



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE ACCIONES DE MEJORA EN EL SERVICIO DE  
MANTENIMIENTO EN MAQUINARIA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL EN  
LA EMPRESA ELECTROVALLE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

**AUTOR: FRANCISCO ALEJANDRO CALDERÓN VALLE**

**TUTOR: ESTUARDO JOSAFAT CORREA ZAPATA**

Quito – Ecuador 2023

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Francisco Alejandro Calderón Valle con documento de identificación N° 1727734541; manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 20 de Julio de 2023

Atentamente,



---

Francisco Alejandro Calderón Valle

1727734541

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

Yo, Francisco Alejandro Calderón Valle con documento de identificación N° 1727734541, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “ Propuesta de acciones de mejora en el servicio de mantenimiento en maquinaria de refrigeración industrial en la empresa Electrovalle”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de Julio de 2023

Atentamente,



---

Francisco Alejandro Calderón Valle

1727734541

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, ESTUARDO JOSAFAT CORREA ZAPATA con documento de identificación N°1708183304, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE ACCIONES DE MEJORA EN EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN MAQUINARIA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL EN LA EMPRESA ELECTROVALLE, realizado por Francisco Alejandro Calderón Valle con documento de identificación N° 1727734541, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de Julio de 2023

Atentamente



Ing. Estuardo Josafat Correa Zapata

## **DEDICATORIA**

Deseo expresar mi gratitud hacia mis padres y hermano, quienes han brindado un apoyo incondicional para que pueda lograr mis metas personales y académicas Su dedicación, tiempo y amor han sido fundamentales en mi camino hacia el éxito.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios por otorgarme salud, seguridad y tranquilidad con el fin de culminar este objetivo tan anhelado.

A mis padres que me han apoyado económicamente durante todo este tiempo para poder concentrarme y dar todo de mi parte en mis estudios y poder ahora estar culminando mi carrera.

Agradezco a mi tutor por su guía y sugerencias sin las cuales no hubiera podido concluir esta etapa de mi vida. Gracias por sus consejos, por sus comentarios acertados, y por todo cuanto él pudo brindarme en todo este tiempo que hemos compartido donde su apoyo fue muy importante.

# Índice

<b>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>Certificado de cesión de derechos de autor del trabajo de titulación a la Universidad Politécnica Salesiana.....</b>	<b>iii</b>
<b>Certificado de dirección del trabajo de titulación.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimientos.....</b>	<b>vi</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>xv</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xvi</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Sistema de refrigeración con amoníaco.....</b>	<b>1</b>
<b>Problema de estudio.....</b>	<b>3</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>5</b>
<b>Grupo objetivo.....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>6</b>
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
<b>Metodología.....</b>	<b>7</b>
Metodología mixta de investigación.....	7
Método cuantitativo.....	7
Método cualitativo.....	7
<b>Capítulo I.....</b>	<b>8</b>
<b>Marco teórico.....</b>	<b>8</b>
1 Antecedentes históricos.....	8
1.2 Fundamentación teórica.....	9
1.3 Ciclos de trabajos de la gestión de mantenimientos.....	9
1.4 Etapas del modelo de gestión de mantenimiento.....	10
1.4.1 Etapa 1: Análisis de las estrategias y responsabilidades de mantenimiento.....	10
1.4.2 Etapa 2: Jerarquización de equipos.....	10
1.4.3 Etapa 3: Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto.....	11
1.4.4 Etapa 4 Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios.....	11

1.4.5 Etapa 5 Programación del mantenimiento y optimización de recursos .....	11
1.4.6 Etapa 6 Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento.....	11
1.4.7 Etapa 7 Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos .....	12
<b>1.5 Refrigeración Industrial.....</b>	<b>12</b>
1.5.1 Requisitos de seguridad en las áreas de trabajo.....	12
1.5.2 Características del amoníaco.....	13
1.5.3 Ventajas del amoníaco.....	13
<b>Capítulo II.....</b>	<b>15</b>
2. Acciones de mejora .....	15
2.1 Metodología Kaizen.....	15
2.2 Manual de procedimientos.....	18
2.3 La Importancia de un manual de procedimientos.....	18
2.3.1 Beneficios.....	19
2.3.2 Ventajas de un manual de procedimiento.....	19
2.4 Mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración industrial.....	19
2.4.1 Beneficios del mantenimiento preventivo.....	20
2.4.2 Tipos de mantenimientos preventivos.....	21
2.5 ¿Que es un manual de mantenimiento?.....	22
2.6 Revisiones y servicios de las maquinas de refrigeración industrial de amoníaco .....	23
2.7 Registros de controles .....	23
2.7.1 Beneficios de un registro de control.....	23
2.8 Ventajas de los registros de mantenimiento.....	24
2.9 Presupuesto anual de mantenimiento del sistema de refrigeración industrial.....	25
2.9.1 Beneficios del presupuesto de mantenimiento.....	26
2.9.2 Ciclo de un presupuesto de mantenimiento.....	26
2.10 Costo total de mantenimientos .....	27
2.11 Las partidas industriales .....	27
<b>Capítulo III.....</b>	<b>28</b>
3. Mantenimientos diarios.....	28



3.1	Mantenimientos semanales.....	28
3.2	Mantenimientos mensuales.....	29
3.3	Mantenimiento trimestral.....	29
3.4	Mantenimiento anual .....	29
3.5	Registro de control del mantenimiento de los compresores vilter.....	31
3.6	Mantenimiento por horas de trabajo del compresor de tornillo.....	32
3.6.1	Mantenimiento de 200 horas .....	32
3.6.1.1	Circuito de aceite .....	32
3.6.1.2	Unidad compresora.....	33
3.6.1.3	Calibracion de control.....	34
3.6.1.4	Compresor.....	34
3.6.2	Mantenimiento de 5000 horas .....	34
3.6.2.1	Circuito de aceite.....	35
3.6.2.2	Unidad compresora.....	36
3.6.2.3	Calibración de control.....	37
3.6.2.4	Compresor .....	37
3.6.3	Mantenimiento de 10000 horas .....	38
3.6.3.1	Circuito de aceite.....	38
3.6.3.2	Unidad compresora.....	40
3.6.3.3	Calibración de control.....	40
3.6.3.4	Compresor .....	41
3.6.4	Mantenimiento de 20000 horas .....	41
3.6.4.1	Circuito de aceite.....	42
3.6.4.2	Unidad compresora.....	43
3.6.4.3	Calibracion de control.....	44
3.6.4.4	Compresor .....	44
3.6.5	Mantenimiento de 30000 horas .....	45
3.6.5.1	Circuito de aceite.....	45
3.6.5.2	Unidad compresora.....	46

3.6.5.3	Calibracion de control.....	47
3.6.5.4	Compresor .....	48
3.6.6	Mantenimiento de 40000 horas .....	48
3.6.6.1	Circuito de aceite.....	48
3.6.6.2	Unidad compresora.....	49
3.6.6.3	Calibracion de control.....	50
3.6.6.4	Compresor .....	51
3.6.7	Mantenimiento de 50000 horas .....	51
3.6.7.1	Circuito de aceite.....	51
3.6.7.2	Unidad compresora.....	52
3.6.7.3	Calibracion de control.....	53
3.6.7.4	Compresor .....	54
3.6.8	Mantenimiento de 60000 horas .....	54
3.6.8.1	Circuito de aceite.....	54
3.6.8.2	Unidad compresora.....	55
3.6.8.3	Calibracion de control.....	57
3.6.8.4	Compresor .....	57
3.6.9	Mantenimiento de 70000 horas .....	58
3.6.9.1	Circuito de aceite.....	58
3.6.9.2	Unidad compresora.....	59
3.6.9.3	Calibracion de control.....	60
3.6.9.4	Compresor .....	60
3.6.10	Mantenimiento de 80000 horas.....	61
3.6.10.1	Circuito de aceite .....	61
3.6.10.2	Unidad compresora .....	62
3.6.10.3	Calibracion de control .....	64
3.6.10.4	Compresor.....	64
3.6.11	Mantenimiento de 90000 horas.....	65
3.6.11.1	Circuito de aceite .....	65

3.6.11.2	Unidad compresora .....	66
3.6.11.3	Calibracion de control .....	67
3.6.11.4	Compresor.....	68
3.6.12	Mantenimiento de 100000 horas.....	68
3.6.12.1	Circuito de aceite .....	68
3.6.12.2	Unidad compresora .....	69
3.6.12.3	Calibracion de control .....	70
3.6.12.4	Compresor.....	71
3.6.13	Mantenimiento de 110000 horas.....	72
3.6.13.1	Circuito de aceite .....	72
3.6.13.2	Unidad compresora .....	72
3.6.13.3	Calibracion de control .....	73
3.6.13.4	Compresor.....	74
3.6.14	Mantenimiento de 120000 horas mantenimiento mayor .....	75
3.6.14.1	Circuito de aceite .....	75
3.6.14.2	Unidad compresora .....	76
3.6.14.3	Calibracion de control .....	78
3.6.14.4	Compresor.....	79
3.7	Evidencias del trabajo realizado.....	80
3.7.1	Evidencia física.....	80
3.7.2	Evidencia documentada.....	82
3.8	Diseño de registros.....	82
3.9	Indicaciones para cumplir al llenar el registro acta entrega de trabajo.....	82
3.10	Formato registro acta entrega de trabajo.....	83
3.11	Diseño registro acta entrega de trabajo.....	86
3.12	Calculo del presupuesto de mantenimiento.....	87
3.13	Rubros del presupuesto de mantenimiento industrial.....	87
3.14	Formato del presupuesto de mantenimiento del compresor de tornillo.....	89

<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	92
3.15 Conclusiones.....	92
3.16 Recomendaciones.....	93
<b>Anexos</b> .....	94
<b>Glosario</b> .....	98
<b>Bibliografías</b> .....	101

## Índice de Tablas

Tabla 1 Refrigerante de amoníaco.....	14
Tabla 2 Metodología Kaizen.....	16
Tabla 3 Rubros.....	88
Tabla 4 Grupos de indicadores.....	90

## Índice de Figuras

Figura 1 Sistema de refrigeración de amoníaco .....	2
Figura 2 Ubicación geo referencial Electrovalle .....	3
Figura 3 Principio teórico de metodologías y técnicas de mejora .....	17
Figura 4 Kaizen como un elemento del TQM .....	17
Figura 5 Pasos de un manual de mantenimiento preventivo .....	20
Figura 6 Matriz de programación de mantenimientos .....	31
Figura 7 Filtros de aceite.....	32
Figura 8 Vaciado de compresor reduciendo la humedad .....	35
Figura 9 Inspección cantidad y evaluación de aceite .....	38
Figura 10 Revisión íntegra de la calidad del aceite .....	39
Figura 11 Retiro de aceite no viable .....	39
Figura 12 Filtro de malla nuevo .....	42
Figura 13 Cambio del Filtro Coalescente .....	46
Figura 14 Sistemas íntegros de drenajes coalescente .....	49
Figura 15 Limpieza de la malla de succión .....	52
Figura 16 Integración de filtros para malla líquida .....	56
Figura 17 Filtros de malla líquidos .....	56
Figura 18 Alineación e integridad de acoples .....	59
Figura 19 Inspección por giro en dirección opuesta .....	61
Figura 20 Motor vacío .....	63
Figura 21 Integración del sistema motor / compresor .....	63
Figura 22 Transductor .....	67
Figura 23 Rtds (Ondas de temperatura) .....	70
Figura 24 Inspección de fugas utilizando mechas de azufre para verificación de amoníaco .....	71
Figura 25 Válvula deslizante .....	74

Figura 26 Cambio de rodamientos y estrellas de compresión .....	78
Figura 27 Compresor de válvula deslizante .....	79
Figura 28 Tablero de control del compresor de tornillo.....	80
Figura 29 Descripción del mantenimiento realizado en el compresor de tornillo.....	81
Figura 30 Diseño Registro Acta entrega de Trabajo.....	86
Figura 31 Formato de presupuesto para el cálculo de mantenimiento.....	89
Figura 32 Trabajo de Soldadura en la tubería (cambio de válvula solenoide).....	94
Figura 33 Mantenimiento de los motores del condensador.....	94
Figura 34 Mantenimiento de limpieza de las bandas de filtro de agua del condensador.....	95
Figura 35 Montaje y acople de la tubería en la bomba del condensador.....	95
Figura 36 Mantenimiento a la tubería del sistema de refrigeración industrial.....	96
Figura 37 Limpieza y cambio de los filtros coalescentes.....	96
Figura 38 Implementación del registro de acta entrega de trabajo.....	97

## Resumen

Este trabajo tiene como objetivo diseñar y proponer acciones de mejora en los procedimientos faltantes de mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos de refrigeración industrial.

Para este trabajo se consideraron varios aspectos, que se analizaron con la información proporcionada por la empresa Electrovalle, del análisis realizado se logró evaluar el procedimiento que realizan los técnicos en los mantenimientos para cada cliente en sus plantas industriales, dicho estudio arrojó varios errores al momento de realizar los mantenimientos preventivos como correctivos.

Se ha identificado que se omite en el proceso de mantenimiento el registro de omisión de pasos de procedimientos y acta entrega de recepción del trabajo realizado al gerente a la cual se le realiza el mantenimiento, se propone implementar acciones de mejora creando un manual de procedimientos para que con esto los técnicos tengan el conocimiento de qué mantenimiento se debe realizar en cada máquina, formatos de registros de controles que evidencien el cumplimiento y entrega del trabajo solicitado por el cliente e informes a entregar a los clientes del presupuesto de los próximos mantenimientos.

