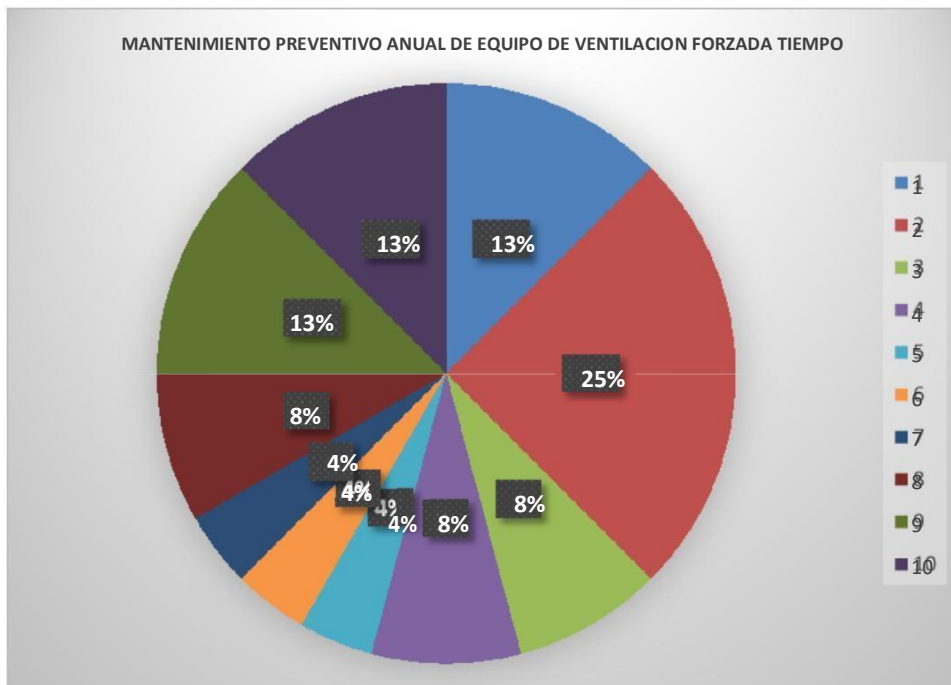


Figura n.º 34. Tiempo intervención de ventilación forzada por tipo de mantenimiento anual

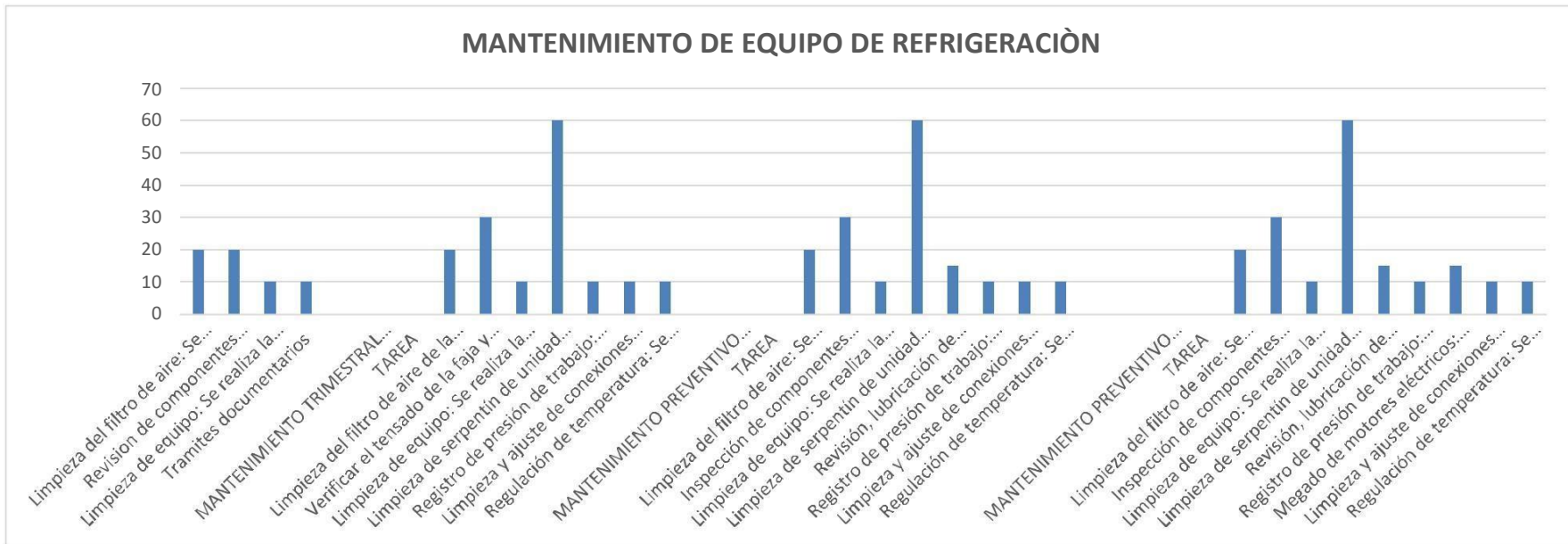


Figura n.º 35. Tiempo intervención por tipo de mantenimiento

En esta grafica podemos observar que contamos con actividades que demandan tiempo poder ejecutarlas, es ahí en esos puntos que debemos de optimizarlo

Tabla n.º 13. Historial de tiempos de ejecución de trabajos de mantenimiento preventivo en el último año

TIPO EQUIPO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
SPLIT DUCTO	20.00	20.00	50.00	20.00	20.00	55.00	20.00	20.00	50.00	20.00	20.00	60.00
MOCHILA PAQUETE DUCTO	5.00 22.50	13.75 9.00	5.00 9.00	5.00 22.50	13.50 9.00	5.00 9.00	5.00 27.00	15.00 9.00	5.00 9.00	5.00 22.50	10.50 9.00	5.00 9.00
SPLIT DECORATIVO	5.00	5.00	7.50	5.00	5.00	7.50	5.00	5.00	7.50	5.00	5.00	7.50
CAMARAS VENTANA	4.00 62.50	2.00 -	2.00 -	6.00 50.00	2.00 -	2.00 -	4.00 12.50	2.00 -	2.00 -	4.00 50.00	2.00 -	2.00 -
EXTRACTORES	25.50	59.50	25.50	25.50	51.00	25.50	25.50	68.00	25.50	25.50	51.00	25.50
VENTILADORES	21.00	10.50	10.50	21.00	10.50	10.50	21.00	10.50	10.50	21.00	10.50	10.50
CAMPANAS				-	-	16.00	-	-	-	-	-	20.00
EXTRACTORAS	-	-	-									
Total horas (mes)	165.50	119.75	109.50	155.00	111.00	130.50	120.00	129.50	109.50	153.00	108.00	139.50

Esta tabla nos indica la cantidad de equipos que se han intervenido de forma mensual en un periodo de un año, con mantenimiento preventivo programado

De un total de 192 horas mensuales como promedio, aproximadamente 129 horas utilizamos para poder realizar el mantenimiento preventivo programado, quedándonos aproximadamente 63 horas para poder realizar actividades de mantenimiento correctivo, ya que también debemos de emplear tiempo para poder realizar charlas y contractualmente debemos utilizar 20% del total de horas para poder realizarla, y nuestro objetivo es poder reducir el tiempo de ejecución del mantenimiento preventivo.

### 3.2. Desarrollo el Objetivo 2

#### **Implementar las técnicas de mantenimiento predictivo en los procesos de trabajo actuales en mantenimiento de equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C.**

Para iniciar con la implementación del mantenimiento predictivo de análisis termografico y poder evaluar la condición de cómo se encuentra el equipo de HVAC, debemos contar con una tabla que nos indique el valor en la que se encuentra el refrigerante en la unidad evaporadora y en la unidad condensadora como en los componentes del sistema. Los valores se encuentran en el ANEXO n. °4. Este valor nos indicará si el sistema de refrigeración se mantiene o se está incrementando, de ser así, se programará un mantenimiento en la cual no indique que parte del sistema requiere lavado, ya sea la unidad condensadora o la unidad evaporadora, también nos indicara si el sistema presenta alguna fuga de aire o se encuentra hermético.

Para poder realizar el mantenimiento predictivo por análisis vibracional, debemos de contar con una tabla para poder evaluar la evolución de la frecuencia de vibración del motor eléctrico, los valores se encuentran en el ANEXO n.° 5. Valores de Vibraciones según ISO 10816, la cual nos indica los valores en la que se deben mantenerse al momento de realizar la medición de vibración.

Estos valores se tomaran de forma horizontal, vertical y radial en los puntos de soporte del motor, más cercano a los rodamientos y podrían incrementarse debido al desgaste de la faja, al desgaste de la polea, al desgaste de los rodamientos, o como nos indica la tabla, la base del motor está perdiendo rigidez.

### 3.3. Desarrollo el Objetivo 3

Aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo de trabajo actuales en mantenimiento de equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C.

Se registra los valores de la temperatura tanto en la línea de alta y la línea de baja presión del sistema de refrigeración según la tabla en la cual se encuentra en ANEXO n.° 4.

Como primera etapa, según el tipo de mantenimiento, trimestral, semestral o anual en la cual incluye el desarme parcial y total del equipo de HVAC, se iniciara con el análisis termografico del sistema de refrigeración y el análisis vibracional de los motores eléctricos para evaluar si es necesario el lavado del sistema de refrigeración o si es necesario desarmar la parte mecánica.

#### **TERMOGRAFÍA**

La contaminación del serpentín de la unidad condensadora, unidad evaporadora y componentes internos podrían iniciar con el mal funcionamiento del sistema HVAC, para esto debemos mantener

registrado los valores de temperatura y poder evaluar si se mantiene o si hay algún incremento de temperatura en el sistema de refrigeración.

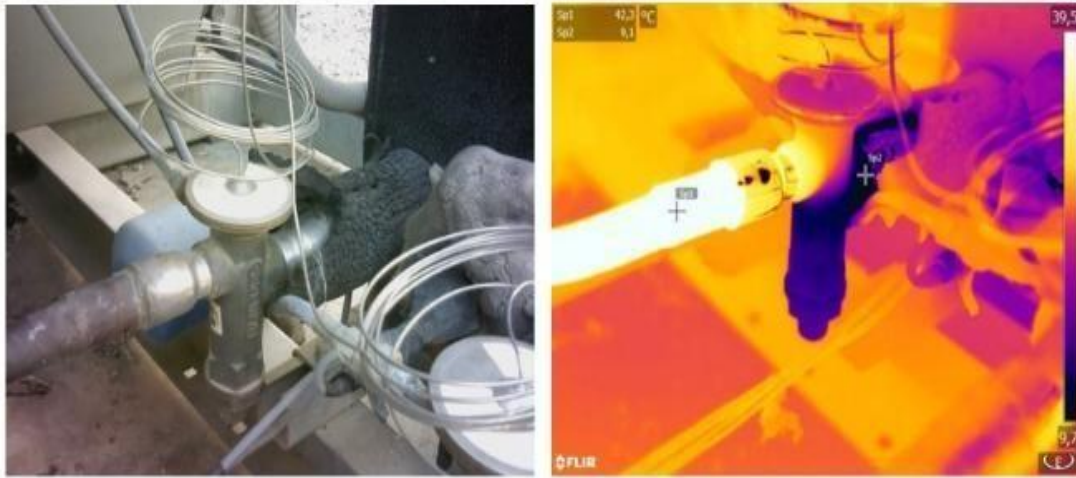


Figura n.º 36. V.E.T con cámara termográfica



Figura n.º 37. Imagen de Compresor con cámara termográfica



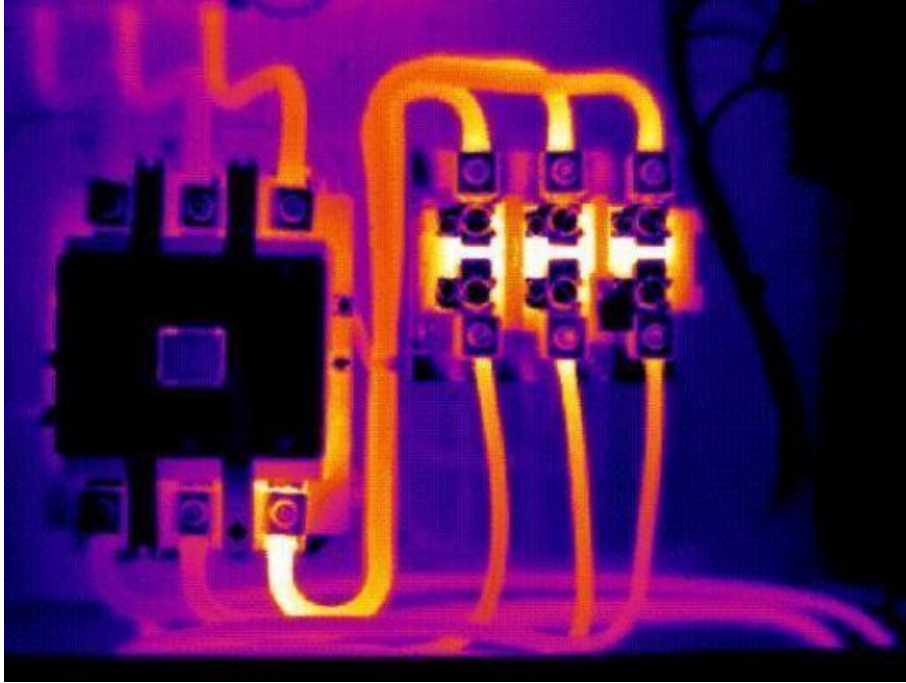


Figura n.º 38. Aplicado a las conexiones eléctricas del circuito de control y de fuerza