Para los clientes estas acciones de mejora les beneficiarán mucho ya que se cumplirá todos los procedimientos a realizar un mantenimiento y se evidenciará la realización del trabajo quedando en constancia del cliente y dándole a conocer cuando será el próximo mantenimiento y lo que se realizará.

**Palabras claves:** Implementar, preventivo, industrias, procedimiento, servicio, cumplimiento, evidenciara, mantenimiento.

## Abstract

This work aims to design and propose improvement actions in the missing preventive and corrective maintenance procedures in industrial refrigeration equipment.

For this work, several aspects were considered, which were analyzed with the information provided by the company Electrovalle, from the analysis carried out, it was possible to evaluate the procedure carried out by the maintenance technicians for each client in their industrial plants, said study yielded several errors at the time. to carry out preventive and corrective maintenance.

It has been identified that in the maintenance process the record of omission of procedural steps and the record of receipt of the work carried out to the manager to whom the maintenance is performed is omitted, it is proposed to implement improvement actions by creating a procedures manual to With this, the technicians have the knowledge of what maintenance must be carried out on each machine, control record formats that demonstrate compliance and delivery of the work requested by the client and reports to be delivered to clients on the budget for upcoming maintenance.

For customers, these improvement actions will greatly benefit them since all the procedures to carry out maintenance will be followed and the completion of the work will be evidenced, keeping the customer on record, and letting them know when the next maintenance will be and what will be done.

**Keywords:** Implement, preventive, industries, procedure, service, compliance, evidence, maintenance.



## **Introducción**

En Europa la refrigeración y climatización industrial ha adquirido una enorme importancia desde los inicios del siglo XX, el diseño de los sistemas de refrigeración y enfriamiento sigue adaptándose para cumplir con los requerimientos de diferentes industrias en función de sus diferentes características, por ese motivo, se puede afirmar que las empresas distribuyen e instalan tecnología de refrigeración, éstas contribuyen de manera decisiva a impulsar la economía mundial.

Es esencial conservar la vida útil de una maquina a lo largo de su ciclo de productividad, ya que este podría ocasionar un mal mantenimiento incrementando gastos en pérdidas y reparación del equipo.

Es indispensable ejecutar correctamente los procedimientos de mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración ya sea comercial o industrial.

En máquinas de refrigeración es importante el mantenimiento para extender y lograr las condiciones óptimas de funcionamiento de sistemas de frio comercial e industrial. [1]

### **Sistema de refrigeración con amoníaco**

Este refrigerante es ampliamente utilizado por sus componentes altamente favorables.

Se trata de un gas compuesto por hidrogeno y nitrógeno, se caracteriza por ser incoloro y con un olor fuerte. El amoníaco existe tanto de manera artificial como natural en el entorno.

En aplicaciones de congelación y refrigeración, se utiliza el amoníaco anhidrido es cual es libre de agua y tiene al grado de pureza. [2]

Este refrigerante se utiliza en industrias grandes que supera los 300kw de capacidad en refrigeración, a lo largo de más de 100 años el amoníaco es un refrigerante útil para aplicaciones de baja a media temperatura, aunque en las últimas décadas estas instalaciones han experimentado avances tecnológicos significativos especialmente en medidas de seguridad.

Es un refrigerante amigable hacia el medio ambiente, el único problema es su inflamabilidad y su toxicidad el cual lo clasifica como un refrigerante de media seguridad, la composición del refrigerante de amoníaco es excelente en comparación con los refrigerantes fluorados.

La operación fundamental de un sistema de enfriamiento que utiliza amoníaco se fundamenta en un periodo completo que comprende condensación y evaporación, formando un circuito cerrado, algunos de los factores que caracterizan los parámetros de los conductos de condensación y evaporación, junto con los demás componentes incluyendo el punto de ebullición que se encuentra a  $-33^{\circ}\text{C}$ . [3]

El refrigerante R717 amoníaco ingresa al sistema de refrigeración desde el compresor, generando presión hasta 150 psi transportando por la tubería amarilla a la condensadora, condensa el gas a alta presión a amoníaco líquido, viaja nuevamente por la tubería y llega al tanque recibidor, almacenando el amoníaco líquido el cual se distribuye el refrigerante a las diferentes líneas de las plantas de producción para el uso en el proceso de congelación de los alimentos o fermentación como se ilustra en la Figura 1.



**Figura 1.** Sistema de refrigeración de amoníaco [4]



En la recolección de información obtenida directamente por la empresa Electrovalle y del personal del departamento de mantenimiento, informan que hay una buena organización en el equipo de trabajo al dar mantenimiento a las máquinas compresoras del sistema de refrigeración industrial con amoníaco.

1. Se evidencia que en la empresa Electrovalle, no se ha desarrollado información documentada de los procedimientos a realizar en los mantenimientos preventivos y correctivos, evidenciando que existe omisión de procesos a seguir y desconocimiento de como operar en acciones no rutinarias.

Por la falta de experiencia, en el mes de enero del 2023 se colocó una rodela inobservando la medida y acople, causando un atoramiento en los tornillos de un compresor y provocando el daño total de la máquina, consecuencia de esta omisión una pérdida económica bastante alta para la empresa Electrovalle ya que esta debió cubrir con el arreglo de dicho compresor.

2. Se ha identificado la falta de formatos de registros de acta entrega - recepción de los mantenimientos realizados en las plantas de trabajo de los clientes, esto ha ocasionado desconocimiento en el procedimiento realizado y posibles manipulaciones en las maquinarias y partes eléctricas por parte de los operarios que podrían causar reprocesos y daños.

3. La falta de entrega de información documentada oportuna de la empresa Electrovalle hacia los clientes sobre los mantenimientos próximos a realizarse en las máquinas del sistema de refrigeración industrial con una periodicidad semestral o anual, causa desconocimiento y desequilibrio presupuestario, lo que ocasiona una afectación en las cuentas por cobrar ya que puede ocasionar que se generen créditos mayores a 60 días y posibles prorrogas en los pagos del tiempo establecido.

## **Justificación**

1. Mediante una evaluación de los procesos que gestiona la empresa Electrovalle se ha identificado que no se ha realizado información documentada de los procedimientos a realizar en los mantenimientos preventivos y correctivos evidenciando omisión de pasos a seguir en los procedimientos a realizar en cada mantenimiento.

Se plantea la elaboración de un manual que abarque tanto el mantenimiento correctivo como el preventivo evitando omisiones en el procedimiento a realizar en cada mantenimiento, con la finalidad de que todos los técnicos adquieran el mismo conocimiento y lo apliquen de forma eficiente al momento de realizar el trabajo.

2. Se han registrado reclamos de los clientes debido a la ausencia de un documento que respalde con firma de recepción del trabajo realizado por los técnicos de Electrovalle.

Por este motivo se realizará un registro de acta – entrega quedando en evidencia el trabajo realizado por los técnicos de la empresa Electrovalle.

3. Los clientes negocian a plazos mayores a 60 días los pagos debido a que no planifican el presupuesto real de cada mantenimiento.

Se realizará un informe presupuestario a cada cliente en el cual se describa la programación semestral o anual con el costo para cada mantenimiento logrando con esto que el cliente asigne recursos en su planificación presupuestaria en las fechas programadas con los cambios de repuestos y lubricantes.

## **Grupo objetivo**

Esta investigación tiene como objetivo diseñar, proponer y mantener acciones de mejora en los procedimientos faltantes del servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a las máquinas de refrigeración industrial con amoníaco.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Propuesta de acciones de mejora en los servicios de mantenimiento de los sistemas de refrigeración industrial.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar un manual de procedimientos del mantenimiento a realizar en las máquinas de refrigeración industrial.
- Establecer diseños de formatos de registros de controles que evidencien la realización del trabajo realizado de controles operativos.
- Realizar un presupuesto anual de mantenimientos del sistema de refrigeración industrial, a entregar a los clientes, con la finalidad que asignen los recursos necesarios según la periodicidad, para evitar fallos, daños y paradas de producción no planificadas.

## **Metodología**

La metodología de la investigación se refiere a como el investigador diseña sistemas de estudio para obtener resultados confiables que con lleven a la obtención de objetivos de la investigación.

### **Metodología mixta de investigación**

La metodología mixta ya sea cualitativa o cuantitativa puede proveer una aproximación que analiza y combina datos estadísticos.

Son formas de conocimiento altamente complementarias. [5]

### **Método cuantitativo**

Este tipo de metodología o investigación es el conjunto de estrategias que ayudan al procesamiento y obtención de información que logra emplear técnicas formales y magnitudes numéricas para su análisis.

Este método es aquel que utiliza valores numéricos para determinar la manifestación de un objeto o persona.

Las técnicas que se emplean en este método son experimentos, encuestas y predicciones. [6]

### **Método cualitativo**

Esta metodología es el procedimiento que se sigue para obtener información y producir conocimiento mediante datos no numéricos, permite examinar a profundidad fenómenos ligados a las experiencias humanas.

Emplea técnicas distintas a la encuesta y al experimento, tales como entrevistas, revisiones de documentos o técnicas de observación. [7]

# Capítulo I

## Marco teórico

### 1. Antecedentes históricos

En Ecuador la mayoría de industrias utilizan los sistemas de refrigeración industrial, optimizando procesos de conservación, congelación, almacenamiento y distribución de productos en las industrias alimentaria, avícola, agrícola, de bebidas, farmacéutica, etc., logrando altos estándares de calidad en todas las regiones del país, por citar algunas fábricas que usan el sistema de refrigeración con amoníaco son: Nestlé, Cervecería Nacional, Tesalia, Arca del Ecuador, Danec, Rey Leche, Andina, Pasteurizadora Quito.

Hoy en día la refrigeración industrial con amoníaco es de mayor demanda al garantizar vida útil mayor a 30 años de los compresores, el precio del amoníaco es bajo, el gasto en suministro de energía es racional con relación al uso y productividad del sistema de refrigeración instalado, es 100% ecológico y seguro, logrando competir en el mercado y logrando un precio competitivo de los productos elaborados.

La evolución de la industria ha traído mayor complejidad de los sistemas de refrigeración industrial y a su vez mayor disponibilidad y confiabilidad, la garantía de la funcionalidad del sistema de refrigeración industrial es debido a la aplicación de las medidas de mantenimiento preventivo.

La propuesta de este trabajo es desarrollar acciones de mejora en los mantenimientos preventivos para optimizar recursos a la empresa Electrovalle y garantizar el cumplimiento y efectividad del trabajo realizado.



## **1.2 Fundamentación teórica**

La gestión de planificación de mantenimientos es una rama de la materia de procesos de manufactura el cual se especializa en investigar técnicas y metodologías de formatos, registros, controles operativos que evidencien la eficacia del proceso productivo de la organización.

Permite la selección de equipos con un mínimo costo, teniendo en cuenta la seguridad, el funcionamiento y el ciclo de vida de las máquinas.

Este es un proceso dependiente de los factores que están relacionados con la administración del mantenimiento, como elementos externos e internos hacia la empresa. La situación óptima es la incorporación de la administración de las labores de mantenimiento en el sistema de refrigeración industrial.

## **1.3 Ciclos de trabajos de la gestión de mantenimientos**

### **Primer ciclo: Mantenimiento habitual**

El orden lógico del procedimiento táctico-operativo de las labores de mantenimiento, que comprenden la planificación, distribución de tareas asignadas de trabajo, planificación y su respectiva ejecución.

### **Segundo ciclo: Mejoramiento continuo**

Es el análisis de lo aplicado con el fin de identificar posibilidades de mejoras al llevar a cabo las actividades requeridas para implementar mejoras establecidas.

## **1.4 Etapas del modelo de gestión de mantenimiento**

### **1.4.1 Etapa 1: Análisis de las estrategias y responsabilidades de mantenimiento**

Se requiere llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la situación inicial o actual en lo que respecta a la integración de herramientas para la gestión del mantenimiento. En este diagnóstico, se deben considerar todos los aspectos relacionados con el mantenimiento de los equipos disponibles, tales como la planificación, programación y ejecución de las tareas de mantenimiento, el historial de fallas, los indicadores de tiempo promedio entre fallas (MTTF) y tiempo promedio de reparación (MTTR), los recursos financieros asignados al mantenimiento, así como el impacto económico en la producción, entre otros.

### **1.4.2 Etapa 2: Jerarquización de equipos**

El análisis de criticidad se refiere a metodologías que permiten establecer la jerarquía o prioridades de un proceso, sistema o equipos, basándose en el parámetro de valor conocido como "Criticidad", el cual guarda una relación proporcional con el "Riesgo".

Estas metodologías generan una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, tanto en los enfoques cualitativos como cuantitativos. Se utilizan datos objetivos para crear una guía de criticidad que considera diversos factores, como la frecuencia de fallas, los impactos en la producción, los costos de reparación, el tiempo de reparación, los impactos en la seguridad personal y ambiental. [8]

El riesgo se calcula como el producto de la frecuencia y la consecuencia. La frecuencia se determina por el número de fallas en un período de tiempo determinado, mientras que la consecuencia incluye el impacto operacional, la flexibilidad, los costos de mantenimiento y el impacto en términos de seguridad y medio ambiente.

### **1.4.3 Etapa 3: Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto**

Se lleva a cabo una minuciosa inspección técnico-visual de todos los equipos clasificados como críticos en la planta. Los equipos considerados como de microcrítica serán inspeccionados con un nivel de detalle menor. En cuanto a los activos no críticos, no será imprescindible destinar recursos de inspección, ya que su impacto en el sistema en caso de falla no es significativo, por lo tanto, se permitirá que los equipos no críticos continúen operando hasta que ocurra una falla.