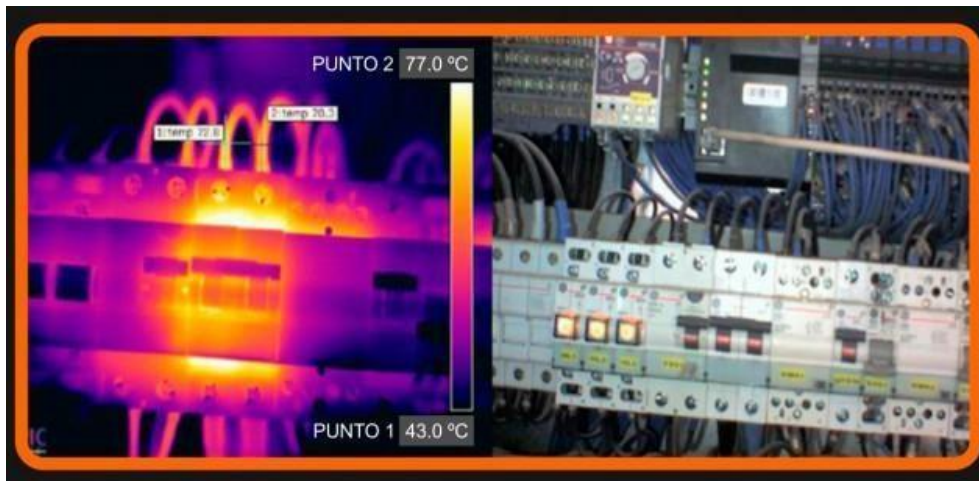


Figura n.º 39. Sistema eléctrico con cámara termográfica





Figura n.º 40. Termografía aplicado a motores eléctricos

Se registrará los valores del análisis por vibraciones de los motores eléctricos en donde por norma se evaluará la condición y no debe incrementarse de forma acelerada los valores de la frecuencia en la cual se registra, valores se encuentran en el anexo 5.



Figura n.º 41. ANALISIS DE VIBRACION



Figura n.º 42. Analizador de Vibraciones Tipo Lapicero

### 3.4. Desarrollo el Objetivo 4

Evaluar los resultados de la implementación de las técnicas de mantenimiento predictivo para la optimización de tiempos ejecución de los técnicos de mantenimiento de equipos HVAC en equipos HVAC en la empresa Wood Proyectos S.A.C.

Tiempos de duración de la intervención del mantenimiento preventivo programado de equipos de ventilación y de aire acondicionado antes de la implementación. En el anexo n. º11. Se detalla el DAP del mantenimiento preventivo anual del equipo HVAC.

Tabla n.º 14. Tiempo de duración del mantenimiento de equipos de ventilación antes de la implementación

EQUIPOS DE VENTILACION/EXTRACCION				
TIPO	MENSUAL	TRIMESTAL	SEMESTRAL	ANUAL
EXTRACTORES	0.75	1.50	1.75	2.00
VENTILADORES	0.75	1.50	1.75	2.00
CAMPANAS EXTRACTORAS	N/A	N/A	2.00	2.50

Fuente: Elaboración Propia.

Esta tabla nos indica cómo se encuentran los tiempos al momento durante la ejecución del mantenimiento preventivo de equipos de ventilación

Tabla n.º 15. Tabla de duración del mantenimiento de equipos de aire acondicionado antes de la implementación

<b>EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO</b>				
<b>TIPO</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
SPLIT DUCTO	1.00	2.50	2.75	3.00
MOCHILA	1.00	2.50	2.75	3.00
PAQUETE DUCTO	1.00	1.50	2.75	3.00
SPLIT DECORATIVO	0.50	1.50	2.00	2.50
CAMARAS	1.00	2.00	2.75	3.00
VENTANA	N/A	0.50	2.00	2.50

Esta tabla nos indica cómo se encuentran los tiempos al momento durante la ejecución del mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado.

Tiempos de duración de la intervención del mantenimiento preventivo programado de equipos de ventilación y de aire acondicionado después de la implementación.

Tabla n.º 16. Tabla de duración del mantenimiento de equipos de aire acondicionado después de la implementación

<b>EQUIPOS DE VENTILACION/EXTRACCCION</b>				
<b>TIPO</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
EXTRACTORES	0.50	1.00	1.25	1.50
VENTILADORES	0.50	1.00	1.25	1.50
CAMPANAS EXTRACTORAS	N/A	N/A	1.50	2.00

Podemos observar una reducción de tiempo en la duración del mantenimiento preventivo de equipos de ventilación.

Tabla n.º 17. Tabla de duración del mantenimiento de equipos de aire acondicionado después de la implementación

<b>EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO</b>				
<b>TIPO</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>TRIMESTRAL</b>	<b>SEMESTRAL</b>	<b>ANUAL</b>
SPLIT DUCTO	0.50	2.00	2.25	2.50
MOCHILA	0.50	2.00	2.25	2.50
PAQUETE DUCTO	0.50	1.50	2.25	2.50
SPLIT DECORATIVO	0.25	1.50	1.50	2.00
CAMARAS	0.50	1.50	2.25	2.50
VENTANA	N/A	0.25	1.50	2.00

Podemos observar una reducción de tiempo en la duración del mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado.

En el anexo n.º 12. podemos ver el DAP del mantenimiento preventivo anual propuesto del sistema HVAC.



Tabla n.º 18. Tabla de duración del mantenimiento de equipos HVAC mensual luego de la implementación

TIPO EQUIPO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES5	MES6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
SPLIT DUCTO	10.00	10.00	40.00	50.00	10.00	45.00	10.00	10.00	40.00	10.00	10.00	10.00
MOCHILA PAQUETE	2.50	11.25	2.50	2.50	10.00	2.50	2.50	2.50	2.50	12.50	10.00	2.50
DUCTO SPLIT	11.25	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	22.50	4.50	4.50	4.50	4.50
DECORATIVO	2.50	2.50	15.00	20.00	2.50	15.00	2.50	2.50	15.00	2.50	2.50	2.50
CAMARAS	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.50	3.00	1.00	1.00	1.00	5.00
VENTANA	40.00	-	-	-	-	-	5.00	30.00	-	-	-	5.00
EXTRACTORES	17.00	42.50	17.00	17.00	34.00	17.00	17.00	17.00	17.00	51.00	34.00	17.00
VENTILADORES	14.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	14.00	21.00	7.00	7.00	7.00	17.50
CAMPANAS	-	-	-	16.00	-	12.00	-	-	-	-	-	-
Total horas (mes)	100.25	78.75	87.00	118.00	69.00	104.00	60.00	108.50	87.00	88.50	69.00	64.00

Esta tabla nos indica la cantidad de horas necesarias para poder realizar las actividades de mantenimiento preventivo programado a lo largo de un año indicándolos de forma mensual

Según la tabla numero 13 necesitaríamos un promedio de 129 horas de ejecución directa al equipo HVAC, y al implementar las técnicas de mantenimiento predictivo podríamos cumplirla en un promedio de 90 horas.

La cantidad de horas de forma mensual es un promedio de 192 horas, y al implementar las técnicas de mantenimiento predictivo, contaríamos con 102 horas aproximadamente para poder llegar a ejecutar mantenimiento correctivo, entre otras actividades como proyectos de mantenimiento de estructuras.

Luego de evaluar las horas de intervención analizaríamos los costos de consumibles, estos nos sirven para poder cumplir de forma eficiente nuestras actividades de mantenimiento preventivo.

En la tabla siguiente detallamos los materiales

Tabla n.º 19. Materiales que se utilizan de forma mensual para trabajos de mantenimiento preventivo

CONSUMIBLES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
CANTIDAD	Unidad	DESCRIPCION	PRECIO UN.	TOTAL
20	un.	WYPALL	35	700
10	un	ACEITE 3 EN 1	7	70
10	un	SPRAY PENETRANTE	25	250
3	pqt.	BOLSAS	60	180
10	un	LIMPIADOR DE CONTACTOS ELECTRICOS	30	300
5	un	BANIZ DIELECTRICO	35	175
5	un	CINTA AISLANTE	15	75
10	pqt.	AMARRACABLE	15	150
20	un	FAJAS PARA A-AC	30	600
15	un	FAJAS PARA EXTRACTOR DE AIRE	45	675
5	un	FAJA PARA CAMPANA EXTRACTORA	40	200
15	un	FAJA PARA EQUIPO DE VENTILACION	40	600
20	m3	AGUA	50	1000
10	un	SILICONA	25	250
5	un	GRASA ALVANIA	20	100
Total				5325

De forma mensual nuestro gastos directos del mantenimiento preventivo son de 5,325.00 soles, y de forma anual es de 63.900.00 soles

Luego de realizar la implementación, hay ciertas actividades que se realizaran bajo la condición del mantenimiento predictivo, como por ejemplo la de los lavados del serpentín, puesto que no se realizaran de forma trimestral, esto pasara de forma semestral y por condición.

Nuestros gastos directos de materiales, se especifican en la tabla siguiente:

Tabla n.º 20. Materiales que se utilizan de forma mensual para trabajos de mantenimiento preventivo

C NSUMIBLES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
CANTIDAD	Unidad	DESCRIPCION	PRECIO UN.	TOTAL
10	un.	WYPALL	35	350
5	un	ACEITE 3 EN 1	7	35
6	un	SPRAY PENETRANTE	25	150
1	pqt.	BOLSAS	60	60
5	un	LIMPIADOR DE CONTACTOS ELECTRICOS	30	150
3	un	BANIZ DIELECTRICO	35	105
4	un	CINTA AISLANTE	15	60
5	pqt.	AMARRACABLE	15	75
15	un	FAJAS PARA A-AC	30	450
10	un	FAJAS PARA EXTRACTOR DE AIRE	45	450
3	un	FAJA PARA CAMPANA EXTRACTORA	40	120
10	un	FAJA PARA EQUIPO DE VENTILACION	40	400
10	m3	AGUA	50	500
5	un	SILICONA	25	125
3	un	GRASA ALVANIA	20	60
Total				3090

De forma mensual nuestro gastos directos del mantenimiento preventivo son de 3.090.00 soles, y de forma anual es de 37.080.00 soles

Este ahorro en el primer año se invertirá en las capacitaciones para el uso de los instrumentos de mantenimiento predictivo, como son trabajos con cámaras termografías y el uso del vibro pen

En la tabla siguiente se muestran los valores de los costos para implementar estos instrumentos



Tabla n.º 21. Requerimientos para implementar mantenimiento predictivo

GASTOS DE IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	
CAPACITACION PERSONAL	5 000
TERMOMETRO INFRARROJO C/IMAGEN, -25/380°C,24:1, 2 LASER FLIR-TG165	2 008
Analizador de la condición de la máquina SKF CMAS 100-SL	5 654
Total	12 662

## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

### **4.1. RESULTADOS**

#### **4.1.1. Resultados 1**

En la evaluación de tiempos, que inicialmente se ha realizado, hemos visto que contamos con actividades tanto en el mantenimiento preventivo de equipos de refrigeración y de equipos de ventilación que demandan mucho tiempo, esto genera que otras actividades no se lleguen a cumplir, como por ejemplo los de mantenimiento correctivo

Hemos visualizado que en las actividades de mantenimiento preventivo trimestral, semestral y anual, se realiza el lavado del serpentín, esta actividad implica mayor tiempo según la Tabla n.º 5, Tabla n.º 6 y Tabla n.º 7, cuenta con un tiempo de 60 minutos.

Además en las actividades de mantenimiento preventivo de equipo de ventilación forzada, la realizamos de forma mensual, hemos identificado que hay actividades que pueden tomar menor tiempo que lo que actualmente se requiere.