### **1.4.4 Etapa 4: Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios**

Una de las estrategias más utilizadas en los métodos para establecer los planes de mantenimiento es la RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad). Este enfoque permite determinar de manera efectiva las necesidades de mantenimiento de cualquier activo físico en su entorno operativo, además, la RCM identifica las funciones de un sistema y cómo esas funciones pueden experimentar fallas.

### **1.4.5 Etapa 5: Programación del mantenimiento y optimización de recursos**

Se elabora una planificación exhaustiva de todas las actividades de mantenimiento, teniendo en cuenta las demandas de producción a lo largo del tiempo y los costos de oportunidad asociados a la ejecución de dichas tareas. La programación de las actividades de mantenimiento busca optimizar la asignación de recursos humanos y materiales, al tiempo que se minimiza el impacto en la producción.

### **1.4.6 Etapa 6: Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento**

Es necesario evaluar la ejecución de las actividades de mantenimiento y controlar cualquier desviación con el fin de seguir constantemente los objetivos empresariales.

El seguimiento de la ejecución proporciona retroalimentación y permite mejorar el diseño de los planes de mantenimiento para optimizar su diseño, perfeccionando así su efectividad.

### **1.4.7 Etapa 7: Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos**

Al estimar los costos reales de un activo a lo largo de su vida útil, es necesario manejar múltiples variables, que abarcan las pruebas de instalación, el mantenimiento, la operación, la capacitación de los trabajadores, entre otros aspectos.

El costo total a lo largo del ciclo de vida se calcula al identificar las actividades relevantes en cada etapa (producción, fabricación, diseño).

## **1.5 Refrigeración Industrial**

La refrigeración industrial establece que un compresor comprime la temperatura de condensación del gas seco que provoca al separar a una temperatura de evaporación que contiene el gas de descarga al condensador, luego de lo cual en el condensador el calor se disipa y el refrigerante se condensa.

El refrigerante es transportado del condensador al mecanismo de expansión, en este proceso el refrigerante amoníaco se extiende a temperaturas de evaporación donde el separador aleja el gas líquido. [9]

### **1.5.1 Requisitos de seguridad en las áreas de trabajo**

1) Todas las cisternas del sistema de refrigeración deben tener un documento que especifique:

- a) Espesor del cabezal y manto.
- b) Material de construcción.
- c) Año de elaboración.
- d) Nombre del fabricante.
- e) Pruebas de presión.

- 2) El trabajo de operación en el sistema de enfriamiento debe realizarse por un especialista.
- 3) Para los sistemas de refrigeración deben tener un operador, el cual ejecutará actividades de vigilancia, operación y supervisión.
- 4) Todo trabajador que realice actividades en industrias con el sistema de refrigeración debe estar entrenado y capacitado.
- 5) Ningún trabajador puede fumar en la industria.
- 6) En el trabajo de soldadura y corte se debe tener en cuenta la realización y su planificación, considerando el plan de emergencia y el protocolo de trabajo seguro.
- 7) Evitar instalar equipos que trabajen con llama ni compresores de aire. [10]

### **1.5.2 Características del amoníaco**

Es un importante disolvente, siendo más importante que el agua para algunas sustancias orgánicas.

Al momento de almacenar amoníaco en un depósito donde se encuentra una fase líquida y fase gas, la temperatura del líquido dependerá de la presión del almacenamiento.

El amoníaco se caracteriza por ser un líquido o gas incoloro el cual se lo identifica como un sólido blanco. [11]

### **1.5.3 Ventajas del amoníaco**

- El amoníaco emite un fuerte olor, el cual permite que sea posible detectar mediante el olfato logrando evitar que la concentración pueda alcanzar valores dañinos.

- Es un refrigerante no contaminante por lo que no afecta al medio ambiente, de manera que la (EPA) ha catalogado el amoníaco como un remplazo de sustancias dañinas en las principales áreas industriales, incluyendo el aire acondicionado y la refrigeración.
- Este refrigerante tiene un rendimiento de un 3-10 % superiores a distintos refrigerantes.
- El costo del amoníaco es menor que otros y se requiere una cantidad menor para la aplicación. [12]

El amoníaco es un refrigerante el cual es utilizado en diversas aplicaciones industriales y comerciales el mismo que brinda varias ventajas que se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Refrigerante de Amoníaco

<b>REFRIGERANTE AMONÍACO</b>	
1	Economía
2	Disponibilidad
3	Consumo energético
4	Seguridad
5	Regulaciones
6	Medioambiente

Ventajas del Refrigerante de Amoníaco

## Capítulo II

### 2. Acciones de mejora

Permiten a las empresas mejorar la gestión y facilitar los objetivos a partir de las sugerencias planteadas por las partes interesadas.

Los procesos de mejora continua ayudan a los requerimientos del personal con eficiencia, calidad y efectividad, ya que se pueden encontrar en un entorno dinámico, flexible y complejo. [13]

#### 2.1 Metodología Kaizen

Es la mejora continua que involucra la participación con aportes innovadores y estratégicos permanente de los colaboradores y la alta dirección para crear acciones que benefician la producción y competitividad de las Organizaciones.

Kaizen es considerada mística japonesa que se aplica en todos los ámbitos con diversas técnicas para maximizar la producción, tecnología y maquinaria más eficientes, reduciendo las ineficiencias para aumentar la satisfacción de las partes interesadas. [14]

La metodología Kaizen puede ser interpretado como una estrategia para lograr una correcta organización y un ambiente laboral disciplinado para disminuir o eliminar los tiempos improductivos.

Se representa mediante las cinco S del método Kaizen.

Seiri: clasificar entre lo útil y lo inútil.

Seiton: ordenar lo útil y decidir sobre lo inútil.

Seiso: mantener el orden y la limpieza.

Seiketsu: cuidar la higiene y el aseo personal.

Sheitzuke: fomentar la disciplina y el autocontrol para una mejor productividad.

Las investigaciones analizadas que siguen la vertiente japonesa se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Metodología Kaizen [14]

Autores	Enfoque del Estudio	Conclusión de la Investigación	Técnicas y Herramientas de Kaizen
Malloch	Empírico, caso de estudio en la Empresa UK Dieselco	La implementación del Kaizen requiere una estrategia racional por parte de los gerentes para evitar confusiones entre conceptos	1 Equipos de mejora 2 Estandarización 3 Control Total de Calidad 4 Mantenimiento Productivo Total
Gond Halekar	Empírico, caso de estudio en la Organización India	El Kaizen ayuda a la alineación entre los objetivos de la empresa y la de los empleados por lo que contribuye a la sostenibilidad	1 Sistema reconocimiento 2 Formación activa 3 Sistemas de mejora 4 Equipos de mejora
Tanner y Roncarti	Empírico, caso de estudio en una organización que lidera el mercado de catéteres intravenosos	Los factores críticos cruciales para la implementación del Kaizen son: a) Enfoque en la acción relacionado con la mejora por parte de los equipos b) Vincular técnicas y herramientas con las metas	1 Equipos de mejora 2 Estandarización 3 Control Total de calidad 4 Mantenimiento Productivo Total 5 Justo a Tiempo

Investigaciones del Kaizen en su vertiente japonesa



Las técnicas desarrolladas a través del tiempo para diversos procesos se presentan a continuación en la Figura 3 y 4.

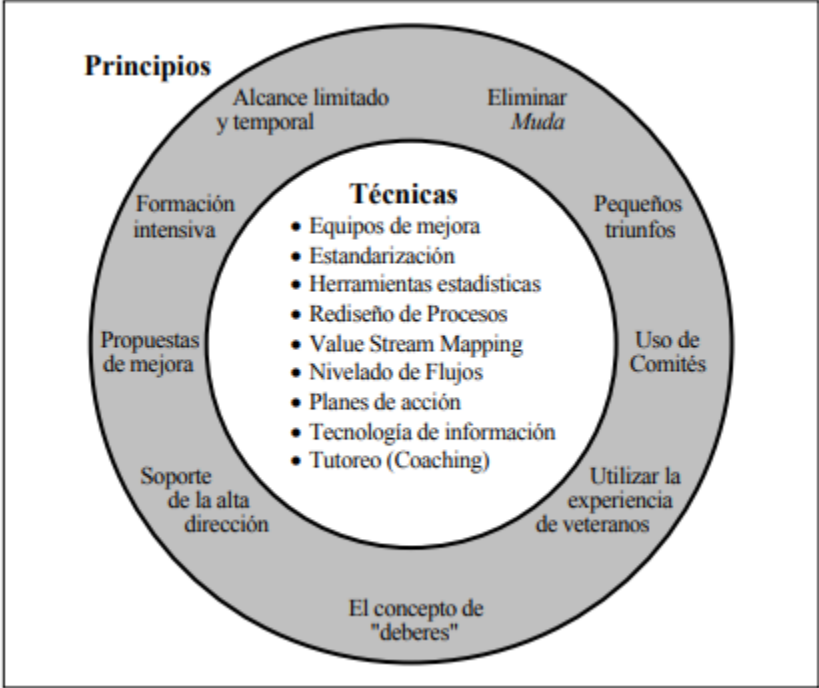


Figura 3. Principio teórico de metodologías y técnicas de mejora, [14]

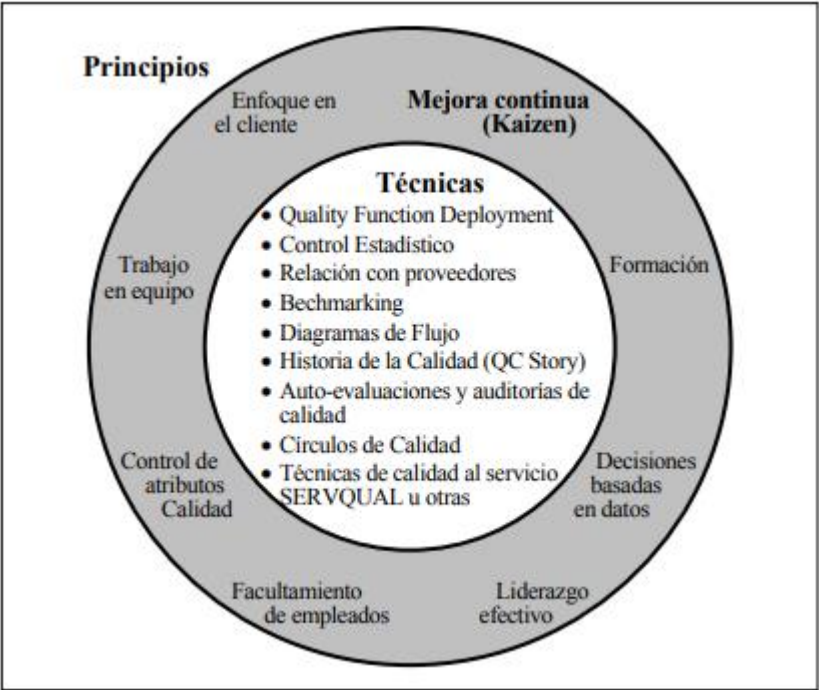


Figura 4. Kaizen como un elemento del TQM, [14]

## **2.2 Manual de procedimientos**

Es un documento en el cual se describen los pasos a seguir de forma óptima segura y eficiente en la ejecución de procedimientos.

Los manuales logran que las empresas administren las estrategias, operaciones y el trabajo enfocado hacia los resultados, logrando mantener los estándares de eficiencia, cumplimiento de calidad y flujo adecuado del trabajo mediante la estandarización de procesos.

Estos documentos reúnen procedimientos y políticas que demuestran los valores, cultura y la visión de la empresa, así como obligaciones, necesidades y responsabilidades de cada trabajador, ya que se proporciona documentación de cada procedimiento que tiene la empresa. El manual tiene el propósito de obtener información ordenada, detallada, integral y sistemática que tiene todas las responsabilidades, pautas, instrucciones sobre las funciones, políticas y las distintas actividades o pasos que se ejecutan en una empresa. [15]

La organización al momento de implementar un mecanismo de control interno debe tener en cuenta el procedimiento integral, ejecutando responsabilidades al encargado de cada área, generando información necesaria y útil, proponiendo medidas de control, autocontrol y de seguridad.

Cada procedimiento que se encuentra en el manual debe ser técnicamente identificado y objetivo, dando importancia a cada paso ya que se encuentra dentro del proceso operacional y productivo. [16]

## **2.3 La importancia de un manual de procedimientos**

La importancia de contar con un manual de procedimientos es dar a entender de manera clara a cada uno de los operarios cada paso a cumplir, procedimientos y cada resultado que se debe lograr al ejecutar una acción en la industria.

Se puede crear un patrón de trabajo el cual controle las acciones a ejecutar dentro de la organización logrando obtener los resultados previstos.

### **2.3.1 Beneficios**

Es una herramienta muy importante para cualquier industria, abarca varios beneficios para lograr la seguridad de cada empleado, el estándar y simplificación de la comunicación ya que al tener el manual sabes cual es el procedimiento por seguir.

### **2.3.2 Ventajas de un manual de procedimiento**

- Control interno.
- Optimiza los procesos.
- Ahorra tiempo.
- Delimita la responsabilidad.
- Crea expectativas.
- Mejor comunicación.
- Mejora la imagen de la empresa.

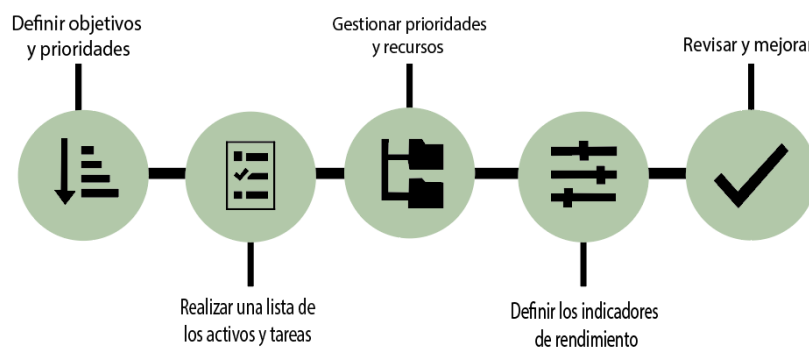
## **2.4 Mantenimiento preventivo de los equipos de refrigeración industrial**

El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones planificadas cuyo objetivo es evitar averías y prevenir fallos en las plantas industriales de refrigeración, tiene como objetivo proteger a los operarios y evitar daños a los equipos que provoquen pérdidas y reparaciones. Este mantenimiento alcanza y prolonga condiciones del funcionamiento en la maquinaria, en los sistemas de frío comercial, frío industrial y en los equipos de refrigeración industrial.

Estos se planifican para minimizar la aparición de impurezas que se pueden acumular en la superficie, evitar metal comido, aumentos y bajas térmicas, reducción del espesor de tubos, aparición de grietas, cantidad adecuada de lubricante, rodela en mal estado que deterioren rápidamente a los compresores, y muchos más problemas que deterioren y provoquen desgaste en las máquinas. [17]

El mal funcionamiento de estas máquinas suele suceder cuando existen rociadores obstruidos, correas mal tensadas puertas abiertas con obstrucciones en flujos de aire o juntas defectuosas, etc. El realizar este tipo de mantenimientos en los sistemas de frío comercial e industrial podría tener una consecuencia positiva en el ahorro de energía y en la vida útil de las máquinas de refrigeración industrial. [18]

Se puede decir que un mantenimiento preventivo es el método por el cual se verifica el grado de eficiencia y eficacia de cada empresa en los controles operativos, protege los activos de una empresa, logra reducir los costos de mantenimiento y logra garantizar un trabajo de calidad como se presenta en la Figura 5. [19]



**Figura 5.** Pasos de un manual de mantenimiento preventivo

#### **2.4.1 Beneficios del mantenimiento preventivo**

- Reducir reparaciones y costos innecesarios.
- Garantizar que los equipos se encuentren calibrados de acuerdo con las normas del fabricante.
- Prolongar la vida útil del equipo.
- Mayor productividad e ingresos.
- Lograr extender al máximo la duración de los componentes de una máquina o equipo.
- Reducir las horas extras de mantenimiento.
- Incrementar la fiabilidad y disponibilidad de las máquinas. [20]

## **2.4.2 Tipos de mantenimientos preventivos**

### **1. Mantenimiento basado en el tiempo**

Son chequeos periódicos realizados en intervalos de tiempo definidos por la empresa encargada de dar los mantenimientos, dejando de lado la utilización de los compresores de forma planificada y coordinada, estos chequeos según la periodicidad programada de tiempo ayudan a prolongar la vida útil del equipo verificando que todos sus componentes estén en buenas condiciones.

### **2. Mantenimiento basado en la utilización**

Se refiere al mantenimiento que implica el uso de los componentes de las máquinas, como la lubricación, el aceite y las rodela, que se utilizan periódicamente según su ciclo (cada 200 operaciones) o la revisión de los componentes del compresor, así como el seguimiento de su kilometraje.

### **3. Mantenimiento predictivo**

Este proceso está centrado en evitar algún daño o desgaste para poder corregirlo a tiempo, este procedimiento se enfoca en la programación de un mantenimiento, para mantener la eficiencia de las características y condiciones del equipo y su evaluación. [21]

### **4. Mantenimiento prescriptivo**

Este procedimiento sirve para programar los futuros mantenimientos basados en el tiempo de uso, los datos y los indicadores que se recoge de cada equipo.

Se requiere un alto control en los registros para identificar el próximo mantenimiento a realizar. [22]

## **2.5 ¿Qué es un manual de mantenimiento?**

El manual de mantenimiento es un compendio en el cual se encuentra registrado de manera detallada las pautas y los procedimientos a seguir en una empresa con el propósito de lograr un buen mantenimiento.

Se puede decir que es uno de los procedimientos más importantes con los que un equipo o empresa cuentan al momento de poner parámetros de asignación y planeación de recursos, como también de activos y materiales.

Este documento tiene como objetivo ayudar con información estandarizada entre los técnicos que intervienen en la implementación de los mantenimientos, obteniendo de esta forma que los operarios estén mejor capacitados y logrando la conservación de la infraestructura, la eficiencia de recursos y la protección tanto de los trabajadores como del equipo.

Para poder lograr que un manual de mantenimiento cumpla con todas las expectativas, deberá ser elaborado con las descripciones generales de las características y requisitos de funcionamiento de los equipos según sea el caso. [23]

La duración e integridad de los componentes de un equipo de refrigeración industrial depende en gran medida de cómo es utilizada. [24]

En equipos nuevos o de última tecnología, los manuales indican los procedimientos a seguir en cada mantenimiento, después, estos se convierten en documentos que con el pasar del tiempo tienden a realizar modificaciones al equipo, lo que varía en su funcionamiento y vida útil.

## **2.6 Revisiones y servicios de las máquinas de refrigeración industrial de amoníaco**

El chequeo cuidadoso del sistema de refrigeración industrial para asegurar que todos los componentes estén funcionando de manera eficiente desde la instalación y que no existan fugas, se debe establecer el mantenimiento preventivo y sistemático para lograr mantener una larga vida útil de los equipos. [25]

## **2.7 Registros de controles**

La empresa gestiona acciones de mejora según el enfoque basado en procesos, diseñando registros de controles para evidenciar el trabajo realizado.

Son formatos que contribuyen al registro de hallazgos encontrados por el personal de mantenimiento, de los procedimientos realizados, según el requerimiento de los clientes. [26]

### **2.7.1 Beneficios de un registro de control**

Los registros de control ayudan a revisar y aprender cómo corregir las fallas que se puedan presentar, evitando daños a futuro de la máquina con el fin de extender su duración. Si no se realiza un registro adecuado, no se podrá controlar ni mejorar.

Los beneficios de este registro son:

- Gestionar los procesos.
- Demostrar el cumplimiento.
- Evaluar el rendimiento de los procesos.
- Documentar la ejecución de un trabajo.

Las organizaciones independientemente del sector gestionan estrategias eficientes que les garantice sostenibilidad en el tiempo.

Un registro de control por cada mantenimiento realizado nos ayuda a mejorar los procesos futuros.

Gestionar y organizar las intervenciones de mantenimiento preventivo mediante un registro de control, permite a las empresas garantizar que todos los equipos se inspeccionen a intervalos regulares y que funcionen correctamente, evitando el riesgo de averías repentinas. [27]

## **2.8 Ventajas de los registros de mantenimiento**

Utilizando los archivos de mantenimiento de equipos se puede monitorear constantemente el estado del equipo, lo que permite a la empresa obtener una serie de beneficios como:

- **Ahorro de costos de reparación:** la documentación de las tareas de mantenimiento permite que los activos permanezcan en funcionamiento, esto reduce los costos de reparaciones o sustituciones repentinas.
- **Aumento del valor de los equipos:** los registros garantizan la correcta ejecución de los programas de mantenimiento, por lo tanto, la calidad misma del recurso. Un equipo que tiene un mantenimiento bien documentado aumenta su valor en comparación con otros equipos usados que no tienen registros de mantenimiento.
- **Mayor seguridad:** inspeccionar constantemente los equipos y realizar un seguimiento de las intervenciones con lo cual permite identificar problemas frecuentes, de esta manera se evitarán daños mayores y aumentará la seguridad del lugar de trabajo y de los operadores.



- **Mejor división de responsabilidades:** los equipos se asignarán a técnicos de mantenimiento, que deberán ocuparse de ellos y responsabilizarse de su correcto funcionamiento.
- **Desarrollo de programas de mantenimiento específicos:** cada equipo dispone de un registro de mantenimiento y de un programa de mantenimiento elaborado a medida en función del historial de intervenciones realizadas y por realizar. [28]

## **2.9 Presupuesto anual de mantenimiento del sistema de refrigeración industrial**

El presupuesto de mantenimiento es un plan financiero que determina los costos de operación y mantenimiento de una organización durante una programación de período de tiempos determinados.

El propósito del presupuesto de mantenimiento es garantizar la provisión y asignación de los recursos al tiempo planificado, para garantizar la continuidad del negocio, que la producción de las organizaciones se mantenga en condiciones de calidad y que los compresores del sistema de refrigeración industrial mantengan su vida útil.

La gestión del jefe de mantenimiento de cada organización, es relevante para determinar la asignación de los recursos en el presupuesto anual del mantenimiento de sistema de refrigeración industrial con amoníaco, la marca Vilter garantiza en los rodamientos del motor principal 15 años de vida útil, al operar compresión 20 a 1 en licencia energética los mono tornillo son robustos para garantizar la eficiencia de operación, no necesita intervenciones continuas, garantiza larga vida útil en los sellos mecánicos, el nivel de vibración y ruido es reducido con la emisión de bajos niveles, la programación de mantenimientos se debe realizar en rangos de 5000 horas y 10000 horas de uso de cada compresor. [29]

### **2.9.1 Beneficios del presupuesto de mantenimiento**

1. El plan de gastos ayuda a gestionar la asignación de los recursos, según la planificación de horas maquina programadas.
2. La creación de la planificación presupuestaria de mantenimientos es la guía para la programación de los mantenimientos.
3. Mantener la eficiencia de los activos de las Organizaciones.
4. Ahorrar perdidas por detenciones no deseadas en la producción de las empresas.

### **2.9.2 Ciclo de un presupuesto de mantenimiento**

- Revisar el historial de mantenimiento del equipo con el fin de determinar la duración estimada de su vida útil.
- Establecer prioridades en el mantenimiento según cada activo.
- Identificar las fechas de vencimiento de los contratos de mantenimiento.
- Solicitar cotizaciones a proveedores de servicios de mantenimiento (empresas o técnicos).
- Estimar el estado presupuestario.
- Comparar el presupuesto actual con el presupuesto del año fiscal.
- Informar a la alta dirección sobre el nuevo presupuesto y su alcance.

## **2.10 Costo total de mantenimientos**

La gestión del presupuesto es la decisión de asignar los recursos, se debe demostrar cómo se está llevando a cabo el proceso del mantenimiento de los recursos y de las instalaciones de la empresa.

## **2.11 Las partidas industriales**

Un presupuesto es un plan financiero que establece las partidas de gasto para la implementación de programas destinados al personal durante un período determinado, estas partidas sirven como guía para la puesta en marcha de los programas y planes, y también funcionan como puntos de referencia para su evaluación una vez que se han completado.

## Capítulo III

En Electrovalle se realizan varios mantenimientos de acuerdo con la maquinaria que se utiliza. Entre los más importantes tenemos:

### 3. Mantenimientos diarios

1. Revisar los valores de aceite.
2. Revisar todas las mediciones de presión y temperatura.
3. Verificar la presión de entrada y salida del filtro de aceite de micras para identificar posibles caídas de presión excesiva. Se debe cambiar el filtro de aceite cada seis meses o cuando la caída de presión supere los 45 psi.
4. Se debe limpiar los filtros de malla cada vez que se reemplace el cartucho del filtro.
5. Identificar los sonidos del compresor en caso de ruidos anormales.
6. Revisar los sellos del eje en busca de posibles fugas excesivas de aceite, esto logra que se lubrique las caras del sello.

### 3.1 Mantenimientos semanales

1. Se debe revisar el sistema de refrigeración con un detector de fugas apropiado para poder detectar alguna fuga presente.
2. Revisar las presiones de aceite y revisar los registros del microprocesador y las páginas de eventos.
3. Revisar los niveles de refrigerante en los tanques.

### **3.2 Mantenimientos mensuales**

1. Revisar el aceite de todos los motores y rodamientos.
2. Revisar la calibración y operación de todos los controles, especialmente los controles de seguridad.
3. Revisar el enfriador de aceite por si se encuentra evidencia de corrosión, descaramiento u otro problema.
4. Operar los controles de tasa de volumen y capacidad del compresor a lo largo de su rango, manual y automáticamente.

### **3.3 Mantenimiento trimestral**

El mantenimiento trimestral se lo realizara a las 2000 horas de uso de la máquina.

Se debe revisar el movimiento del rotor del compresor en el extremo del acoplamiento de la transmisión para poder determinar la flotación de los rodamientos.


### **3.4 Mantenimiento anual**

1. Realizar una inspección exhaustiva de todo el sistema en caso de fugas.
2. Eliminar cualquier corrosión presente en el equipo, limpiar y pintar las áreas afectadas.
3. Aplicar lubricación a los pasadores de las válvulas y las roscas de las tapas de las válvulas.
4. Realizar un enjuague para eliminar sedimentos y otros materiales de los circuitos de agua.

5. Limpiar todos los filtros de malla de aceite.
6. Realizar una limpieza del filtro de malla en los compresores.
7. Verificar el desgaste del eje y el movimiento del extremo en todos los motores y ventiladores.
8. Realizar una revisión del funcionamiento y estado general del microprocesador y otros controles eléctricos.
9. Realizar pruebas en los desagües para garantizar que el agua fluya lejos del equipo.
10. Verificar el acoplamiento del compresor para asegurarse de que esté alineado correctamente y en buen estado. [30]

### 3.5 Registro de control del mantenimiento de los compresores vilter

La programación de mantenimiento describe la periodicidad según el uso horas máquinas y los cambios y repuestos a realizar como se muestra en la Figura 6.