#### **4.1.2. Resultados 2**

Además en nuestras actividades de mantenimiento preventivo trimestral, semestral y anual, realizamos actividades de registro de presión, es decir que utilizamos nuestra herramienta, el manómetro de refrigeración, con ayuda de la manguera lo conectamos a la línea de alta y baja presión del sistema de refrigeración con el fin de obtener la presión en la que se encuentra trabajando el equipo, proponemos instalar manómetros fijos en cada uno de los equipos de aire acondicionado para reducir los 10 minutos, tal como lo indica la tabla n.º 5, Tabla n.º 6 y Tabla n.º 7.

### 4.1.3. Resultados 3

Las actividades de mantenimiento predictivo para los sistemas de refrigeración como la termografía y el análisis por vibraciones nos muestra la condición en la que se encuentra trabajando el equipo de refrigeración, tanto eléctricamente conexiones eléctricas y como sistema de refrigeración, detallándonos como se encuentra el refrigerante en la unidad condensadora, unidad evaporadora, y también el desgaste que puede estar presentando los componentes mecánicos de motor eléctrico. La representación de los componentes a aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo se pueden visualizar en las siguientes imágenes: imagen n.º 39., imagen n.º 40., imagen n.º 41., imagen n.º 42., imagen n.º 43., imagen n.º 44.

#### **4.1.4. Resultado 4**

Al implementar las técnicas de mantenimiento predictivo hemos obtenido dos resultados

Reducción de horas hombre al ejecutar los mantenimientos preventivos.

Inicialmente nuestro promedio de horas hombre durante el mes eran de 129 horas y al implementar las técnicas de mantenimiento predictivo, estaríamos invirtiendo un promedio de 90 horas de forma mensual para la ejecución de las actividades.

Adicionalmente se logra la optimización de materiales consumibles, durante la ejecución del mantenimiento preventivo convencional, inicialmente era de 5,325.00 soles detallados en la tabla n° 19 y al implementar las técnicas de mantenimiento predictivo estaríamos teniendo un gasto de 3,090.00 soles detallados en la tabla n.° 20.

Al implementar técnicas de mantenimiento predictivo, estaríamos generando un ahorro para nuestro cliente de 26.820.00 soles.

#### **4.1.5. Resultado 5**

En general podemos obtener como resultado, que al implementar las técnicas de mantenimiento predictivo, tendríamos beneficios, tanto para los técnicos ya que ellos serán capacitados en técnicas de mantenimiento de clase mundial.

Para nuestra empresa, ya que seremos reconocidos como socio estratégico al tener como principal objetivo el ahorro de gastos de nuestros clientes.

Podemos realizar actividades de mantenimiento correctivo de equipos HVAC con los tiempos que hemos reducido del mantenimiento convencional.

Con el ahorro del primer años de 26, 820.00 soles, estaríamos invirtiendo 12, 662.00 soles en la implementación de los instrumentos de medición, dejando como una utilidad en el primer año de 14, 158.00 Soles

Basándonos en esto resultados de tiempo y costos, indicamos que este valor si es rentable.

## **4.2. CONCLUSIONES**

### **4.2.1. Conclusión 1**

Damos como conclusión al primer objetivo que actualmente nos encontramos realizando actividades durante el mantenimiento preventivo que pueden ser de forma bimensual o por condición según el valor que se encuentre al momento de utilizar el análisis termográfico y el análisis por vibraciones.

#### **4.2.2. Conclusión 2**

Podemos mantener los valores de temperatura y de la frecuencia de vibración del equipo de HVAC e identificar si el sistema presenta alguna anomalía en su funcionamiento para detectar problemas cuando este recién se esté iniciando al obtener algún incremento en sus valores. Los valores entrados, podemos contrastarlo con las tablas del anexo n. °4. y anexo n. °5.

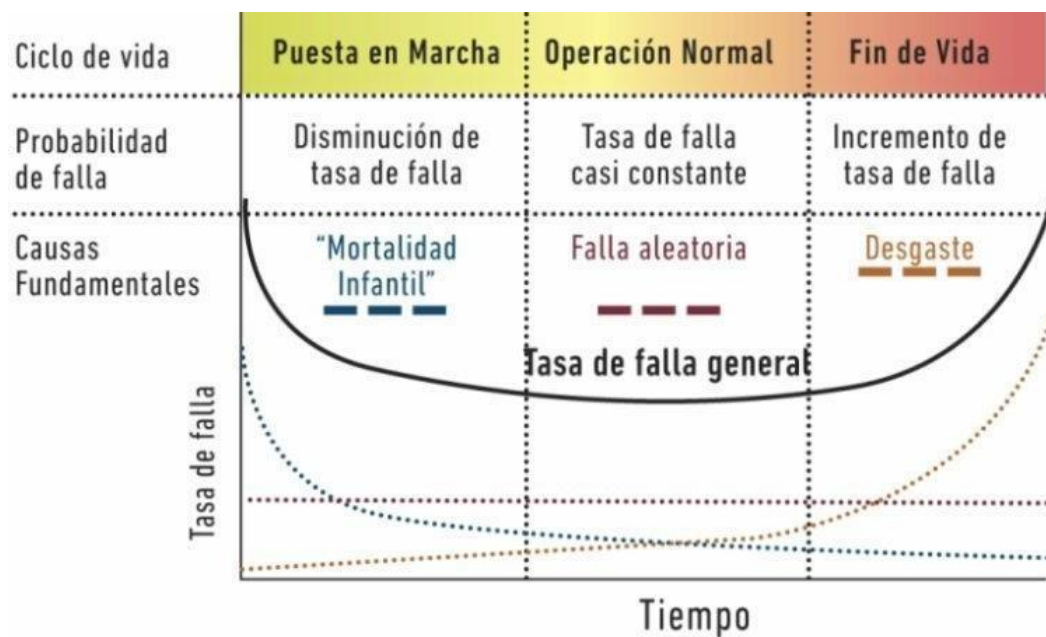


### 4.2.3. Conclusión 3

Como parte principal de implementar las técnicas de mantenimiento predictivo el análisis por vibraciones y el análisis por termografía nos indicaran como se encuentra la condición en tiempo real los componentes principales de cada equipo de aire acondicionado.

El técnico brindara una información más técnica de cómo se encuentra el equipo de aire acondicionado, y detectar los problemas desde su inicio, como también dar el mayor uso del material que esta por desgastarse.

La disponibilidad de los equipos se incrementara en un 50% ya que la actividad del mantenimiento preventivo será de menor tiempo.



#### **4.2.4. Conclusión 4**

Es rentable aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo, en relación a los consumibles que se utilizan durante los mantenimientos de equipos HVAC

Anualmente tenemos un gasto de 63.900.00 soles y al implementar esta técnicas tendríamos un gasto de 37.080.00 es decir un ahorro de casi el 50% de ahorro económico.

Además de tener una disponibilidad del técnico de mantenimiento de 69% de disponibilidad para ejecutar mantenimiento correctivo que se presenten.

#### **4.2.5. Conclusión 5**

En general, podemos concluir que las técnicas de mantenimiento predictivo como el análisis por vibraciones y el análisis por termografía de los componentes internos y externos del equipo, implementadas en un mantenimiento preventivo tradicional, incrementa la productividad del técnico en la ejecución de sus actividades.

Se ha conseguido con el ahorro del primer año de 26, 820.00 soles, y una inversión de 12, 662.00 soles en la implementación de los instrumentos de medición, dejando como una utilidad en el primer año de 14, 158.00 Soles.

El monto que podemos ahorrar a nuestros clientes nos posicionará como un socio estratégico para futuros contratos con diversas empresas del sector.

Además de como empresa seguir creciendo y entrar poco a poco en el rubro industrial, puesto que estas técnicas de mantenimiento predictivo como la de análisis por termografía y la de análisis vibracional son de clase mundial.

### 4.3. RECOMENDACIONES

1. Cabe resaltar que implementación de técnicas de mantenimiento predictivo, como la termografía y el análisis de vibraciones, puede variar en base al tipo de refrigerante que utiliza el equipo de refrigeración y el tipo de motor eléctrico, puesto que cada refrigerante tiene sus propios rangos de temperatura de trabajo, y los resultados del análisis de vibraciones varía mientras las potencia, la velocidad varían, se obtendrán valores diferentes.
2. Mejorar los siguientes formatos del mantenimiento preventivo, ya que sus actividades pueden variar con el tipo de equipo de aire acondicionado al que se le implemente el mantenimiento predictivo.
3. A los profesionales que se encuentran realizando actividades de mantenimiento preventivo y deseen realizar mantenimientos predictivos, deberán contar con una certificación sobre las técnicas que se estén implementando con el fin de contar con técnicos no solo ejecutores sino analizadores, y evaluar en mejor condición la operatividad del equipo HVAC.
4. Se deberá establecer los equipos críticos y no críticos, y realizar un cuadro de criticidad de equipos de HVAC, para poder brindar no solo un seguimiento especial, sino que se deberá contar con sus repuestos requeridos en caso que uno de ellos falle, y no perder la disponibilidad del equipo HVAC.

5. Contar con una planificación adecuada de los tiempos para poder realizar el mantenimiento correctivo de los equipos HVAC.
  
6. Se recomienda la instalación de un manometro fijo para la línea de alta y la línea de baja del sistema de refrigeración.
  
7. Se recomienda la instalacion de filtros de aire como medida de protección para el serpentín de la unidad condensadora, por encontrarse expuesto.

## REFERENCIAS

- Albino, P. (2017) *“Mejora de procesos para la reducción de fallas en el mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa de servicios ESALB GROUP SAC 2017”* (Tesis de titulación), Universidad Privada del Norte Lima - Perú.
- Espejo, V. (2014) *“Propuesta de mejora del plan de mantenimiento predictivo de los equipos críticos del proceso Productivo para reducir la criticidad en la empresa COPEINCA SAC”* (Tesis de titulación), Universidad Privada del Norte Trujillo - Perú.
- Herrera. O. (2011) *“Diseño de plan de mantenimiento predictivo en los equipos rotativos y eléctricos de las plantas de DOW QUIMICA Y AMERICAS STYRENICS EN CARTAGENA”* (Tesis de titulación), Universidad Tecnología de Bolívar. Cartagena-Colombia.
- Jácome A., Bohórquez. A (2015) *“Análisis de los procesos de mantenimiento predictivo y su Influencia en la operatividad continua del sistema de parqueo en la unidad académica ciencias de la ingeniería”* (Tesis de titulación), Universidad de Milagro. Milagro-Ecuador
- Madrid, C. (2014) *“Bases para la implementación de un plan de mantenimiento predictivo en los equipos críticos de la planta quesera PROLESUR LOS LAGOS”* (Tesis de titulación), Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile.
- Rojas, L. (2016) *“Mantenimiento predictivo en el área de procesamiento del mineral para incrementar la rentabilidad de una compañía minera”* (Tesis de titulación), Universidad Privada del Norte Trujillo - Perú.

García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento* (2010). Albasanz Madrid: Días

Santos.

Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=PUovBdLi-oMC&printsec=frontcover&dq=MANTENIMIENTO&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjNz-4yebAhVRG6wKHcWYCr0Q6AEILDAB#v=onepage&q=MANTENIMIENTO&f=true>

Gómez, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*). Murcia: Universidad de Murcia, servicio de publicaciones.

Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=bOrFC3532MEC&printsec=frontcover&dq=gomez+mantenimiento&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjdx-7O0OnbAhUOPa0KHfziArAQ6AEIJzAA#v=onepage&q=gomez%20mantenimiento&f=false>

González, F. (1998). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid.