		DEPARTAMENTO TECNICO ELECTRICO Y REFRIGERACIÓN														REPORTE DE MANTENIMIENTO			
		Atención a:														Dirigido a:			
		Trabajo a realizar:														Fecha:			
PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO DE LOS COMPRESORES DE TORNILLO																			
GRUPO	INSPECCIÓN/ MANTENIMIENTO	INTERVALO DE MANTENIMIENTO O SERVICIO (HORAS)																	
		200 Realizado	5,000 Realizado	10,000 Realizado	20,000 Realizado	30,000 Realizado	40,000 Realizado	50,000 Realizado	60,000 Realizado	70,000 Realizado	80,000 Realizado	90,000 Realizado	100,000 Realizado	110,000 Realizado	120,000 Realizado	Realizado			
CIRCUITO DE ACEITE	Cambio de aceite		R			R			R					R			R		
	Análisis de aceite		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		
	Filtros de aceite	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
	Filtros de malla	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
UNIDAD COMPRESORA	Filtro coalescente						R							R			R		
	Línea de drenaje coalescente	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	Rejilla de succión	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	Filtros de malla de la línea de agua (refrigerante)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	Alineación e integridad de los acoples	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	Motor (compresor)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
CALIBRACIÓN DE CONTROL	Transductores	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	RTDs/TTS	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	Motores de válvulas deslizantes	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
COMPRESOR	Compresor con válvula deslizante		I			I			I				I			I			
	Inspección por giro en dirección opuesta		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		
	Inspección en caso de fugas		I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		

CLAVE: I Inspección R Reemplazo o dar mantenimiento M Tomar muestra

Figura 6. Matriz de programación de mantenimientos

### 3.6 Mantenimiento por horas de trabajo del compresor de tornillo

#### 3.6.1 Mantenimiento de 200 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

##### 3.6.1.1 Circuito de aceite

- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.

Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste, el cual se muestra las partes del filtro de aceite de acuerdo a la Figura 7.



**Figura 7.** Filtros de aceite



- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.1.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del fabricante del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.1.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.

Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.

- **Motor de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.

Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.1.4 Compresor

- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### 3.6.2 Mantenimiento de 5000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

### 3.6.2.1 Circuito de aceite

- **Cambio de aceite:** Se bloquea el tablero principal, se cierra la válvula de succión, se cierra la válvula de descarga, se cierra la válvula de retorno de aceite y se procede con la despresurización controlada del compresor, cuando la presión llega a 0 se hace el drenaje del aceite.

Se realiza el vacío de compresor para sacar la humedad del sistema y se conecta a 2 manómetros con una bomba de vacío, luego se procede a colocar el aceite nuevo de acuerdo a la Figura 8.



**Figura 8.** Vaciado de compresor reduciendo la humedad

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.

- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.2.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que transmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.2.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto. Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada anualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.2.4 Compresor

- **Compresor con válvula deslizante:** Se verifica los dientes de la válvula deslizante para examinar su desgaste.
- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).

- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas se usa mechas de azufre encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### 3.6.3 Mantenimiento de 10000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

#### 3.6.3.1 Circuito de aceite

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades de acuerdo a las Figuras 9,10 y 11.



**Figura 9.** Inspección cantidad y evaluación de aceite



**Figura 10.** Revisión íntegra de la calidad del aceite



**Figura 11.** Retiro de aceite no viable

- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.3.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.3.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.



- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

#### 3.6.3.4 Compresor

- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).
- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

#### 3.6.4 Mantenimiento de 20000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

### 3.6.4.1 Circuito de aceite

- **Cambio de aceite:** Se bloquea el tablero principal, se cierra la válvula de succión, se cierra la válvula de descarga, se cierra la válvula de retorno de aceite y se procede con la despresurización controlada del compresor, cuando la presión llegue a 0 se hace el drenaje del aceite.

Se realiza el vacío de compresor para sacar la humedad del sistema y se conecta a 2 manómetros con una bomba de vacío, luego se procede a colocar el aceite nuevo.

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.

- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.

Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.

- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza o cambio como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12.** Filtro de malla nuevo

### 3.6.4.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.4.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.4.4 Compresor

- **Compresor con válvula deslizante:** Se coloca en la pantalla principal en modo manual y se acciona el control de capacidad verificando que suba o baje la presión de este modo se verifica que la válvula deslizante está trabajando.
- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).

- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### 3.6.5 Mantenimiento de 30000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

#### 3.6.5.1 Circuito de aceite

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.5.2 Unidad compresora

- **Filtro coalescente:** Para el cambio se procede con el desmontaje de la tapa posterior del separador de aceite, se saca la tuerca de ajuste del porta filtro, se retira el filtro coalescente y se reemplaza por el nuevo, luego del cambio del filtro coalescente procedemos a montar el porta filtro y se ajusta con la tuerca de acuerdo a la Figura 13.



**Figura 13.** Cambio del Filtro Coalescente

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.

- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.5.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.5.4 Compresor

- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).
- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### 3.6.6 Mantenimiento de 40000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

#### 3.6.6.1 Circuito de aceite

- **Cambio de aceite:** Se bloquea el tablero principal, se cierra la válvula de succión, se cierra la válvula de descarga, se cierra la válvula de retorno de aceite y se procede con la despresurización controlada del compresor, cuando la presión llegue a 0 se hace el drenaje del aceite.  
Se realiza el vacío de compresor para sacar la humedad del sistema y se conecta a 2 manómetros con una bomba de vacío, luego se procede a colocar el aceite nuevo.
- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.



- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.6.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión como se muestra en la Figura 14.



**Figura 14.** Sistemas íntegros de drenajes coalescente

- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.

- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.6.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

#### 3.6.6.4 Compresor

- **Compresor con válvula deslizante:** Se coloca en la pantalla principal en modo manual y se acciona el control de capacidad verificando que suba o baje la presión de este modo se verifica que la válvula deslizante está trabajando.
- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).
- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

#### 3.6.7 Mantenimiento de 50000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

##### 3.6.7.1 Circuito de aceite

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.

- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.7.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla como se muestra en la Figura 15.



**Figura 15.** Limpieza de la malla de succión

- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.7.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

#### 3.6.7.4 Compresor

- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).
- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

#### 3.6.8 Mantenimiento de 60000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

##### 3.6.8.1 Circuito de aceite

- **Cambio de aceite:** Se bloquea el tablero principal, se cierra la válvula de succión, se cierra la válvula de descarga, se cierra la válvula de retorno de aceite y se procede con la despresurización controlada del compresor, cuando la presión llegue a 0 se hace el drenaje del aceite.

Se realiza el vacío de compresor para sacar la humedad del sistema y se conecta a 2 manómetros con una bomba de vacío, luego se procede a colocar el aceite nuevo.

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.8.2 Unidad compresora

- **Filtro coalescente:** Para el cambio se procede con el desmontaje de la tapa posterior del separador de aceite, se saca la tuerca de ajuste del porta filtro, se retira el filtro coalescente y se reemplaza por el nuevo, luego del cambio del filtro coalescente procedemos a montar el porta filtro y se ajusta con la tuerca.
- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.

- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta de acuerdo a las Figuras 16 y 17.



**Figura 16.** Integración de filtros para malla líquida



**Figura 17.** Filtros de malla líquidos

- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.



- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.8.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.8.4 Compresor

- **Compresor con válvula deslizante:** Se coloca en la pantalla principal en modo manual y se acciona el control de capacidad verificando que suba o baje la presión de este modo se verifica que la válvula deslizante está trabajando.
- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).

- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### 3.6.9 Mantenimiento de 70000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

#### 3.6.9.1 Circuito de aceite

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.9.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible como se muestra en la Figura 18.



**Figura 18.** Alineación e integridad de acoples

- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.9.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.9.4 Compresor

- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13), como se muestra en la Figura 19.



**Figura 19.** Inspección por giro en dirección opuesta

- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### **3.6.10 Mantenimiento de 80000 horas**

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

#### **3.6.10.1 Circuito de aceite**

- **Cambio de aceite:** Se bloquea el tablero principal, se cierra la válvula de succión, se cierra la válvula de descarga, se cierra la válvula de retorno de aceite y se procede con la despresurización controlada del compresor, cuando la presión llegue a 0 se hace el drenaje del aceite.

Se realiza el vacío de compresor para sacar la humedad del sistema y se conecta a 2 manómetros con una bomba de vacío, luego se procede a colocar el aceite nuevo.

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

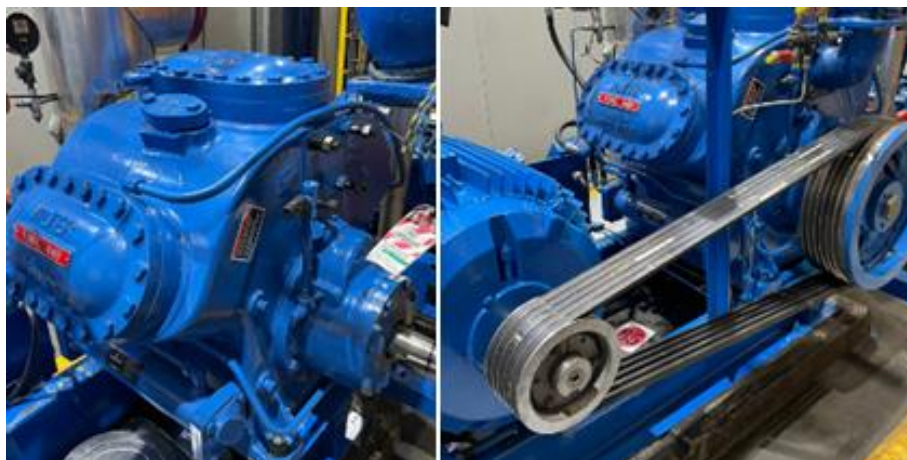
### 3.6.10.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.

- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados para la realización del mantenimiento adecuado del motor de acuerdo a las Figuras 20 y 21.



**Figura 20.** Motor vacío



**Figura 21.** Integración del sistema motor / compresor

### 3.6.10.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.10.4 Compresor

- **Compresor con válvula deslizante:** Se coloca en la pantalla principal en modo manual y se acciona el control de capacidad verificando que suba o baje la presión de este modo se verifica que la válvula deslizante está trabajando.
- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).



- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### 3.6.11 Mantenimiento de 90000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

#### 3.6.11.1 Circuito de aceite

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.11.2 Unidad compresora

- **Filtro coalescente:** Para el cambio se procede con el desmontaje de la tapa posterior del separador de aceite, se saca la tuerca de ajuste del porta filtro, se retira el filtro coalescente y se reemplaza por el nuevo, luego del cambio del filtro coalescente procedemos a montar el porta filtro y se ajusta con la tuerca.
- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe revisar el manual del motor para ver los procedimientos de lubricación e intervalos de servicio apropiados.

### 3.6.11.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.

Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura de acuerdo a la Figura 22.



Figura 22. Transductor

- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

#### 3.6.11.4 Compresor

- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).
- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

#### 3.6.12 Mantenimiento de 100000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

##### 3.6.12.1 Circuito de aceite

- **Cambio de aceite:** Se bloquea el tablero principal, se cierra la válvula de succión, se cierra la válvula de descarga, se cierra la válvula de retorno de aceite y se procede con la despresurización controlada del compresor, cuando la presión llegue a 0 se hace el drenaje del aceite.  
Se realiza el vacío de compresor para sacar la humedad del sistema y se conecta a 2 manómetros con una bomba de vacío, luego se procede a colocar el aceite nuevo.

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

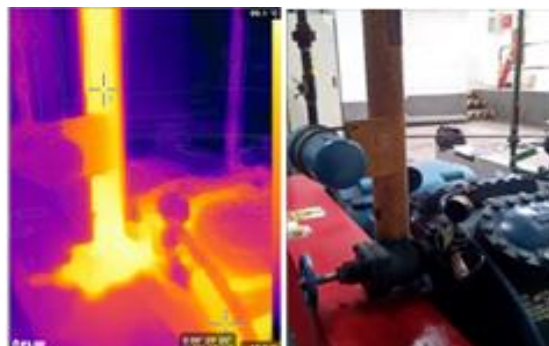
### 3.6.12.2 Unidad compresora

- **Filtro coalescente:** Para el cambio se procede con el desmontaje de la tapa posterior del separador de aceite, se saca la tuerca de ajuste del porta filtro, se retira el filtro coalescente y se reemplaza por el nuevo, luego del cambio del filtro coalescente procedemos a montar el porta filtro y se ajusta con la tuerca.
- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.

- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe inspeccionar el filtro de malla y verificar que no haya suciedad y si existe suciedad se procede a limpiar.

### 3.6.12.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto. Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura como se muestra en la Figura 23.



**Figura 23.** Rtds (Ondas de temperatura)

- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.12.4 Compresor

- **Compresor con válvula deslizante:** Se coloca en la pantalla principal en modo manual y se acciona el control de capacidad verificando que suba o baje la presión de este modo se verifica que la válvula deslizante está trabajando.
- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).
- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop de acuerdo a la Figura 24.



**Figura 24.** Inspección de fugas utilizando mechas de azufre para verificación de amoníaco

### 3.6.13 Mantenimiento de 110000 horas

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

#### 3.6.13.1 Circuito de aceite

- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

#### 3.6.13.2 Unidad compresora

- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.



- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.
- **Motor (compresor):** Se debe inspeccionar el filtro de malla y verificar que no haya suciedad y si existe suciedad se procede a limpiar.

### 3.6.13.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.

- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.

Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente como se muestra en la Figura 25.



**Figura 25.** Válvula deslizante

#### 3.6.13.4 Compresor

- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).
- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### 3.6.14 Mantenimiento de 120000 horas mantenimiento mayor

El primer paso antes de cada mantenimiento es el bloqueo del breaker principal de los ventiladores de la bomba de agua y compresor, luego se cierra las válvulas de succión y las válvulas de descarga y su bloqueo, se realiza la despresurización del compresor controlada con agua para ello se saca todo el amoníaco para poder trabajar en el mantenimiento correspondiente.

#### 3.6.14.1 Circuito de aceite

- **Cambio de aceite:** Se bloquea el tablero principal, se cierra la válvula de succión, se cierra la válvula de descarga, se cierra la válvula de retorno de aceite y se procede con la despresurización controlada del compresor, cuando la presión llegue a 0 se hace el drenaje del aceite.  
Se realiza el vacío de compresor para sacar la humedad del sistema y se conecta a 2 manómetros con una bomba de vacío, luego se procede a colocar el aceite nuevo.
- **Análisis de aceite:** Se toma una muestra del aceite para verificar su color y la pérdida de sus propiedades.
- **Filtros de aceite:** Se realiza el cambio del filtro de aceite para ello se debe desmontar el porta filtros el cual tiene 4 pernos, se saca el filtro, se lo limpia y se procede a poner el nuevo filtro de aceite.  
Se revisa los acoples metálicos y se verifica que no estén mal alineados para prevenir su desgaste.
- **Filtros de malla:** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.14.2 Unidad compresora

- **Filtro coalescente:** Para el cambio se procede con el desmontaje de la tapa posterior del separador de aceite, se saca la tuerca de ajuste del porta filtro, se retira el filtro coalescente y se reemplaza por el nuevo, luego del cambio del filtro coalescente procedemos a montar el porta filtro y se ajusta con la tuerca.
- **Línea de drenaje coalescente:** Se desmonta la cañería la cual tiene una tuerca tipo campana del retorno de aceite y se revisa que no haya obstrucciones en la cañería. Si se observa que hay partículas metálicas, restos de suelda o cualquier otro elemento que pueda provocar la obstrucción, se procede a limpiar con disolvente W 40 y aire a presión.
- **Malla de succión:** Se desmonta la tapa posterior y se accede a la malla (acero) y se verifica que no tenga suciedad, en caso de encontrar suciedad se procede a utilizar disolvente W40 y aire a presión dejando limpia la rejilla, al finalizar se vuelve a colocar la rejilla.
- **Filtros de malla de la línea líquida (refrigerante):** Sacar la tuerca que sujeta la tapa de tal modo que se logra acceder al filtro, proceder con su inspección y al finalizar se lo vuelve a montar y se la ajusta.
- **Alineación e integridad de los acoples:** Se desmonta las guardas de seguridad y se hace una inspección visual verificando que el acople no este descentrado, si el acople esta descentrado, se procede a desmontar el matrimonio (acople que trasmite movimiento desde el motor eléctrico al compresor y se debe revisar el centrado y alineado) para cambiar el acople flexible.

- **Cambio de rodamientos y estrellas de compresión:** Se debe retirar los tornillos superiores de la cubierta lateral, retirar los pernos restantes y la cubierta lateral la cual arrojará un poco de aceite al momento de quitar la cubierta, se gira el rotor de las ranuras del rotor principal con la parte posterior del soporte del rotor y luego retirar los pernos de cabeza hexagonal y de cabeza hueca de la tapa del cojinete de empuje.

Se debe conservar el paquete de cuñas y mantenerlo con la tapa de la caja de rodamientos.

Para quitar el soporte del rotor de la compuerta, mover el soporte opuesto al sentido de rotación y se debe inclinar al extremo del cojinete de rodillos hacia el extremo de succión del compresor y por último se debe girar el eje de entrada del compresor para facilitar la extracción del soporte del rotor de la compuerta.

### **Instalación**

Se inclina el extremo del cojinete de rodillos del soporte del rotor de compuerta hacia el extremo de succión del compresor, se instala la carcasa del cojinete de rodillos con una nueva junta tórica, se procede a instalar el husillo con cuñas y juntas tóricas, apretar los pernos y medir el espacio libre entre el estante y la cuchilla.

Controlar la holgura entre toda la pala del rotor y el estante, girar el rotor de la puerta, una vez establecida la holgura, retirar el husillo.

Instalar una junta tórica nueva, aplicar hilo Loctite 242 casillero a la sujeción del tornillo de cabeza hueca, los cojinetes de empuje al husillo, ajustar todos los pernos a los valores de torsión recomendados, por último, instalar cubiertas laterales con juntas nuevas y verificar que no existan fugas de acuerdo a la Figura 26.



**Figura 26.** Cambio de rodamientos y estrellas de compresión

- **Motor (compresor):** Se debe inspeccionar el filtro de malla y se debe verificar que no exista suciedad. Si se observa que hay desperdicios, se procede con su limpieza.

### 3.6.14.3 Calibración de control

- **Transductores:** Los Transductores indican la presión y la temperatura por lo tanto se debe verificar que la presión y la temperatura estén en su rango correcto.  
Los sensores de temperatura se deben verificar mediante un termómetro calibrado con el fin de que no exista variación en la temperatura.
- **RTDs/TTs:** Los Rtds son sensores de temperatura por lo tanto se debe verificar que no exista variación en la temperatura el cual se indica mediante un termómetro y en la pantalla del compresor aparece la temperatura.
- **Motores de válvulas deslizantes:** La calibración de la válvula deslizante debe ser inspeccionada mensualmente, las inspecciones pueden ser realizadas a través del panel de control.  
Si se presenta una alarma por falta de movimiento, se debe realizar la calibración inmediatamente.

### 3.6.14.4 Compresor

- **Compresor con válvula deslizante:** Se coloca en la pantalla principal en modo manual y se acciona el control de capacidad verificando que suba o baje la presión de este modo se verifica que la válvula deslizante está trabajando como se muestra en la Figura 27.



**Figura 27.** Compresor de válvula deslizante

- **Inspección por giro en dirección opuesta:** Se desmonta las guardas y se desmonta el acople flexible, luego se procede al arranque manual con un pulso de 4 segundos para ver el giro del motor eléctrico. Si está el giro invertido hay que cambiar las fases (11, 12, 13).
- **Inspección en caso de fugas:** Para la inspección de fugas en gas amoníaco se usa mechas de azufre, encendiéndole para hacer contacto con el amoníaco que genera una reacción química en forma de nube, esto nos ayuda a identificar la fuga, si es el caso de ajuste de tuercas o prensa stop.

### 3.7 Evidencias del trabajo realizado

#### 3.7.1 Evidencia física

Este tipo de evidencia se obtiene mediante observaciones e inspecciones de las actividades realizadas en cada mantenimiento o suceso, estas evidencias se pueden presentar de forma física, visualizando los repuestos y los cambios realizados a la máquina y comprobando que en la máquina este registrado los cambios realizados como el mantenimiento ejecutado.

Cuando la evidencia física es corroborada se procede a prender la máquina para que continúe con su funcionamiento.

En el tablero de control del compresor se puede observar en color verde los mantenimientos realizados como se muestra en la Figura 28.

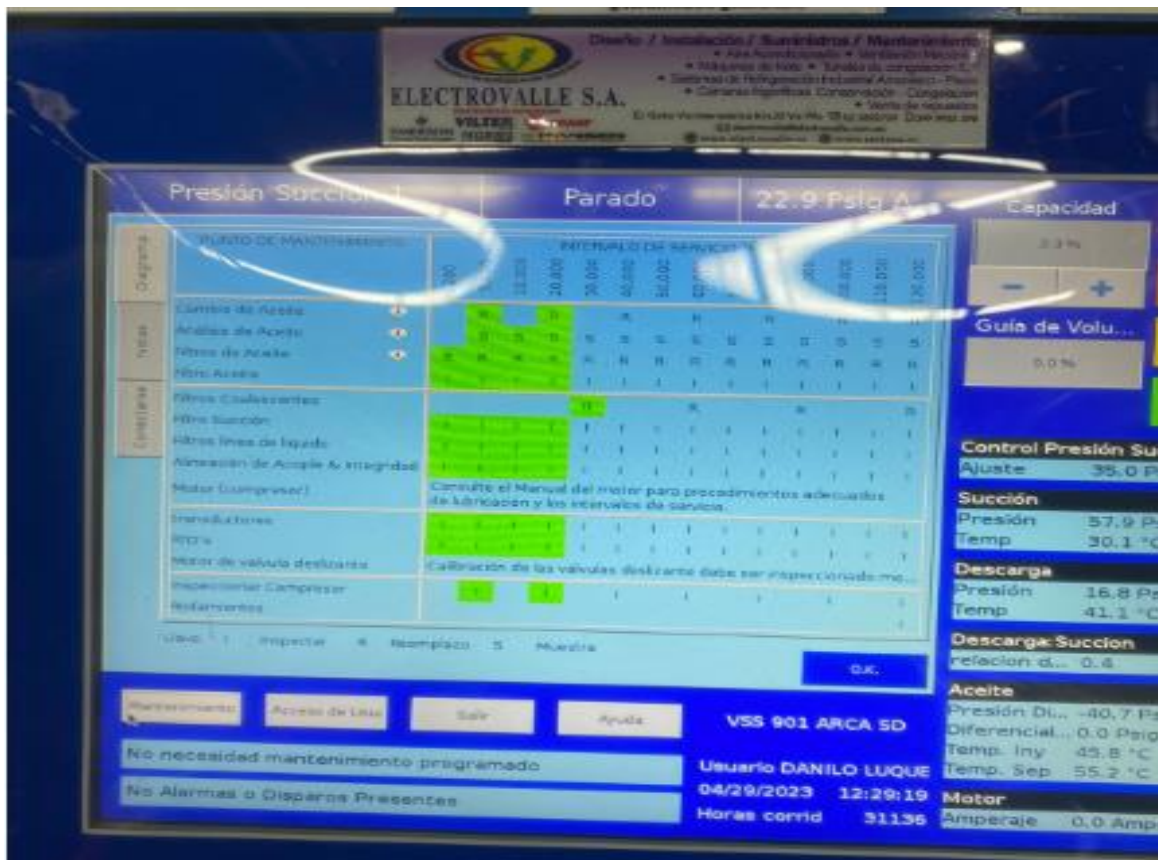


Figura 28. Tablero de control del compresor de tornillo



En el tablero de control del compresor se puede ingresar en cada mantenimiento realizado para observar el detalle de los procesos de mantenimientos realizados como se muestra en la Figura 29.

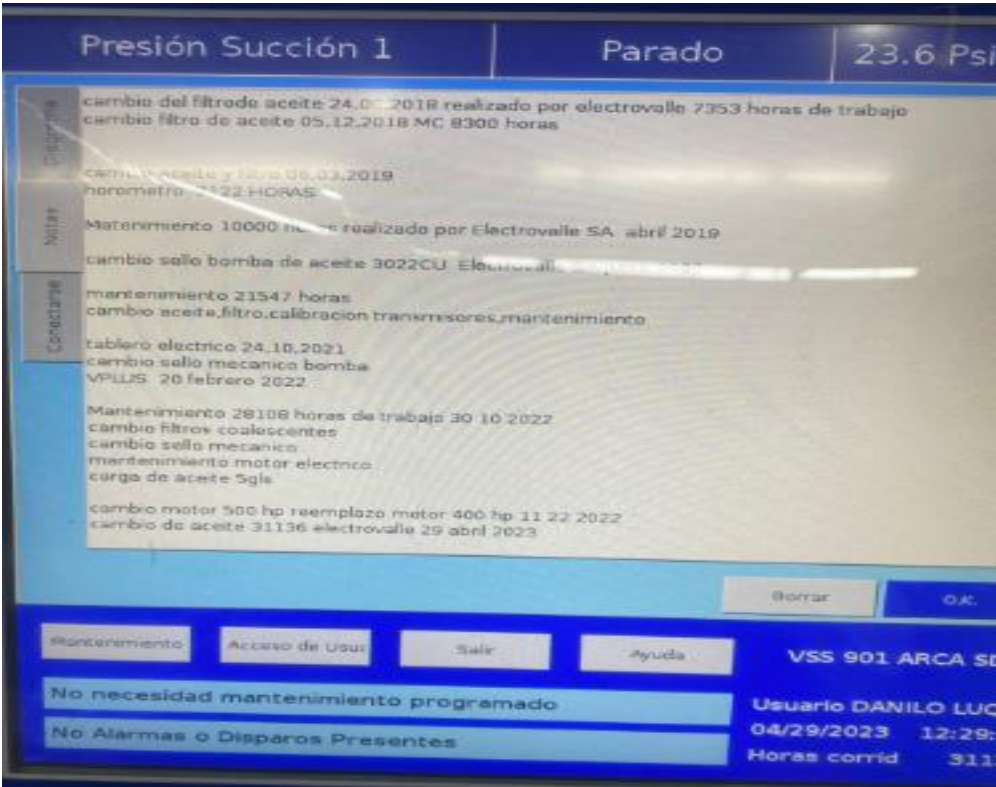


Figura 29. Descripción del mantenimiento realizado en el compresor de tornillo

### **3.7.2 Evidencia documentada**

Las evidencias documentadas se pueden representar de tres tipos, electrónica, externas e internas.

- Las evidencias electrónicas son: formato de registro de control de un procedimiento realizado, videos, tablas, diagramas, fotos.
- Las evidencias externas consisten en documentos probatorios, como correspondencia, facturas de proveedores, contratos, informes de auditoría externa y otros documentos o dictámenes, así como confirmaciones de terceros.
- Las evidencias internas que se generan dentro de la organización incluyen registros contables, correspondencia enviada, detalles de puestos de trabajo, planes, presupuestos, reportes, políticas y procedimientos internos. [31]

### **3.8 Diseño de registros**

El jefe de área departamental será el delegado de la creación de un formato de registro, debe diseñar un formato, según la necesidad de las variables que se deben evidenciar en el procedimiento de mantenimiento.