ARTEGRAF Recuperado de:

[https://books.google.com.pe/books?id=OzwXOAKv\\_QAC&pg=PA29&dq=evolucion+del+mantenimiento&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiL2tDDpObbAhUCuVkkKHY3xCZ8Q6AEIKzAB#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=OzwXOAKv_QAC&pg=PA29&dq=evolucion+del+mantenimiento&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiL2tDDpObbAhUCuVkkKHY3xCZ8Q6AEIKzAB#v=onepage&q&f=false)

Rey, F. (2001). *Manual del mantenimiento integral de la empresa*. Madrid: Fundacion Confemetal

Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=zyYz3HkcdXoC&pg=PR3&dq=introduccion+mantenimiento+predictivo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjYraqj1enbAhUDYKwKHdxYCYqQ6AEILzAB#v=onepage&q=introduccion%20mantenimiento%20predictivo&f=false>

Franco, J. (2006). *Manual de refrigeración*. Barcelona España: Reverté

Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=F7-dmrTI0TAC&printsec=frontcover&dq=franco+2006+compresor&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwkvqaPhurbAhVMXq0KHePDBKkQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>

Wirz, D. (2008). *Refrigeración comercial para técnicos de aire acondicionado*. Móstoles- Madrid: Top printer plus

Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=xDW6YzX4kacC&pg=PA36&dq=Los+condensadores+son+la+imagen+espejo+de+los+evaporadores.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjMrsagkOrbAhVLL6wKHY3TC6cQ6AEIJzAA#v=onepage&q=Los%20condensadores%20son%20la%20imagen%20espejo%20de%20los%20evaporadores.&f=false>

Franco, J. (2006). *Manual de refrigeración*. Barcelona España: Reverté

Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=F7-dmrTI0TAC&printsec=frontcover&dq=franco+2006+compresor&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwkvqaPhurbAhVMXq0KHePDBKkQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>

Cañada, Mar; Royo, R. (2016). *Termografía infrarroja nivel II, ensayos no destructivos*. Príncipe de Vergara-Madrid: FC Editorial Recuperado de:

[https://books.google.com.pe/books?id=pdB7DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=termografia&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj\\_4-qhtPvbAhXMuFkKHR2qBQkQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=pdB7DQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=termografia&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj_4-qhtPvbAhXMuFkKHR2qBQkQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false)

Fernández, M., García, M., Alonso, G., Cano, J., Solares, J. (1998) “*Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas*. Barcelona, marcombo Boixareu, España

<https://books.google.com.pe/books?id=X3p4bZfoqgEC&pg=PA14&dq=ventajas+del+mantenimiento+predictivo&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjTwbeQodTcAhVFi1kKHRTQAk8Q6AEIJzAA#v=onepage&q=ventajas%20del%20mantenimiento%20predictivo&f=true>

Alfonso Jiménez Ruiz (2015), *Instalaciones de Ventilación y Extracción* España, Elearning España.



<https://books.google.com.pe/books?id=gmNWDwAAQBAJ&pg=PA334&dq=EQUIPOS+DE+VENTILACION+Y+EXTRACCION+DE+AIRE&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjyoc6i8tTcAhXkxIkKHfeODVcQ6AEINTAD#v=onepage&q=EQUIPOS%20DE%20VENTILACION%20Y%20EXTRACCION%20DE%20AIRE&f=false>

## ANEXOS

Anexo N.º 1. Cotización de Compra de Instrumentos.....	88
Anexo N.º 2. Características de la cámara Termográfica.....	89
Anexo N.º 3. Características de Analizador de Vibraciones.....	90
Anexo N.º 4. Tabla presión temperatura de refrigerante.....	91
Anexo N.º 5. Valores de Vibraciones según ISO 10816.....	91
Anexo N.º 6. Formato de Mantenimiento Correctivo de equipos HVAC.....	92
Anexo N.º 7. Relación de equipos Aire Acondicionado Codificados Formato de mantenimiento Correctivo de equipos HVAC.....	93
Anexo N.º 8. Relación de Equipos de Ventilación Forzada Codificados.....	97
Anexo N.º 9. Registro de reporte diario de actividades.....	103
Anexo N.º 10 Procedimiento de mantenimiento preventivo semestral/Anual de equipo de aire Acondicionado Actual.....	104
Anexo N.º 11. DAP Mantenimiento preventivo semestral/Anual de equipo de aire Acondicionado actual.....	119
Anexo N.º 12. DAP de mantenimiento predictivo de equipo de aire Acondicionado propuesto.....	120

Anexo n.º 1. Cotización de Compra de Instrumentos



IMPORTADORES MAYORISTAS DE MATERIALES ELECTRICOS Y DE  
ILUMINACION PARA USO INDUSTRIAL, CIVIL, MINERO Y NAVAL

**PROMOTORES ELECTRICOS S.A.**

**RUC : 20100084172**

Visita Nuestra Pagina Web [www.promelsa.com.pe](http://www.promelsa.com.pe)  
Av. Nicolás Arriola 885 - Sta. Catalina - Lima 13 Perú

Teléfonos : Ventas 712-5555 Central 712-5500 Fax Central 473-6650 Fax Arriola 471-0641  
E-mail: [promotores@promelsa.com.pe](mailto:promotores@promelsa.com.pe)

**PROFORMA DE VENTA**

NRO : 001-00602532

Página 1 de 1

SEÑORES : JUAN FLORES TACAS

RUC : 10044550365

E-MAIL :

ATENCION : SR

FAX :

TELEFONO : 454578

NRO RFQUIIS : CORRFO

MONEDA : DOLARES AMERICANOS

FEC.EMISION : 02/08/2018

VENDEDOR : 503104 - YAMOCA RONCEROS, ERICK

NEXTEL : CORREO : [eyamoca@promelsa.com.pe](mailto:eyamoca@promelsa.com.pe)

COND. VENTA : CONTADO CASH

VALIDEZ : 10 DIAS

SOPORTE DE VENTAS:

NEXTEL : CORREO :

Item No	Código	Cantidad	Und.	Descripción	Modelo	Marca	Prec. Lista Unit	Dcto 1	Dcto 2	V. Venta. Unitario	Neto sin IGV	Perc	Fise
001	1006579	1.00	UN	TERMOMETRO INFRARROJO C/IMAGEN, -25/380°C,24:1, 2 LASER	TG165	FLIR	614.46	20.00	10.00	442.4112	442.41	0.00	.00
002	1016989	1.00	LIN	VIRROMFTRO DIGIT 200M/S2, 200MM/S,2MM.MEMORY 2G SD CARD	SDI 800	EXTFCH	1,730.00	24.00	5.00	1,249.0600	1,249.06	0.00	.00

Incorporado al Regimen de Agentes de Retención de IGV (r.s. 037-2002)

Monto Referencial .00 Total a pagar: 1,995.93

Total Bruto	Descuentos	Total Neto	Flete	Embalaje	I.G.V.	Total	Percepc.	Fise	Total Cotización
2,344.46	652.99	1,691.47	0.00	0.00	304.46	1,995.93	0.00	.00	U.S.\$ 1,995.93

OBSERVACION:

Nota: Stock disponible salvo venta previa

"EL CLIENTE AL REALIZAR LA COMPRA DE LOS ITEMS DETALLADOS EN LA PRESENTE PROFORMA ACEPTA LAS CONDICIONES GENERALES DE CONTRATACIÓN COMPROVENTA DE BIEN COMERCIAL QUE SE ADJUNTAN"

## Anexo n.º 2. Características de la cámara Termográfica



### FLIR TG165/TG167

Cámara termográfica puntual de infrarrojos

Las cámaras termográficas puntuales TG165 / TG167 ocupan el hueco que exista en el mercado entre los termómetros de punto infrarrojos y las cámaras térmicas de FLIR. Equipadas con el microsensar térmico Lepton® exclusivo de FLIR, las TG165 / TG167 le permiten ver el calor para que sepa donde medirlo con fiabilidad.

La TG165 es útil para aplicaciones en edificios, como realizar inspecciones en la ventilación o ubicar una tubería caliente a través de una pared. El campo de visión más amplio (50° horizontal) hace que sea más fácil encuadrar una pared completa en una sola imagen.

La TG167 está diseñada principalmente para inspecciones eléctricas de interior, si es electricista y busca puntos calientes en un cuadro eléctrico o en una caja de conexiones, la TG167 producirá imágenes con mayor calidad debido a que está optimizada para objetivos en un campo de visión estrecho (25° horizontal).

Ambas versiones le permiten almacenar imágenes y descargar datos para que pueda documentar sus hallazgos en un informe.

#### See the Heat™: Solución rápida de problemas

Innovador motor de imágenes IR Lepton® de FLIR

- Muestra instantáneamente lo que está caliente y dónde apuntar
- Elimina las estimaciones a ciegas
- Relación de tamaño del objeto 24:1 para tomar medidas a una distancia más segura

#### Sencillez portátil

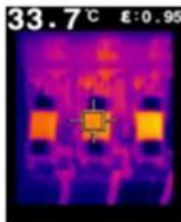
Enciéndala y a trabajar en cuestión de segundos

- Intuitiva de utilizar, no necesita formación especial
- Guarde imágenes y datos para documentación de forma sencilla
- Descargue rápidamente imágenes a través de USB o de tarjetas micro SD extraíbles

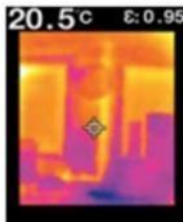
#### Robusta y fiable

Diseñada para los ambientes más hostiles

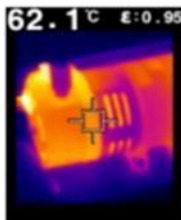
- Fabricada para soportar caídas desde 2 metros
- Cubierta por la garantía exclusiva 2-10 de FLIR
- Compacta y resistente para guardarse fácilmente en una abarrotada caja de herramientas



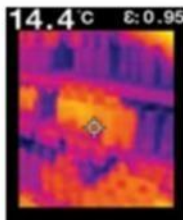
Solución de problemas eléctricos



Tubo caliente en la pared



Sobrecalentamiento mecánico



Problemas de refrigeración

Anexo n.º 3. Características de Analizador de Vibraciones

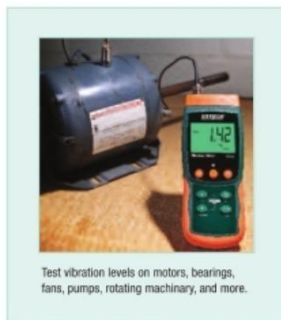


### Vibration Meter/Datalogger

**Saves data on an SD card in Excel® format**  
For easy transfer to a PC for analysis

**Features:**

- Remote vibration sensor with magnetic adapter on 47.2"(1.2m) cable
- Wide frequency range of 10Hz to 1kHz
- Basic accuracy of  $\pm(5\% + 2 \text{ digits})$ ; Meets ISO2954
- RMS, Peak Value or Max Hold measurement modes
- Adjustable data sampling rate: 1 to 3600 seconds
- Datalogger date/time stamps and stores readings on an SD card in Excel® format for easy transfer to a PC
- Offset adjustment used for zero function to make relative measurements
- Large backlit LCD
- Stores 99 readings manually and 20M readings via 2G SD card
- Record/Recall MIN, MAX readings
- Data Hold plus Auto power off with disable function
- Built-in PC interface
- Complete with remote sensor, magnetic mount, 6 x AA batteries, SD card, and hard carrying case



Specifications	
Acceleration	656ft/s <sup>2</sup> , 200m/s <sup>2</sup> , 20.39g
Velocity	7.87in/s, 200mm/s, 19.99cm/s
Displacement	0.078in, 2mm (peak-to-peak)
Resolution	1ft/s <sup>2</sup> , 0.1m/s <sup>2</sup> , 0.01g; 0.01in/s, 0.1mm/s, 0.01cm/s; 0.001in, 0.001mm
Basic accuracy	$\pm(5\%+2 \text{ digits})$
Memory	20,000K data records using 2G SD card
Dimensions	7.2 x 2.9 x 1.9" (182 x 73 x 47.5mm)
Weight	21.1oz (599g)

**Ordering Information:**

- SDL800 .....Vibration Meter/Datalogger
- 407860-MAG .....Replacement Sensor Magnet Adapter
- 153117 .....117V AC Adaptor
- UA100-240.....100-240V AC Adaptor w/4 plugs (US, EU, UK, AU)