Los datos del formato de registro deben aportar en la toma de decisiones y mejora continua de la empresa.

### **3.9 Indicaciones para cumplir al llenar el registro acta entrega de trabajo**

1. El registro de acta entrega de trabajo, debe ser enumerada secuencialmente con una hoja copia, la misma que será entregada a la persona responsable de recibir el trabajo por parte de la empresa contratista.

2. El registro debe ser escrito con esferográfico de preferencia color azul.
3. Se debe escribir en letra imprenta para el entendimiento de lectura de todas las partes interesadas.
4. Las actas entrega de trabajo sirven para evidenciar el cumplimiento y satisfacción del cliente, para auditorias y posibles quejas; por esta razón, estas deben estar bien escritas y no deben tener tachones, manchas ni arrugas mayores.
5. En caso de que el acta de entrega de trabajo no esté bien escrita, se debe anular colocando la palabra ANULADA en letras mayúsculas y llenar la siguiente en orden numérica.
6. Incluir toda la información requerida y en caso de espacios no utilizados se los anula con una línea inclinada, o con la palabra “No Aplica” o sus iniciales (NA).
7. La hoja original se debe entregar al encargado del Departamento Administrativo de Electrovalle.

### **3.10 Formato registro acta entrega de trabajo**

- **Logo de empresa:** Electrovalle se coloca en el lado izquierdo.
- **Numeración secuencial:** Se llena el registro siguiendo la secuencia numérica conforme se realicen los trabajos diariamente (0000001 – en orden ascendente).
- **Orden OT:** Se escribe el número de Orden de Trabajo de la empresa solicitante.
- **Fecha:** Día, mes y año que se realiza el trabajo solicitado.
- **Hora inicio de trabajo:** Se coloca la hora que los trabajadores empiezan con sus labores (no la hora de llegada al lugar de trabajo del contratista).

- **Empresa solicitante:** Se escribe el nombre de la empresa que contrata el servicio.
- **Lugar:** Se escribe el nombre de la planta y dirección donde se realiza el trabajo.
- **Responsable:** Se escribe los nombres de todos los empleados de Electrovalle que realizaran el trabajo.
- **Cargo:** Escribir: Técnico en mantenimiento junto con el nombre.
- **Área de trabajo:** Se escribe el lugar específico donde se está realizando el trabajo.
- **Motivo de la entrega:** Se marca con una (X) dentro de la cuadrícula, según sea el trabajo que se realizará.
- **Otros especificar:** Si se marcó en la cuadrícula otros, se debe describir que trabajos adicionales se realizará.
- **Detalle del trabajo realizado:** Se describe el procedimiento especificando los pasos que se realizaron.
- **Detalle de materiales utilizados:** Se describe los materiales que se utilizaron para realizar el trabajo solicitado.
- **Observaciones:** Se describe fallos, efectos evidenciados, correcciones y cambios que se deben realizar a futuro.

### **Técnico responsable**

- **Nombre del técnico:** Es el nombre de la persona que entrega el trabajo concluido al delegado de la empresa contratista.
- **CC:** Se escribe el número de cédula de la persona que entrega el trabajo.

- **Hora de entrega trabajo:** Escribir la hora y minutos exacta al momento de entregar el “acta entrega recepción” del trabajo concluido (el momento que firman las partes).
- **Firma:** Debe colocar la firma el técnico que entrego el trabajo terminado.

### **Responsable área de mantenimiento**

- **Nombres:** La persona delegada de la empresa contratista escribe su nombre, esta persona debe ser la que conoce el requerimiento del trabajo realizado. (Jefe de área, jefe de mantenimiento, jefe de máquinas).
- **CC:** Se escribe el número de cédula de la persona que recibe el trabajo.
- **Cargo:** La persona de la empresa contratista que verifica el trabajo realizado, escribe su cargo.
- **Firma:** La persona que verifico el trabajo realizado registra su firma.
- **Hora de salida:** Escribir la hora y minutos que salen del lugar de trabajo de la empresa contratista.

### 3.11 Diseño registro acta entrega de trabajo

El diseño del registro de acta de entrega de trabajo se utiliza para formalizar y documentar la entrega de un trabajo o proyecto como se demuestra en la Figura 30.

 <b>ELECTROVALLE S.A.</b>		<b>N° 000001</b>		
		Orde: OT-		
		Fecha:		
<b>ACTA DE ENTREGA DE TRABAJO</b>		Hora Inicio de Trabajo:		
<b>INFORMACION GENERAL</b>				
EMPRESA SOLICITANTE:				
LUGAR:				
RESPONSABLE:				
CARGO:		AREA DE TRABAJO:		
MOTIVO DE LA ENTREGA:	MTTO PREVENTIVO	<input type="checkbox"/>	PREPARACIÓN E INSTALACION	<input type="checkbox"/>
	VISITA TECNICA	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>
OTROS ESPECIFICAR:				
<b>DETALLE DEL TRABAJO REALIZADO</b>				
<b>DETALLE DE MATERIALES UTILIZADOS</b>				
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>TECNICO RESPONSABLE</b>		<b>RESPONSABLE AREA DE MANTENIMIENTO</b>		
Nombre del tecnico:		Nombre:		
C.C:		C.C:		
Hora de entrega Trabajo:		Cargo:		
Firma:		Firma:		
<b>HORA DE SALIDA:</b>				
Dirección: Pifo, Libertad Pasaje Guachamin 03 y Via Interoceánica . Telefono: 23895795/ Cel: 099995398 RUC: 1792259231001/ E-mail: electrovalle@electrovalle.com.ec				

**Figura 30.** Diseño Registro Acta entrega de Trabajo

### **3.12 Cálculo del presupuesto de mantenimiento**

En base a la metodología TPM, que se enfoca en la programación de las actividades, que debe cumplir cada área de producción y administrativa de cada organización, este cálculo sirve para garantizar la eliminación de fallas y defectos de los procesos productivos y sus máquinas.

Se debe considerar el valor constante de la mano de obra, el presupuesto anual de mantenimiento que abarca otros gastos variables relacionados con fallas no programadas que surgen y que no están contemplados en el plan presupuestario. Es importante distinguir entre los costos iniciales, como la adquisición de herramientas y el inventario de repuestos, así como el período de capacitación de los empleados, los cuales no se repiten regularmente, además de los costos anuales, que si se repiten cada año con ciertas variaciones según la vida útil y el desgaste de los equipos. [32]

### **3.13 Rubros del presupuesto de mantenimiento industrial**

Los rubros del presupuesto son fundamentales para una gestión eficiente y efectiva de los recursos de las empresas, garantizando la continuidad operativa, la seguridad, el cumplimiento normativo y la optimización de los procesos de mantenimiento en la industria. Permiten planificar y controlar los gastos relacionados con el mantenimiento industrial al asignar recursos específicos a cada rubro. Se puede establecer un plan de gastos y controlar su ejecución para evitar desviaciones y asegurar que dichos recursos estén disponibles cuando sean necesarios.

Los tipos de rubros que se deben analizar pueden intervenir en un mantenimiento los cuales se indican en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Rubros

---

<b>RUBROS DEL PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO</b>	
1 Mano de obra	Se considera un monto fijo anual para cada uno de los empleados del área de trabajo, así como los gastos de transporte del personal hacia las fábricas y los costos de capacitación.
2 Repuestos	Corresponde a la cantidad total de repuestos necesarios durante el periodo del plan de presupuesto de mantenimiento, los cuales se dividen en 2 categorías: consumibles y repuestos.
3 Herramientas y Materiales	Se refiere al monto de dinero destinado a reemplazar las herramientas y equipos técnicos utilizados, así como los elementos deteriorados, como lubricantes, aceites o filtros.
4 Asistencias Externas	Son los servicios que suelen ser subcontratados a empresas externas que trabajan de manera constante, con el fin de contar con mano de obra especializada para el mantenimiento programado, en los cuales también se incluyen los gastos de movilización.

---

Rubros del presupuesto de mantenimiento

La fórmula es  $CTM = CMO + CR + CH + CAE$

CMO = Coste mano de obra

CR = Coste de repuestos

CH = Coste de herramientas

CAE = Coste de asistencia externa



### 3.14 Formato del presupuesto de mantenimiento del compresor de tornillo

El formato del presupuesto de mantenimiento funciona para poder tener costos aproximados de cada mantenimiento el cual se puede calcular mediante la fórmula que se muestra en la Figura 31.


		DEPARTAMENTO TECNICO ELECTRICO Y REFRIGERACION										PLANIFICACION DE PRESUPUESTO																	
		Atención a:										Dirigido a:																	
		Trabajo a realizar:										Fecha:																	
PROGRAMACION DEL PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTOS DEL COMPRESOR DE TORNILLO																													
GRUPO	INSPECCION/ MANTENIMIENTO	INTERVALO DE MANTENIMIENTO O SERVICIO (HORAS)																											
		200	Costo/Rubro	5,000	Costo/Rubro	10,000	Costo/Rubro	20,000	Costo/Rubro	30,000	Costo/Rubro	40,000	Costo/Rubro	50,000	Costo/Rubro	60,000	Costo/Rubro	70,000	Costo/Rubro	80,000	Costo/Rubro	90,000	Costo/Rubro	100,000	Costo/Rubro	110,000	Costo/Rubro	120,000	Costo/Rubro
CIRCUITO DE ACEITE	Cambio de aceite		R	Repuesto		R	Repuesto		R	Repuesto		R	Repuesto		R	Repuesto		R	Repuesto		R	Repuesto		R	Repuesto		R	Repuesto	
	Análisis de aceite		M	Mano de obra		M	Mano de obra		M	Mano de obra		M	Mano de obra		M	Mano de obra		M	Mano de obra		M	Mano de obra		M	Mano de obra		M	Mano de obra	
	Filtros de aceite	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto	R	Repuesto
	Filtros de malla	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra
UNIDAD COMPRESORA	Filtro coalescente									R	Repuesto																	R	Repuesto
	Línea de drenaje coalescente	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
	Rejilla de succión	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
	Filtros de malla de la línea de agua (refrigerante)	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra
	Alineación e integridad de los acoples	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
	Motor (compresor)	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
CALIBRACION DE CONTROL	Transductores	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
	RTDs/TTS	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra
	Motores de válvulas deslizantes	I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I	
COMPRESOR	Compresor con válvula deslizante		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I
	Inspección por giro en dirección opuesta		I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	I	Mano de obra	
	Inspección en caso de fugas		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		I		
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO			CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR		CMO-CR
CLAVE I Inspección R Reemplazo o dar mantenimiento M Tomar muestra																													

Figura 31. Formato de presupuesto para el cálculo de mantenimiento

Al establecer un presupuesto de mantenimiento, es importante considerar varios indicadores clave que ayudarán a evaluar y monitorear el rendimiento, algunos indicadores comunes que se pueden determinar en los presupuestos se presentan a continuación en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Grupos de Indicadores

Grupo 1	Disponibilidad	Fecha en que el contratista está dispuesto a realizar el mantenimiento.
Grupo 2	Costos	Valor económico de la adquisición de repuestos y servicio de mantenimiento.
Grupo 3	Gestión de Orden De Trabajo	Según la disponibilidad de operatividad y coste de la empresa.
Grupo 4	Gestión de la Producción y Operacionalidad	Tiene que ver con permisos de trabajo a realizar, necesidades para detener la máquina, ruta de otros departamentos relacionados con la producción.

Grupos de Indicadores clave de mantenimientos a determinar en los presupuestos

### **Base temporal**

Es necesario analizar los datos de las órdenes de trabajo y determinar la base temporal para medir el indicador específico. Por ejemplo, se puede tomar un enfoque mensual, del 01 al 30 de cada mes, para identificar los eventos ocurridos durante los 360 días del año calendario.

Del 1 de enero hasta el 30 de diciembre del presente año, se puede considerar un período anual basado en el año natural, desde la fecha de inicio de trabajo del equipo, por ejemplo, del 5 de marzo al 4 de marzo del siguiente año.

## Ítems

Se debe analizar si se realiza por ítems ya sean equipos, sistemas, subsistemas, áreas o línea de la planta de producción.

Anticipar los gastos asociados al mantenimiento de la maquinaria del sistema de refrigeración industrial implica considerar los costos de reemplazo de repuestos nuevos, cambio de aceite e inspecciones.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

### **3.15 Conclusiones**

- El manual de procedimientos de mantenimiento del sistema de refrigeración industrial para la empresa Electrovalle se elaboró y en él se han considerado todas las operaciones para evitar reprocesos y pérdidas económicas por las partes interesadas.
- El registro de acta entrega es un documento que se lo está implementando en la empresa Electrovalle, que sirve como evidencia del cumplimiento y calidad del trabajo realizado, sustenta posibles reclamos o inconvenientes que pueden suscitarse con los clientes.
- El presupuesto económico de los futuros mantenimientos de los sistemas de refrigeración se diseñó, como acción de mejora, para entregar a los clientes en apoyo a la provisión y asignación de recursos según la programación semestral y anual.
- Los aportes en acciones de mejora continua realizados a la empresa Electrovalle en el servicio de mantenimiento del sistema de refrigeración industrial se entregan para su ejecución y aplicación.

### **3.16 Recomendaciones**

- Fomentar la difusión y el conocimiento del manual a todos los técnicos de Electrovalle con la finalidad de eliminar omisiones en los procesos a realizar en cada mantenimiento.
- Fortalecer la comprensión del instructivo de la entrega de trabajo en cada colaborador de como llenar cada campo en los formatos de registros de control, realizando retroalimentación en cada reunión de trabajo.
- Incluir en el informe de trabajo el presupuesto económico de los siguientes mantenimientos a realizar para que los clientes puedan provisionar el gasto y planifiquen los mantenimientos futuros.