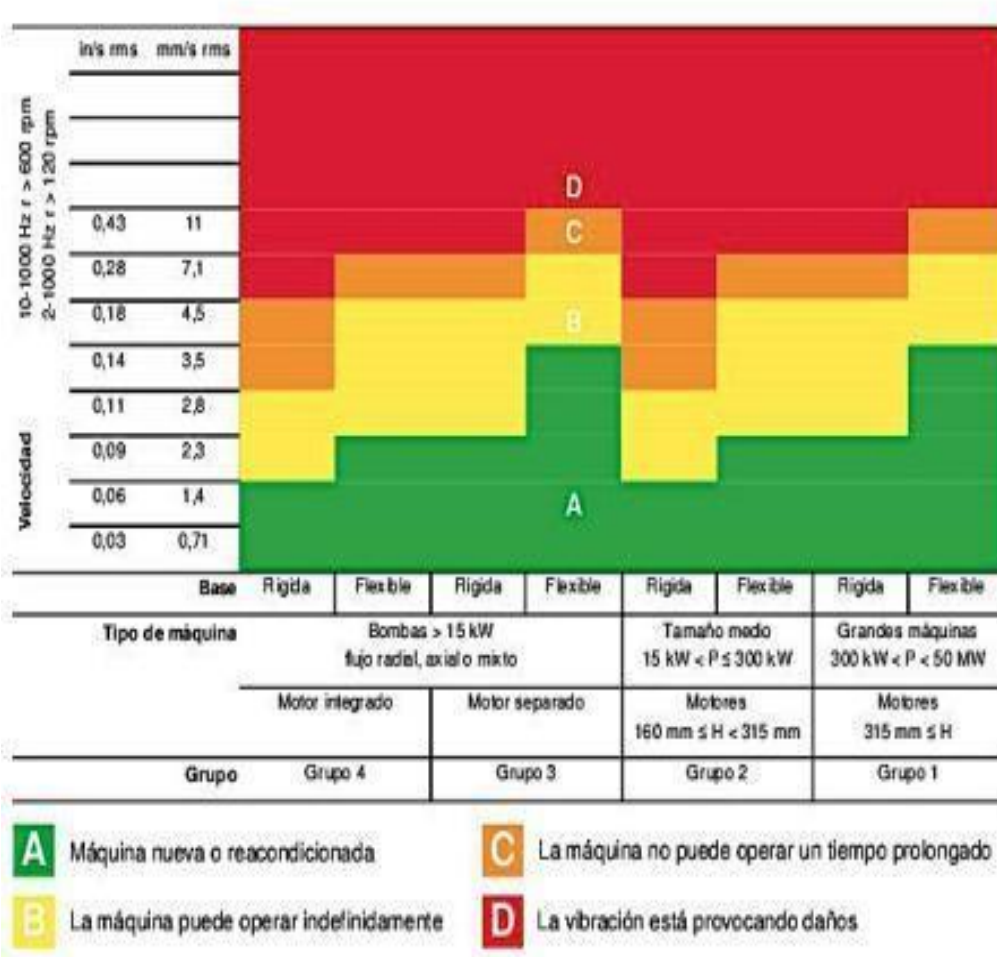


ANEXO n.º 4. Tabla presión temperatura de refrigerante

Temperatura		R22	R407		R410A	R134a	R404A	R405A		R409A		R406A
°C	°F		Presión líquido	Presión vapor				Presión líquido	Presión vapor	Presión líquido	Presión vapor	
-40,0	-40	0,5	3,0	4,4	11,6	14,8	4,3	8,8	16,7	—	—	2,8
-37,2	-35	2,6	5,4	0,6	14,9	12,5	6,8	5,9	14,7	—	—	5,1
-34,4	-30	4,9	8,0	1,8	18,5	9,9	9,5	2,6	12,4	0,2	9,9	7,6
-31,7	-25	7,4	10,9	4,1	22,5	6,9	12,5	0,4	10	1,8	7,0	10,4
-28,9	-20	10,1	14,1	6,6	26,9	3,7	15,7	2,3	7,1	3,9	3,8	13,5
-26,1	-15	13,2	17,6	9,4	31,7	0,6	19,3	4,4	4,1	6,2	0,3	16,8
-23,3	-10	16,5	21,3	12,5	36,8	1,9	23,2	6,7	0	8,7	1,7	20,4
-20,6	-5	20,1	25,4	15,9	42,5	4,0	27,5	9,2	1,5	11,4	3,8	24,4
-17,8	0	24,0	29,9	19,6	48,6	6,5	32,1	11,9	3,6	14,4	6,1	28,7
-15,0	5	28,2	34,7	23,6	55,2	9,1	37,0	14,9	5,8	17,6	8,6	33,3
-12,2	10	32,8	39,9	28,0	62,3	11,9	42,4	18,1	8,2	21,1	11,4	38,3
-9,4	15	37,7	45,6	32,8	70,0	15,0	48,2	21,6	10,9	24,9	14,4	43,7
-6,7	20	43,0	51,6	38,0	78,3	18,4	54,5	25,3	13,7	29,0	17,8	49,5
-3,9	25	48,8	58,2	43,6	87,3	22,1	61,2	29,3	16,9	33,4	21,2	55,8
-1,1	30	54,9	65,2	49,6	96,8	26,1	68,4	33,6	20,2	38,1	25,0	62,5
1,7	35	61,5	72,6	56,1	107	30,4	76,1	38,2	23,9	43,2	29,2	69,7
4,4	40	68,5	80,7	63,1	118	35,0	84,4	43,2	27,9	48,6	33,6	77,4
7,2	45	76,0	89,2	70,6	130	40,1	93,2	48,5	32,1	54,4	38,5	85,6
10,0	50	84,0	98,3	78,7	142	45,5	103	54,2	36,7	60,6	43,6	94,3
12,8	55	92,6	108	87,3	155	51,3	113	60,2	41,6	67,2	49,2	104
15,6	60	102	118	96,8	170	57,5	123	66,6	46,9	74,2	55,2	114
18,3	65	111	129	106	185	64,1	135	73,4	52,5	81,7	61,5	124
21,1	70	121	141	117	201	71,2	147	80,7	58,6	89,6	68,4	135
23,9	75	132	153	128	217	78,8	159	88,3	65,0	98,0	75,6	147
26,7	80	144	166	140	235	86,8	173	96,3	71,9	107	83,4	159
29,4	85	156	180	153	254	95,4	187	105	79,2	116	91,6	173
32,2	90	168	195	166	274	104	202	114	87,3	126	100	186
35,0	95	182	210	181	295	114	218	123	95,3	137	110	201
37,8	100	196	226	196	317	124	234	133	104	148	120	217
40,6	105	211	243	211	340	135	252	144	113	159	130	233
43,3	110	226	261	229	365	147	270	155	123	172	141	250
46,1	115	243	280	247	391	159	289	167	133	184	153	268
48,9	120	260	300	266	418	171	310	179	144	198	165	287
51,7	125	278	321	286	446	185	331	192	155	212	178	307
54,4	130	297	342	307	476	199	353	205	168	227	192	327
57,2	135	317	365	329	507	214	377	219	179	242	207	349
60,0	140	337	389	353	539	229	401	234	194	258	222	372
62,8	145	359	—	—	573	246	—	249	208	—	—	—
65,6	150	382	—	—	608	263	—	265	223	—	—	—

ANEXO n.º 5. Valores de Vibraciones según ISO 10816

**NOTA:** La altura del eje  $H$  de una máquina está definida como la distancia medida entre la línea de centro del eje y el plano basal de la máquina misma. La altura del eje  $H$  de una máquina sin patas o de una máquina con pies levantados o cualquier máquina vertical, se debe tomar como la altura de eje  $H$  de una máquina horizontal en el mismo marco básico. Cuando el soporte es desconocido, la mitad del diámetro de máquina puede ser utilizada.



Anexo n.º 6.Formato de Mantenimiento Correctivo de equipos HVAC

### MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPOS HVAC

<b>Nombre del Equipo:</b>	<b>Código:</b>
	<b>Modelo:</b>
<b>Fabricante:</b>	<b>Nº de Serie:</b>
<b>Relación de trabajos</b>	
<b>Tipo de Problema</b>	
<b>Reparación Realizada</b>	
<b>Recomendación técnica</b>	
<b>Materiales y Equipos Utilizados</b>	
<b>Planos Diagramas Adjuntados</b>	
<b>Costo del Mantenimiento:</b>	
<b>Observaciones/Detalles:</b>	
<b>Actividades de Mantenimiento</b>	<b>Fecha/hora    Persona    Duración</b>
<b>Reparado por:</b>	<b>Trabajo Recibido Conforme:</b>
<b>Nombre /Firma:</b>	<b>Nombre/Firma:</b>
<b>Fecha/Hora:</b>	<b>Fecha/Hora:</b>



Anexo n.º 7. Relación de equipos Aire Acondicionado Codificados

Ubicación	Tag del Equipo	Clasificación	Tipo de Equipo
Work Shop	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/AAV-1-EM	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Work Shop	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/AAV-2-EM	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Work Shop	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/AAV-3-EM	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Work Shop 2do Piso	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/UE-UC-EM	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Work Shop 2do Piso	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/UE-UC-EM	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Work Shop 2do Piso	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/UE-UC-EM	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Work Shop 2do Piso	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/UE-UC-EM	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/AAC-1-EO	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/AAC-2-EO	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/AAC-3-EO	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/AAC-4-EO	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/UE-01-UC-01-EO	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Almacén A	PI/CP1/EDIF3/HVAC1/AAV-1-EA	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Almacén A	PI/CP1/EDIF3/HVAC1/AAV-2-EA	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Almacén A	PI/CP1/EDIF3/HVAC1/AAV-3-EA	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Almacén A	PI/CP1/EDIF3/HVAC1/AAV-4-EA	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Almacén Sodexo	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/A-A_F01	Cámara Frigorífica	Cámara Frigorífica
Almacén Sodexo	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/A-A_F02	Cámara Frigorífica	Cámara Frigorífica
Comedor y Vestuario	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/AAC-1-CV	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete

Anexo n.º 7b. Relación de equipos Aire Acondicionado Codificados

Comedor y Vestuario	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/AAC-2-CV	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete
Comedor y Vestuario	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/AAC-3-CV	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete
Almacén Sodexo	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/EVAP-F01_COND-F01	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Almacén Sodexo	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/EVAP-F02_COND-F02	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/UE-01-UC-01-EI	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica	PI/CP1/EDIF6/HVAC-1/UE-4-UC-4-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica	PI/CP1/EDIF6/HVAC-1/UE-5-UC-5-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica	PI/CP1/EDIF6/HVAC-1/UE-6-UC-6-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica	PI/CP1/EDIF6/HVAC-1/UE-7-UC-7-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica	PI/CP1/EDIF6/HVAC-1/UE-9-UC-9-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala de Control	PI/CP1/EDIF6/HVAC-2/UE-1-UC-1-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala de Control	PI/CP1/EDIF6/HVAC-2/UE-2-UC-2-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala de Control	PI/CP1/EDIF6/HVAC-2/UE-3-UC-3-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala de Control	PI/CP1/EDIF6/HVAC-2/UE-8-UC-8-CR	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica R	PI/CP1/EDIF6/HVAC-3/UECO-CA-01UIEV-CA-01	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica R	PI/CP1/EDIF6/HVAC-3/UECO-CA-02UIEV-CA-02	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica R	PI/CP1/EDIF6/HVAC-3/UECO-CA-03UIEV-CA-03	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Fléctrica R	PI/CP1/EDIF6/HVAC-3/UECO-CA-04UIEV-CA-04	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Edificio Vigilancia PV2	PI/CP1/EDIF7/HVAC1/AAV-1-EV	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana

Anexo n.º 7c. Relación de equipos Aire Acondicionado Codificados

Edificio Vigilancia PV2	PI/CP1/EDIF7/HVAC1/AAV-2- EV	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-01	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-01	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-02	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-03	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-04	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-05	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-06	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-07	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-08	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-09	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Modulo Asuntos Comunitarios	PI/CP1/EDIF8/HVAC1/AC-09	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo ventana
Control de Accesos PV1	PI/CP1/EDIFK/HVAC1/UE- 01_UC-01	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Control de Accesos PV1	PI/CP1/EDIFK/HVAC1/UE- 02_UC-02	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Control de Accesos PV1	PI/CP1/EDIFK/HVAC1/UE- 03_UC-03	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit
Sala Satélite A	PI/CP1/EDIFL/UECO-CA- 01/UIEV-CA-01	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Satélite A	PI/CP1/EDIFL/UECO-CA- 02/UIEV-CA-02	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Satélite A	PI/CP1/EDIFL/UECO-CA- 03/UIEV-CA-03	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Sala Satélite B	PI/CP1/EDIFM/A-AC01	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo mochila
Sala Satélite B	PI/CP1/EDIFM/A-AC02	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo mochila

Anexo n.º 7d. Relación de equipos Aire Acondicionado Codificados

TMPC	PI/DP3/EDIF1/HVAC1	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo mochila
TMPC	PI/DP3/EDIF1/HVAC1	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo mochila
TMPC	PI/DP3/EDIF1/HVAC1	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo mochila
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EA-02/UC-60-02	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EA-03/UC-60-03	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo split ducto
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EP-01-LAB	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EP-02-LAB	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado tipo paquete
Control de Accesos PV1	PI/CP1/EDIFK/HVAC1/UE-04_UC-04	Sistema de Aire Acondicionado	Aire acondicionado split y multisplit

Anexo n.º 8a. Relación de Equipos de Ventilación Forzada Codificados

Ubicación	Tag del Equipo	Clasificación	Tipo de Equipo
Work Shop	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/EC G-1-EM	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Work Shop	PI/CP1/EDIF1/HVAC1/V A-1-EM	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/EC G-1-EO	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/EC G-2-EO	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/EC G-3-EO	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/EC G-4-EO	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Oficinas Administrativas	PI/CP1/EDIF2/HVAC1/VC G-1-EO	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Almacén A	PI/CP1/EDIF3/HVAC1/EC G-1-EA	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Almacén A	PI/CP1/EDIF3/HVAC1/V A-1-EA	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Comedor y Vestuario	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/EC G-1-CV	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Comedor y Vestuario	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/EC G-2-CV	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Comedor y Vestuario	PI/CP1/EDIF4/HVAC1/EC G-3-CV	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/EA -1-EI	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/EA -2-EI	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/EC G-1-EI	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/EC G-2-EI	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/EC G-3-EI	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/EC G-4-EI	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/V A-1-EI	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Truck Loading	PI/CP1/EDIF5/HVAC1/VC L-1-EI	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial

Anexo n.º 8b. Relación de Equipos de Ventilación Forzada Codificados

Sala Eléctrica	PI/CP1/EDIF6/HVAC-1/CVF-2-CR	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala de Control	PI/CP1/EDIF6/HVAC1/EC G-1-CR	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Sala Eléctrica	PI/CP1/EDIF6/HVAC1/EC G-2-CR	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Sala Eléctrica Sótano	PI/CP1/EDIF6/HVAC1/EV M-1-CR	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Eléctrica Sótano	PI/CP1/EDIF6/HVAC1/EV M-2-CR	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Eléctrica Sótano	PI/CP1/EDIF6/HVAC1/EV T-1-CR	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala de Control	PI/CP1/EDIF6/HVAC-2/CVF-1-CR	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Eléctrica B	PI/CP1/EDIF6/HVAC-3/CVET01	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Eléctrica B	PI/CP1/EDIF6/HVAC-3/CVET02	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Eléctrica B Sótano	PI/CP1/EDIF6/HVAC-3/EXT-A01	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Eléctrica B Sótano	PI/CP1/EDIF6/HVAC-3/UEXT-01	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Edificio Vigilancia PV2	PI/CP1/EDIF7/HVAC1/EC G-1-EV	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Edificio Vigilancia PV2	PI/CP1/EDIF7/HVAC1/EC G-2-EV	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire centrif.
Sala Satélite A	PI/CP1/EDIFL/CEXT-01	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Satélite A	PI/CP1/EDIFL/CVET-01	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Satélite A Sótano	PI/CP1/EDIFL/CVET-02	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Sala Satélite A Sótano	PI/CP1/EDIFL/EXT-A-01	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/CA E-E01	Sistema de Ventilación	Campana Extractora
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/CA E-E02	Sistema de Ventilación	Campana Extractora
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/CA E-E03	Sistema de Ventilación	Campana Extractora

Anexo n.º 8c. Relación de Equipos de Ventilación Forzada Codificados

Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/CA E-E05	Sistema de Ventilación	Campana Extractora
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/CA E-E07	Sistema de Ventilación	Campana Extractora
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/CA E-E08	Sistema de Ventilación	Campana Extractora
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EA -E01	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EA -E02	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EA -E03	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EA -E04	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio	PI/LB1/EDIF1/HVAC1/EA -E05	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF2/HVAC2/CA E-E04	Sistema de Ventilación	Campana Extractora
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF2/HVAC2/CA E-E09	Sistema de Ventilación	Campana Extractora
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF2/HVAC2/EA -E06	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF2/HVAC2/EA -E07	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF2/HVAC2/EA -E08	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF2/HVAC2/EA -E09	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF2/HVAC2/EA -E10	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial
Laboratorio Ampliación	PI/LB1/EDIF2/HVAC2/EA -E11	Sistema de Ventilación	Ventilador/Extractor de aire axial



Anexo n.º 9. Registro de reporte diario de actividades

**REGISTROS DE ACTIVIDADES DIARIAS**

Fecha: / /

W P Wood Proyectos S.A.C.

Hora Salir:

Nombre: \_\_\_\_\_

Apellidos: \_\_\_\_\_

D.N.I.: \_\_\_\_\_

Personal Básico   
Personal Asistencial   
VO N:

1 Productive  
2 Not Productive  
3 Support

	UMC	UPE	MILEL	UTM	Tareas	FE	Tareas	Actividades Campo
0:00 - 0:15			Exámen Médico					
0:15 - 0:30			Descanso Médico					
0:30 - 0:45			Capacitación					
0:45 - 1:00			Reporte Técnico / Falla					
1:00 - 1:15			Creo / Rev. procedimientos					
1:15 - 1:30			Paquete de Trabajo					
1:30 - 1:45			Reuniones o Entrenamiento					
1:45 - 2:00			Autorización (Cano, KPS)					
2:00 - 2:15			Toma de Bata / Chequeo de lugar de trabajo					
2:15 - 2:30			Almuerzo / cana					
2:30 - 2:45			Tres ac al Lugar de Trabajo					
2:45 - 3:00			Mantillo					
3:00 - 3:15			Mancha De agua / Lodo					
3:15 - 3:30			Espera de Permiso					
3:30 - 3:45			Espera Materiales					
3:45 - 4:00			Espera Herramientas					
4:00 - 4:15			Espera Clima					
4:15 - 4:30			Ejecución de Trabajo					
4:30 - 4:45								
4:45 - 5:00								
5:00 - 5:15								
5:15 - 5:30								
5:30 - 5:45								
5:45 - 6:00								
6:00 - 6:15								
6:15 - 6:30								
6:30 - 6:45								
6:45 - 7:00								
7:00 - 7:15								
7:15 - 7:30								
7:30 - 7:45								
7:45 - 8:00								
8:00 - 8:15								
8:15 - 8:30								
8:30 - 8:45								
8:45 - 9:00								
9:00 - 9:15								
9:15 - 9:30								
9:30 - 9:45								
9:45 - 10:00								
Observaciones								

Trabajador \_\_\_\_\_ Supervisor de Área \_\_\_\_\_

**REGISTROS DE ACTIVIDADES DIARIAS**

Fecha: / /

W P Wood Proyectos S.A.C.

Hora Salir:

Nombre: \_\_\_\_\_

Apellidos: \_\_\_\_\_

D.N.I.: \_\_\_\_\_

Personal Básico   
Personal Asistencial   
VO N:

1 Productive  
2 Not Productive  
3 Support

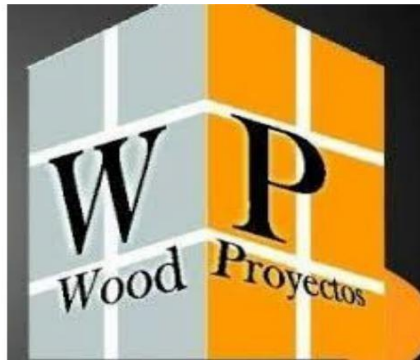
	UMC	UPE	MILEL	UTM	Tareas	FE	Tareas	Actividades Campo
0:00 - 0:15			Exámen Médico					
0:15 - 0:30			Descanso Médico					
0:30 - 0:45			Capacitación					
0:45 - 1:00			Reporte Técnico / Falla					
1:00 - 1:15			Creo / Rev. procedimientos					
1:15 - 1:30			Paquete de Trabajo					
1:30 - 1:45			Reuniones o Entrenamiento					
1:45 - 2:00			Autorización (Cano, KPS)					
2:00 - 2:15			Toma de Bata / Chequeo de lugar de trabajo					
2:15 - 2:30			Almuerzo / cana					
2:30 - 2:45			Tres ac al Lugar de Trabajo					
2:45 - 3:00			Mantillo					
3:00 - 3:15			Mancha De agua / Lodo					
3:15 - 3:30			Espera de Permiso					
3:30 - 3:45			Espera Materiales					
3:45 - 4:00			Espera Herramientas					
4:00 - 4:15			Espera Clima					
4:15 - 4:30			Ejecución de Trabajo					
4:30 - 4:45								
4:45 - 5:00								
5:00 - 5:15								
5:15 - 5:30								
5:30 - 5:45								
5:45 - 6:00								
6:00 - 6:15								
6:15 - 6:30								
6:30 - 6:45								
6:45 - 7:00								
7:00 - 7:15								
7:15 - 7:30								
7:30 - 7:45								
7:45 - 8:00								
8:00 - 8:15								
8:15 - 8:30								
8:30 - 8:45								
8:45 - 9:00								
9:00 - 9:15								
9:15 - 9:30								
9:30 - 9:45								
9:45 - 10:00								
Observaciones								

Trabajador \_\_\_\_\_ Supervisor de Área \_\_\_\_\_



Anexo n.º 10. Procedimiento de mantenimiento preventivo semestral/Anual de equipo  
de aire Acondicionado Actual

## Mantenimiento de Equipos de Aire Acondicionado en PFLGN-TMPC INSTRUCTIVO



**CÓDIGO DE DOCUMENTO** WP-MA-SG-IN-003

**DIA DE REVISIÓN** 20/01/2018

**APLICABILIDAD** Aplica a los trabajos de Mantenimiento Preventivo Semestral/Anual de Equipos de Aire Acondicionado en PFLGN-TMPC

**DUEÑO DEL DOCUMENTO** SERVICIOS GENERALES

REGISTRO DE LA ULTIMA REVISIÓN	ELABORADO POR		REVISADO POR		APROBADO POR	
		Supervisor SS.GG.		Jefe EHS		Gerente General
	AM	20/01/2018	LT	20/01/2018	WT	20/01/2018

Indice.....		<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.0	Objetivo.....	106
2.0	Alcance .....	4
3.0	Glosario de Términos.....	4
3.1	Referencias .....	4
3.2	Abreviaciones .....	4
3.3	Terminología .....	4
4.0	Responsabilidades.....	4
5.0	Lineamientos.....	5
6.0	Precauciones de Salud y Seguridad.....	5
7.0	Actividades.....	7
8.0	Aspectos Ambientales .....	<u>09</u>
9.0	Registros.....	12
10.0	Anexos .....	12

## 1.0 Objetivo

Establecer la metodología para realizar de forma segura el mantenimiento preventivo Semestral y anual de los equipos de aire acondicionado ubicados en la PLANTA DE FRACCIONAMIENTO DE LGN-PISCO y TMPC

## 2.0 Alcance

Comprende a todos los equipos de aire acondicionado instalados en la PLANTA DE FRACCIONAMIENTO DE LGN-PISCO Y TMPC

## 3.0 Glosario de Términos

### 3.1 Referencias

PRMA-PERPPC-03 Gestión Ambiental de Residuos

### 3.2 Abreviaciones

- **OM:** Operaciones y Mantenimiento
- **MA:** Mantenimiento
- **SG:** Servicios Generales
- **EHS:** Environmental, Health & Safety: Medio Ambiente, Salud & Seguridad
- **MSDS:** Hoja de Datos de Seguridad de Materiales
- **AR:** Análisis de Riesgo
- **LEL:** Lower Explosive Limit (Límite inferior de explosividad)
- **IN:** Instructivo.

### 3.3 Terminología

- **Accidente:** Evento no deseado que da lugar a muerte, enfermedad, lesiones y daños a otras pérdidas.
- **Evaluación de Riesgo:** Proceso de evaluación de riesgo(s) derivados de un peligro(s) teniendo en cuenta la adecuación de los controles existentes y la toma de decisión si el riesgo es aceptable o no. (OHSAS 18001: 2007).
- **Incidente:** Evento que tiene el potencial de conducir a un accidente.
- **Peligro:** Fuente o situación o acto con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades, o la combinación de ellas. (OHSAS 18001:2007).
- **Riesgo:** Combinación de probabilidad de ocurrencia de un evento o exposición peligrosa y la severidad de las lesiones o daños o enfermedad que puede provocar el evento o la exposición (es). (OHSAS 18001:2007).

## 4.0 Responsabilidades

### **Gerente del Sitio:**

Responsable de proveer los recursos necesarios y promover el cumplimiento de los requerimientos de EHS del cliente y de WOOD PROYECTOS.

Responsable de velar por el cumplimiento del presente procedimiento.

### **Supervisor de EHS:**

Responsable de asesorar al Supervisor de Disciplina en cuanto a los métodos para asegurar las condiciones de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (EHS) se cumplan en el área de trabajo de acuerdo al presente procedimiento.

### **Supervisor de Servicios Generales:**

Responsable de asesorar a su personal en la identificación de peligros, evaluación de riesgos e implementación de las medidas de control necesarias a fin de garantizar un trabajo seguro y ambientalmente responsable.

Responsable de implementar y difundir el presente procedimiento. Asegurar que el personal a intervenir el equipo sea calificado en la tarea.

Responsable de contar con los permisos y requerimientos operacionales antes de iniciar cualquier tarea.

Es el responsable por el almacenamiento, protección, retención, recuperación y disposición en los registros, identificados en este procedimiento.