## Anexos



**Figura 32.** Trabajo de Soldadura en la tubería (cambio de válvula solenoide)



**Figura 33.** Mantenimiento de los motores del condensador



**Figura 34.** Mantenimiento de limpieza de las bandas de filtro de agua del condensador



**Figura 35.** Montaje y acople de la tubería en la bomba del condensador



**Figura 36.** Mantenimiento a la tubería del sistema de refrigeración industrial



**Figura 37.** Limpieza y cambio de los filtros coalescentes





**ELECTROVALLE S.A.**

Nº 000001

Orde: OT-

Fecha: 11/06/2013

Hora Inicio de Trabajo: 16:00

**ACTA DE ENTREGA DE TRABAJO**

**INFORMACIÓN GENERAL**

EMPRESA SOLICITANTE: Siempre tiene

LUGAR: Guayaquil

RESPONSABLE: Jaime Rodriguez

CARGO:

AREA DE TRABAJO: Turbina Wafler

MOTIVO DE LA ENTREGA:  MTTO PREVENTIVO  PREPARACIÓN E INSTALACIÓN  VISITA TÉCNICA  OTROS

OTROS ESPECIFICAR:

**DETALLE DEL TRABAJO REALIZADO**

- Avance Unidad Condensadora
- Cambio de refrigerante R-22
- Revisión y ajuste motor-compresor (22A)
- Revisión presión de succión (85 PSI)
- Revisión presión de descarga (140 PSI)
- Revisión de temperatura (11°C)

**DETALLE DE MATERIALES UTILIZADOS**

1. Botella R-22

**OBSERVACIONES** Se realizó el cambio del equipo Wafler, se recarga con R-22 dejando el equipo con presiones y temperaturas de trabajo, el equipo llega a la temperatura de seteo 11°C y se apaga. Nota: Dentro de 2 meses realizar el mantenimiento del equipo (Cambio filtros, limpieza condensador).

**TÉCNICO RESPONSABLE**

Nombre del Técnico: Ricardo Hidalgo

C.C.: 17246276

Hora de Entrega Trabajo: 16:00

Firma:

**RESPONSABLE ÁREA DE MANTENIMIENTO**

Nombres: Jaime Rodriguez

C.C.: 17246276

Cargo: Mantenimiento

Firma:

HORA DE SALIDA:

Dirección: Pifo, Libertad Pasaje Guachamín 03 y Vía Interoceánica • Teléfono: 23895795 / Cel.: 099995398  
RUC.: 1792259231001 / E-mail: electrovalle@electrovalle.com.ec

Figura 38. Implementación del registro de acta entrega de trabajo

## Glosario

- **Mantenimiento preventivo:** Consiste en la acción de revisar de manera sistemática y bajo ciertos criterios a los equipos o aparatos de cualquier tipo como mecánicos, eléctricos, informáticos, para evitar averías ocasionadas por uso, desgaste o paso del tiempo.
- **Mantenimiento correctivo:** Se trata de un conjunto de tareas técnicas, destinadas a corregir las fallas del equipo que demuestren la necesidad de reparación o reemplazo. Este tipo de mantenimiento corrige los errores del equipo que dependen de la intervención para volver a su función inicial.
- **Refrigeración industrial:** Un sistema de refrigeración industrial es un sistema capaz de mantener a una determinada temperatura y humedad una cámara frigorífica en la que se almacena o procesa un producto concreto.
- **Gas amoníaco:** El amoníaco es un gas incoloro con un olor característico, es un elemento químico fundamental y un componente clave en la fabricación de muchos productos de uso diario.
- **Procedimientos:** El procedimiento es el modo de proceder o el método que se implementa para llevar a cabo ciertas cosas, tareas o ejecutar determinadas acciones.
- **Procesos:** Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado.
- **Amoníaco (NH<sub>3</sub>):** Corresponde a amoníaco anhidro, grado frigorífico Designado según nomenclatura como R717.
- **Carga de amoníaco:** La cantidad de refrigerante con que cuenta un equipo o un sistema.

- **Compresor:** Componente o dispositivo mecánico para elevar mecánicamente la presión de gas.
- **Evaporador:** Intercambiador de calor en donde el refrigerante cambia su estado de líquido a vapor (cambio de estado) por absorción de calor.
- **Fuga:** Escape accidental de refrigerante, ya sea en estado líquido o gaseoso. Puede provenir del refrigerante del sistema de refrigeración propiamente tal, así como también, del refrigerante que se encuentre almacenado en recipientes.
- **Válvula:** Dispositivo que abre, cierra o regula el paso de un fluido por un conducto. Puede ser de operado manualmente o de otra forma.
- **Válvula de seguridad:** Válvula que actúa por presión, que se mantiene cerrada por un resorte u otro medio calibrado y que está diseñada para evacuar automáticamente a la atmósfera o un punto de menor presión, la presión en exceso respecto al valor de ajuste.
- **Filtros:** Se compone por una sucesión de medios filtrantes, se utiliza para eliminar los contaminantes antes de que puedan ingresar al sistema y causar daños.
- **TPM:** Mantenimiento productivo total.
- **Refrigerante:** Se denomina refrigerante al utilizado en la transmisión de calor que, en un sistema de refrigeración, absorbe calor a bajas temperaturas y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevadas.
- **Presupuesto:** Es el cálculo, planificación y formulación anticipada de los ingresos y gastos de una actividad económica.
- **Kaizen:** Es un proceso de mejora continua basado en acciones concretas, simples que implica a todos los trabajadores de una empresa.

- **Ciclo Deming:** Es un sistema que busca perfeccionar y optimizar permanentemente las operaciones empresariales mediante 4 etapas las cuales son: Planear, hacer, verificar, actuar.
- **Evidencias:** Es la demostración de un suceso o hecho mediante una prueba sea física o un documento.
- **Rodamientos:** Cojinete que consta de dos cilindros concéntricos entre los que va colocado un juego de rodillos o bolas que pueden girar libremente.
- **Válvulas:** Instrumento de regulación que controla el fluido.
- **Compendio:** Resumen que reúne en si misma el conjunto de las cualidades o características.
- **Rubros:** Se refiere a una partida en los estados financieros o en el análisis de costos, es una categoría o clasificación que ayuda a organizar y categorizar información de manera más específica y detallada.

## Referencias bibliográficas

- [1] S. Operaciones, “Mantenimiento preventivo de equipos de oficina.vsd,” *COFRICO*, pp. 19–24, 2021, [Online]. Available: [https://icesiedu.sharepoint.com/:u:/r/sites/procesos-institucionales/SYRI/Operación infraestructura tecnologica OPE/\\_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7BF165206B-7526-426F-96D3-DBBC1A431AAB%7D&file=Mantenimiento preventivo de equipos de oficina.vsd&action=de](https://icesiedu.sharepoint.com/:u:/r/sites/procesos-institucionales/SYRI/Operación%20infraestructura%20tecnologica%20OPE/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7BF165206B-7526-426F-96D3-DBBC1A431AAB%7D&file=Mantenimiento%20preventivo%20de%20equipos%20de%20oficina.vsd&action=de)
- [2] D. Los, “¿Qué es la refrigeración con amoníaco?,” *JOSEBERNAD*, pp. 1–5, 2023, [Online]. Available: <https://www.josebernad.com/que-es-refrigeracion-con-amoníaco/>
- [3] A. Mathematics, “ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL FRIGORIFICO RIO FRIO S.A.S. EMPRESA,” *Univ. AUTÓNOMA BUCARAMANGA*, pp. 1–23, 2018.
- [4] C. Mx, D. E. U. N. Solo, T. Vrsh, and T. Gemelos, “Refrigeración industrial Controles industriales,” *Copeland*, pp. 23–25, 2023.
- [5] S. Gratis, “Métodos de investigación : Qué son y cómo elegirlos,” *QuestionPro*, pp. 1–8, 2023.
- [6] Etecé, “Método Cuantitativo,” *Editor. Etecé*, pp. 21–24, 2021, [Online]. Available: <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/>
- [7] F. Arellano, “Método cualitativo,” *Significados*, p. 7, 2023.
- [8] R. A. Anaguano Lamiña, “Modelo de un plan de mantenimiento basado en procesos para el área de Preparación Hilatura,” *Univ. Andin. Simon Boliv.*, pp. 1–135, 2018, [Online]. Available: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6344/1/T2690-MBA-Anaguano-Modelo.pdf>
- [9] N. Productos, “Refrigeración con NH<sub>3</sub> : Su funcionamiento,” *Inditer*, pp. 4–7, 2023.
- [10] P. P. R. I. N. 19 tahun 2005 TAHUN, “Reglamento sobre condiciones de Seguridad en los sistemas de refrigeracion con amoníaco.,” *Pandu. KONSELING Behav. DENGAN Tek. SELF Manag. UNTUK Meningkatkan. KERJA KERAS SISWA Pengantar*, no. 2, pp. 1–7, 2019.
- [11] A. Con, A. Para, C. C. Mera, and S. E. I. A. De Leganés, “Guía operativa,” *Bomberos Región Murcia - Madrid*, pp. 1–149, 2019.

- [12] I. Jur *et al.*, “El amoníaco como refrigerante: aplicaciones, funcionamiento y propiedades,” *INESEM - Bus. Sch.*, pp. 1–7, 2023.
- [13] R. De Apoyo, “Plan de acciones de urgencia,” *Funicon publica*, pp. 1–28, 2018.
- [14] N. Sablón-Cossío *et al.*, “Encontrando al,” *Educ. y Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 421–443, 2019, [Online]. Available: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma\\_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://publicacoes.scientia.co.ao/ojs2/index.php/rac/article/view/244/406%0Ahttps://br.memphistours.com/Dubai/Sobre-Dubai/Atracoes-em-Abu-Dhabi/wik](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://publicacoes.scientia.co.ao/ojs2/index.php/rac/article/view/244/406%0Ahttps://br.memphistours.com/Dubai/Sobre-Dubai/Atracoes-em-Abu-Dhabi/wik)
- [15] I. Euroinnova and N. Email, “manual de procedimientos que es,” *Euroinnova*, pp. 1–9, 2023.
- [16] G. Gomez, “Manual de procedimientos: que es, objetivos, estructura y su justificacion frente al control interno.,” *Gestiopolis*, pp. 1–8, 2021, [Online]. Available: <https://www.gestiopolis.com/manuales-procedimientos-uso-control-interno/>
- [17] E. Interferenciales, “Beneficios e importancia del Mantenimiento Preventivo a tus equipos.,” *Equipos Interf.*, p. 1, 2020, [Online]. Available: <https://interferenciales.com.mx/blogs/noticias/beneficios-e-importancia-del-mantenimiento-preventivo-a-tus-equipos>
- [18] P. Realizados, “Importancia de los mantenimientos preventivos en la refrigeración industrial,” *Grup. CBM*, pp. 1–4, 2018.
- [19] I. Euroinnova and I. Industrial, “Tipos de mantenimiento preventivo,” *Euroinnova*, pp. 1–12, 2023.
- [20] T. Education, “Control De Mantenimiento,” *TECH Sch. Bus.*, pp. 1–7, 2022.
- [21] Torraval, “Mantenimiento preventivo de equipos de refrigeración Para garantizar el funcionamiento y una larga vida útil del equipo de el siguiente formulario o llamándonos al + 34 944 52,” *TORRAVAL*, pp. 21–23, 2023.
- [22] M. Talva, “Mantenimiento preventivo : todo lo que tienes que saber ¿ Qué es la diferencia entre el mantenimiento preventivo y correctivo ? ¿ Cuáles son las ventajas del mantenimiento preventivo ? ¿ Cuáles son los tipos de mantenimiento preventivo ?,” *Mobil. - Work*, pp. 1–6, 2023.
- [23] J. J. Zepeda, “¿ Qué es un Manual de Mantenimiento y cómo beneficia a las organizaciones ?,” *linkedin*, pp. 4–7, 2021.

- [24] U. M. D. E. C. D. E. Los, “Manual de mantenimiento preventivo y correctivo,” *Univ. Nac. Asunción*, pp. 1–39, 2021.
- [25] U. Construidas and D. Del, “Quito - Santo Domingo Manual compresor Vilter Quito - Santo Domingo,” *VSIP*, pp. 1–203, 2023.
- [26] I. Sara, C. Padilla, S. Cristina, E. Pedro, and P. Mora, “CONTROL DE DOCUMENTOS DE LA UNIVERSIDAD,” *Univ. Cuenca*, pp. 1–18, 2022.
- [27] I. Torres, “Que es un registro,” *CONSULTORES*, pp. 1–9, 2021, [Online]. Available: <https://iveconsultores.com/que-es-un-registro/>
- [28] L. Publicacion, “Registro de mantenimiento : qué es y qué contiene,” *biblus*, pp. 1–5, 2023.
- [29] S. Administraci, S. Crear, and S. Aceptar, “Crear presupuestos de mantenimiento,” *Microsoft Learn*, pp. 9–10, 2023.
- [30] C. V. S. S. Vsm, “Compresores VSS/VSM,” *EMERSON*, pp. 1–200, 2019.
- [31] A. C. Lozano, “La gestión documental como evidencia del trabajo del Revisor Fiscal .,” *Fund. Univ. del Área Andin.*, pp. 1–10, 2021.
- [32] A. D. E. Easymaint and E.-M. Net, “EasyMaint Maintenance,” *Maint Net*, pp. 6–8, 2023.