### **Técnico/Personal ejecutante:**

Responsable de realizar su tarea según directiva de la supervisión WOOD PROYECTOS la cual cumpla con los requerimientos de EHS del cliente y de WOOD PROYECTOS.

Contar con las competencias y experiencia necesarias para ejecutar las actividades definidas en el presente procedimiento.

Retroalimentar al supervisor de disciplina y/o coordinador con información que permita mejorar los instructivos de trabajo (errores, omisiones, mejoras).

## 5.0 Lineamientos

### 5.1 Herramientas y Equipos

- Uniforme antifiama.
- Casco de seguridad.
- Manta dieléctrica.
- Zapatos dieléctricos.
- Gafas de seguridad.
- Guantes dieléctricos.
- Respirador para polvo.
- Guantes de cuero y/o antideslizante
- Protector auditivo.
- Zapatos de jebe.
- Guante criogénico.

- Guantes de PVC.
- Tapones auditivos.

## 6.0 Consideraciones de Seguridad en la Tarea

Previo al comienzo de cualquier actividad se debe realizar las siguientes acciones:

### I. De las Herramientas Manuales

- Utilizar las herramientas correctas para el trabajo a desempeñar.
- Colocarlas en un lugar seco y en un área que no dificulte el tránsito de personas.
- Almacene las herramientas apropiadamente cuando no estén en uso. Ejemplo: no cargue herramientas en sus bolsillos; no coloque herramientas donde puedan deslizarse, protéjase de los bordes cortantes; guárdelas en un lugar seco.
- Este atento cuando use herramientas. Ejemplos: Mantenga sus dedos lejos de los bordes cortantes.
- Efectúe el trabajo lejos de su cuerpo al usar herramientas cortantes.
- Realizar y llenar el respectivo formato de la lista de verificación (check list) de los equipos a utilizar en cada labor que se realiza, el pre-uso y el de inspección mensual. De encontrar anomalías reportar inmediatamente

### II. Del Área de Trabajo

Delimitar el área de trabajo con cintas de señalización, mallas y/o letreros de advertencia, en caso de requerirse.

Reconocer los riesgos propios del equipo a intervenir como: presiones, temperaturas, fluidos, productos químicos, energías utilizadas, etc.

Se evaluará definitivamente con la apertura del permiso de trabajo correspondiente.

Asimismo, las condiciones ambientales como: viento paracas.

Contar con un ejemplar de los procedimientos requeridos para la realización del trabajo, así como de las hojas de seguridad (MSDS) de los productos químicos a ser usados y los respectivos check list de las herramientas con fuente de energía eléctrica.

Todos los envases de los productos a utilizar deberán estar rotulados. Orden

y limpieza del área antes, durante y después de realizada la tarea.

El permiso de trabajo debe ser discutido por los ejecutantes antes de empezar la labor, con el fin de identificar los peligros, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar accidentes de trabajo o enfermedades ocupacionales a quien ejecuta la tarea.

Los riesgos valorados en las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis de riesgo y la forma de minimizarlo son de obligatorio conocimiento y aplicación.

Los trabajos de mantenimiento preventivo trimestral de equipos de aire acondicionado en la PFLGN, no requieren monitoreo constante del %LEL, pero sí de monitoreo para la liberación del área, esto se evaluara con el Autoridad de Área Local, pudiendo haber trabajos en áreas cercanas,

### III. Riesgos Significativos de la Tarea

PELIGROS	RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS / CONTROL
Retiro de partes de la cobertura del equipo	Atrapamiento	Uso de guantes de cuero. No exponer o colocar las manos en áreas peligrosas.
Energía eléctrica	Electrocución, Shocks por contacto eléctrico	Desenergización del equipo, por personal habilitado. Aplicación de LOTO. “Candado, Pinzas, etc.” Energía Residual cero
Exposición a voltaje	Descargas eléctricas	Uso de guantes y manta dieléctricos. Usar equipo de medición correspondiente al voltaje y calibrado. Realizar inspección al megohmetro, antes de la intervención.
Atmósfera explosiva	Incendio / explosión	El personal debe estar entrenado en uso y manejo de extintores. Monitoreo continuo de LEL (0 %) (si requiere) Uso extintor PQS tipo ABC de 20 kg.
Equipo en movimiento	Potencial mutilación de partes del cuerpo	Bloquear el equipo. No usar ropas sueltas. No usar joyas como pulseras, anillos , ni relojes, verificar energía residual igual a cero
Refrigerante liquido	Quemadura criogénica	Inspeccionar las condiciones del equipo. Uso de guantes criogénicos.

Manipulación de herramientas	Golpes en mano	Herramientas deben de contar con la cinta del mes y estar en buen estado, Uso adecuado de herramienta manuales. Uso de guantes de seguridad.
Equipos y herramientas de poder energizados	Contacto eléctrico indirecto	Verificar las conexiones eléctricas del equipo. Colocar puesta a tierra / No colocar el equipo en áreas húmedas.  Mantener el equipo seco. Realizar su respectivo check list
Ruido	Pérdida paulatina de la audición	Uso de protector auditivo para niveles superiores a 85 db.
Manipulación manualde carga o materiales	Sobreesfuerzo	Aplicar Técnica apropiada de levantamiento de cargas (flexionando rodillas). Coordinación de trabajo para levantamiento de carga: peso máximo 25 Kg. / persona, de ser mayor el peso solicitar apoyo.

#### IV. En caso de emergencia

Comunicación inmediata: Toda emergencia será comunicada de inmediato por radio frecuencia 1 (uno), para la activación del plan de contingencia según sea el caso. Se consignará la siguiente información específica:

- Nombre del informante.
- Lugar de la emergencia.
- Características de la emergencia.
- Tipo de emergencia
- Circunstancias en que se produjo.

#### V. Prohibiciones

En caso de producirse un incidente y/o accidente en el área de trabajo, está prohibido que el personal y equipo involucrado se retire, deberá dejar el área de trabajo intacta, solo en caso de presentar un riesgo mayor se omitirá esta prohibición.

**VI. En caso de Emergencia:**

En caso de ocurrir un evento sea incidente / accidente o emergencia el técnico / personal ejecutante comunicará al operador de plataforma, EHS del cliente, HSE WGP para iniciar la evacuación y el plan de rescate de ser necesario.

**VII. Prohibiciones:**

Estos trabajos no se iniciarán por ningún motivo si se está despachando producto a los buques.

Está prohibido que el personal realice los trabajos sin usar el chaleco salvavidas. Su uso es permanentemente.

Si las condiciones climáticas son desfavorables con velocidad del vientos aproximadamente a los 7 m /s, no iniciar ó suspender según sea el caso

## 7.0 Actividades

**7.1 Mantenimiento Preventivo Semestral/Anual – Tipo Split Ducto**

- 7.1.1 Inspeccionar estado y condición del equipo a intervenir (de ser posible tomar parámetros como por ejemplo de: temperaturas internas, externas, caudal de succión y/o descarga de aire)
- 7.1.2 Se realizara el desenergizado del circuito de control (24 vac) y bloqueo y etiquetado del circuito de fuerza del equipo (460 vac-220 vac)
- 7.1.3 Se realizara el retiro de las tapas externas y el filtro de aire utilizando taladro portátil (24 vac) o destornillador y/o llaves mixtas. De ser necesario se utilizara una escalera portátil para equipos donde su unidad evaporadora se encuentren dentro del cielo raso.
- 7.1.4 Se procederá a la limpieza de filtros de aire con uso de agua a presión, de ser necesario se procederá a realizar el cambio
- 7.1.5 Se inspeccionara el estado y condición de la faja de transmisión y poleas, si fuese necesario se realizara el cambio a fin de evitar problemas con el equipo de aire acondicionado.
- 7.1.6 Se realizara la limpieza del contactor (contactos, bobina, terminales) de ser necesario se procederá a cambiar.
- 7.1.7 Se realizara el mantenimiento a los motores eléctricos de unidad evaporadora y unidad condensadora)
- 7.1.8 Lubricación de componentes mecánicos,
- 7.1.9 Se realizara el lavado de las bobinas de los motores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora.
- 7.1.10 Se realizara el lavado de los serpentines de unidad evaporadora y condensadora, en donde se eliminara acumulación de polvo y residuos con uso de la hidrolavadora karcher.
- 7.1.11 Se realizara el lavado de los drenajes internos y externos.



- 7.1.12 Se realizara la limpieza interna y externa del equipo eliminando acumulación de polvo.
- 7.1.13 Se revisara la condición de los componentes mecánicos y eléctricos del equipo, se procederá al cambio de ser necesario.
- 7.1.14 Se realizara la inspección de la condición de los ductos, de ser necesario se procederá a reparación de aislamiento a fin de evitar condensación en las mismas.
- 7.1.15 Luego de realizar el mantenimiento del equipo y sin encontrar anomalías que afecten la operación integral del equipo, se procederá a la colocación de los filtros de aire y de las tapas externas.(quedara abierta la tapa más cercana a las válvulas de acceso de la unidad condensadora para poder registrar las presiones de trabajo) y los consumos eléctricos.
- 7.1.16 Se realizara el desbloqueo del equipo y la prueba de funcionamiento.
- 7.1.17 Se registrara datos de los consumos eléctricos de los motores internos.
- 7.1.18 Se realizara inspección y/o regulación del termostato (21°C).
- 7.1.19 Luego de realizar la medición de los parámetros del equipo, se procederá a la colocación de las tapas faltantes.
- 7.1.20 Se tomaran datos de temperatura interna y externa y el caudal de succión y descarga del aire con el termo anemómetro.
- 7.1.21 Se verificara la programación y funcionamiento de los temporizadores.
- 7.1.22 Dejar el sitio de trabajo limpio y ordenado. y sellar cualquier abertura para evitar la entrada de aire contaminada a los ambientes
- 7.1.23 Hacer entrega del equipo a supervisor autorizante de área.

Obs: Se adicionara en los mantenimientos preventivos anuales, el megado de los motores eléctricos, (Moto-compresor, moto ventiladores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora).

## 7.2 Mantenimiento Preventivo Semestral/Anual –Tipo Paquete

- 7.2.1 Inspeccionar estado y condición del equipo a intervenir (de ser posible tomar parámetros como por ejemplo de: temperaturas internas, externas, caudal de succión y/o descarga de aire)
- 7.2.2 Se realizara el bloqueo y etiquetado del circuito de fuerza del equipo (460 vac-220 vac)
- 7.2.3 Se realizara el retiro de las tapas externas y el filtro de aire utilizando taladro portátil (12 vac) o destornillador y/o llaves mixtas.
- 7.2.4 Se procederá a la limpieza de filtros de aire con uso de agua a presión, de ser necesario se procederá a realizar el cambio
- 7.2.5 Se inspeccionara el estado y condición de la faja de transmisión y poleas, si fuese necesario se realizara el cambio a fin de evitar problemas con el equipo de aire acondicionado.

- 7.2.6 Se realizara la limpieza del contactor (contactos, bobina, terminales) de ser necesario se procederá a cambiar.
- 7.2.7 Se realizara el mantenimiento a los motores eléctricos de unidad evaporadora y unidad condensadora)
- 7.2.8 Lubricación de componentes mecánicos, Limpieza de bobina del motor.
- 7.2.9 Se realizara el lavado de las bobinas de los motores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora.
- 7.2.10 Se realizara el lavado de los serpentines de unidad evaporadora y condensadora, en donde se eliminara acumulación de polvo y residuos con uso de la hidrolavadora kartcher.
- 7.2.11 Se realizara el lavado de los drenajes internos y externos.
- 7.2.12 Se realizara la limpieza interna y externa del equipo eliminando acumulación de polvo.
- 7.2.13 Se revisara la condición de los componentes mecánicos y eléctricos del equipo, se procederá al cambio de ser necesario.
  
- 7.2.14 Se realizara la inspección de la condición de los ductos, de ser necesario se procederá a reparación de aislamiento a fin de evitar condensación en las mismas.
- 7.2.15 Luego de realizar el mantenimiento del equipo y sin encontrar anomalías que afecten la operación integral del equipo, se procederá a la colocación de los filtros de aire y de las tapas externas.(quedara abierta la tapa más cercana a las válvulas de acceso de la unidad condensadora para poder registrar las presiones de trabajo) y los consumos eléctricos.
- 7.2.16 Se realizara el desbloqueo del equipo y la prueba de funcionamiento.
- 7.2.17 Se registrara datos de los consumos eléctricos de los motores internos.
- 7.2.18 Se realizara inspección y/o regulación del termostato (21°C).
- 7.2.19 Luego de realizar la medición de los parámetros del equipo, se procederá a la colocación de las tapas faltantes.
- 7.2.20 Se tomaran datos de temperatura interna y externa y el caudal de succión y descarga del aire con el termo anemómetro.
- 7.2.21 Dejar el sitio de trabajo limpio y ordenado. y sellar cualquier abertura para evitar la entrada de aire contaminada a los ambientes
- 7.2.22 Hacer entrega del equipo a supervisor autorizante de área.

Obs: Se adicionara en los mantenimientos preventivos anuales, el megado de los motores eléctricos, (Moto-compresor, moto ventiladores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora)

### 7.3 Mantenimiento Preventivo Semestral/Anual –Tipo Mini-Multi Split Decorativo

- 7.3.1 Inspeccionar estado y condición del equipo a intervenir (de ser posible tomar parámetros como por ejemplo de: temperaturas internas, externas, caudal de succión y/o descarga de aire)
- 7.3.2 Se realizara el bloqueo y etiquetado del circuito de fuerza del equipo (220 vac)
- 7.3.3 Se realizara el retiro de las tapas externas y el filtro de aire de ser necesario se utilizara escalera portátil.
- 7.3.4 En caso que equipo este ubicado a una altura superior a 1.80 mt, se utilizara arnés y línea de vida.
- 7.3.5 Se procederá a la limpieza de filtros de aire con uso de agua a presión, de ser necesario se procederá a realizar el cambio
- 7.3.6 Se realizara la limpieza de componentes eléctricos y electrónicos de ser necesario se procederá a cambiar.
- 7.3.7 Se realizara el mantenimiento a los motores eléctricos de unidad evaporadora y unidad condensadora)
- 7.3.8 Lubricación de componentes mecánicos,
- 7.3.9 Se realizara el lavado de las bobinas de los motores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora.
- 7.3.10 Se realizara el lavado de los serpentines de unidad evaporadora y condensadora, en donde se eliminara acumulación de polvo y residuos con uso de la hidrolavadora karcher y/o soplador eléctrico.
- 7.3.11 Se realizara el lavado de los drenajes internos y externos.
- 7.3.12 Se realizara la limpieza interna y externa del equipo eliminando acumulación de polvo.
- 7.3.13 Luego de realizar el mantenimiento del equipo y sin encontrar anomalías que afecten la operación integral del equipo, se procederá a la colocación de los filtros de aire y de las tapas externas, de ser necesario se realizara el uso de la escalera portátil.
- 7.3.14 Se realizara el desbloqueo del equipo y la prueba de funcionamiento del equipo de aire acondicionado.
  - Se registrara datos de los consumos eléctricos de los motores internos.
  - Se realizara inspección y/o regulación del termostato (21°C).
  - Se tomara datos de temperatura interna y externa y el caudal de succión y descarga del aire con el termo anemómetro.
  - Dejar el sitio de trabajo limpio y ordenado. y sellar cualquier abertura para evitar la entrada de aire contaminada a los ambientes
  - Hacer entrega del equipo a supervisor autorizante de área.

Obs: Se adicionara en los mantenimientos preventivos anuales, el megado de los motores eléctricos, (Moto-compresor, moto ventiladores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora)

#### 7.4 Mantenimiento Preventivo Semestral/Anual –Tipo Mochila

- 7.4.1 Inspeccionar estado y condición del equipo a intervenir (de ser posible tomar parámetros como por ejemplo de: temperaturas internas, externas, caudal de succión y/o descarga de aire)
- 7.4.2 Se realizara el bloqueo y etiquetado del circuito de fuerza del equipo (380 vac)
- 7.4.3 Se realizara el retiro de las tapas externas y el filtro de aire utilizando taladro portátil (12 vac) o destornillador y/o llaves mixtas.
- 7.4.4 Se utilizara escalera portátil para poder realizar algunos trabajos
- 7.4.5 Se procederá a la limpieza de filtros de aire con uso de agua a presión, de ser necesario se procederá a realizar el cambio
- 7.4.6 Se realizara la limpieza del contactor (contactos, bobina, terminales) de ser necesario se procederá a cambiar.
- 7.4.7 Se realizara el mantenimiento a los motores eléctricos de unidad evaporadora y unidad condensadora)
- 7.4.8 Lubricación de componentes mecánicos,
- 7.4.9 Se realizara el lavado de las bobinas de los motores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora.
- 7.4.10 Se realizara el lavado de los serpentines de unidad evaporadora y condensadora, en donde se eliminara acumulación de polvo y residuos con uso de la hidrolavadora karcher.
- 7.4.11 Se realizara el lavado de los drenajes internos y externos.
- 7.4.12 Se realizara la limpieza interna y externa del equipo eliminando acumulación de polvo.
- 7.4.13 Se revisara la condición de los componentes mecánicos y eléctricos del equipo, se procederá al cambio de ser necesario.
- 7.4.14 Luego de realizar el mantenimiento del equipo y sin encontrar anomalías que afecten la operación integral del equipo, se procederá a la colocación de los filtros de aire y de las tapas externas.(quedara abierta la tapa más cercana a las válvulas de acceso de la unidad condensadora para poder registrar las presiones de trabajo) y los consumos eléctricos.
- 7.4.15 Se realizara el desbloqueo del equipo y la prueba de funcionamiento.
- 7.4.16 Se registrara datos de los consumos eléctricos de los motores internos.
- 7.4.17 Se realizara inspección y/o regulación del termostato (21°C).
- 7.4.18 Luego de realizar la medición de los parámetros del equipo, se procederá a la colocación de las tapas faltantes.

- 7.4.19 Se tomaran datos de temperatura interna y externa y el caudal de succión y descarga del aire con el termo anemómetro.
- 7.4.20 Dejar el sitio de trabajo limpio y ordenado. y sellar cualquier abertura para evitar la entrada de aire contaminada a los ambientes
- 7.4.21 Hacer entrega del equipo a supervisor autorizante de área.

Obs: Se adicionara en los mantenimientos preventivos anuales, el megado de los motores eléctricos, (Moto-compresor, moto ventiladores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora)

#### **7.5 Mantenimiento preventivo semestral/Anual –tipo ventana.**

- 7.5.1 Inspeccionar estado y condición del equipo a intervenir (de ser posible tomar parámetros como por ejemplo de: temperaturas internas, externas, caudal de succión y/o descarga de aire)
- 7.5.2 Se realizara el desenergizado (desenchufado ) eléctrico de equipo (220 vac)
- 7.5.3 Se realizara el desmontaje de equipo de aire acondicionado tipo ventana, evaluando la carga total, para determinar la cantidad de personas. De ser necesario se procederá a realizar el armado de andamios en equipos que se encuentran en altura.
- 7.5.4 Una vez colocado en superficie se realizara el retiro de las mascarillas, carcasa, tapas y componentes internos del equipo.
- 7.5.5 Se realizara el retiro de las conexiones eléctricas y electrónicas del equipo.
- 7.5.6 Se procederá al lavado de estructura del equipo y componentes con uso de la hidrolavadora Kartcher
- 7.5.7 Se realiza la limpieza de componentes eléctricos y electrónicos eliminando acumulación de polvo en componentes.
- 7.5.8 Se realiza el secado de componentes del equipo de aire acondicionado.
- 7.5.9 Se procederá a la lubricación de componentes mecánicos.(motor eléctrico, y pernería en general)
- 7.5.10 Se procederá al armado total del equipo de aire acondicionado.
- 7.5.11 Se realizara el montaje del equipo de aire acondicionado en soporte base.
- 7.5.12 Se realizara el sellado de aberturas al borde del equipo de aire acondicionado para evitar pérdidas de aire ya acondicionado.
- 7.5.13 Se realizara el energizado y/o desbloqueo del equipo de aire acondicionado.
- 7.5.14 Se realizara la medición de consumos eléctricos y de temperatura de descarga de aire.

Obs: Se adicionara en los mantenimientos preventivos anuales, el megado de los motores eléctricos, (Moto-compresor, moto ventiladores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora)

De encontrar alguna anomalía en el equipo se reportara al supervisor del área para solicitar su reparación además de los materiales necesarios para su ejecución.

## 8.0 Aspectos Ambientales

Los aspectos ambientales significativos en el presente trabajo son:

Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales	Control Operativo
Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Durante el desarrollo de las labores, los residuos generados serán acopiados en bolsas plásticas ( contenedores en el área de trabajo; para el caso de las bolsas, estas no deben tener contacto directo con el suelo descubierto. Al terminar el trabajo del día se realizará la limpieza del área, luego se trasladará todos los residuos sólidos generados a los contenedores de residuos sólidos de PPC (según código de colores), en caso de no poder haber depositado todos estos residuos por haberse completado la capacidad de los contenedores, deberá ser llevados a acopio de residuos sólidos.

<p>de líquidos</p> <p>Generación de residuos</p>	<p>de suelo</p> <p>Contaminación</p>	<p>Durante el uso de cualquier sustancia química en estado líquido, se deberá considerar el uso de un medio de contención de capacidad del 110% volumen almacenado, para evitar derrame de la(s) sustancia sobre el suelo desnudo. Todos los residuos líquidos deberán disponerse en cilindros metálicos, para su posterior traslado al acopio de residuos líquidos.</p> <p>Contar con material de contingencia para atender derrames.</p>
--	--------------------------------------	--

*Al término de los trabajos, los supervisores firmantes deberán verificar que el área quede ordenada y limpia, libre de residuos generados por el trabajo, caso contrario no se cerrará el permiso de trabajo.*























































































## 9.0 Registros

- Análisis de riesgo Anexo 3 Procedimiento de Gestión de Control de Trabajo PRS-PERPPC-17
- Permiso de trabajo. Anexo 1 Procedimiento de Gestión de Control de Trabajo PRS-PERPPC-17
- Análisis de Riesgo- Anexo 3 Procedimiento de Gestión Control de -Trabajo PRS-PERPPC-17
- Permiso de Trabajo-Anexo 1 Procedimiento de Gestión Control de -Trabajo PRS-PERPPC-17
- PRSS-PERPPC-05 Control de energía peligrosa

## 10.0 Anexos





















































































- N/A.

Anexo n.º 11. DAP Mantenimiento preventivo semestral/Anual de equipo de  
aire Acondicionado actual

SIMBOLO	DESCRIPCION	TOTAL PARCIAL	TOTAL GENERAL	COMENTARIOS					
	<b>DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS</b>			Código	001-2018-WP-M				
	Proceso : Mantenimiento preventivo anual de equipo de aire acondicionado			Elaborado	Juan Jose Flores Tacas				
				Fecha	24 de mayo del 2018				
	INICIO/FIN	2	2						
	ACTIVIDAD	9	9						
	DOCUMENTO								
	TRASLADO								
	ESPERA	3	3						
	ARCHIVO				<b>TIEMPO TOTAL (Minutos)</b>				
	CONECTOR PAGINA				<b>Tres Horas (180 min)</b>				
DESCRIPCION	Inicio/Fin	Actividad	Documento	Traslado	Espera	Archivo	Conector	Tiempo	OBSERVACIONES
INICIO DEL PROCESO								Minutos	
Limpieza del filtro de aire.								20	
Inspección de componentes internos (faja, poleas, drenaje)								30	
Limpieza de equipo								10	
Limpieza de serpentín de unidad condensadora y unidad evaporadora								60	
Revisión, lubricación de rodamientos o bocinas de motores eléctricos:								15	
Registro de presión de trabajo								10	
Megado de motores eléctricos								15	
Limpieza y ajuste de conexiones del sistema eléctrico								10	
Regulación de temperatura								10	
FIN DEL PROCESO									
<b>TOTALES</b>								180	Tres horas



Anexo n.º 11. DAP de mantenimiento predictivo de equipo de aire  
Acondicionado propuesto

SIMBOLO	DESCRIPCION	TOTAL PARCIAL	TOTAL GENERAL	COMENTARIOS					
	INICIO/FIN		2						
	ACTIVIDAD		8						
	DOCUMENTO								
	TRASLADO								
	ESPERA		3						
	ARCHIVO			<b>TIEMPO TOTAL (Minutos)</b>					
	INSPECCIÓN		3	<b>150 minutos</b>					
DESCRIPCION	Inicio/Fin	Actividad	Documento	Traslado	Espera	Archivo	Inspección	Tiempo	OBSERVACIONES
INICIO DEL PROCESO								Minutos	
Limpieza del filtro de aire:								20	
Medición de vibración del motor eléctrico								20	
Limpieza de equipo								10	
Registro termografico de componentes de refrigeración								40	
Revisión, lubricación de rodamientos o bocinas de motores eléctricos:								15	
Registro de presión de trabajo								10	
Megado de motores eléctricos								15	
Limpieza y ajuste de conexiones del sistema eléctrico								10	
Regulación de temperatura								10	
FIN DEL PROCESO									
<b>TOTALES</b>								150	dós horas y medio

