



**Diseño de un programa de mantenimiento preventivo en la reducción de fallas
recurrentes del compresor de la empresa PetroTech durante el año 2025**

Modalidad: Proyecto de investigación

**Jhoan Sebastián García Vargas
CC 1005188728
58-2-25-003**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad Ciencias Naturales e Ingenierías,
Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico
Barrancabermeja, Santander 25 - 11 - 2025**



Diseño de un programa de mantenimiento preventivo en la reducción de fallas recurrentes del compresor de la empresa PetroTech durante el año 2025

Modalidad: Proyecto de investigación

**Jhoan Sebastián García Vargas
CC 1005188728
58-2-25-003**

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

DIRECTOR

José Luis Barbosa

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad Ciencias Naturales e Ingenierías,
Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico
Barrancabermeja, Santander 25 - 11 - 2025**

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de los requisitos exigidos por las Unidades Tecnológicas de Santander para optar al título de Tecnólogo en Operación y Mantenimiento Electromecánico, según el Acta del Comité de Trabajos de Grado FCNI-262 con fecha: 15/04/2026 evaluado por el Msc. Alejandro Moscoso.

Alejandro J.
1098675581.

Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

El presente proyecto de grado está dedicado a mis padres y maestros, quienes han sido un apoyo incondicional durante mi formación académica. Su guía, esfuerzo y confianza han sido fundamentales para alcanzar cada uno de mis objetivos profesionales. A ellos, que siempre creyeron en mis capacidades y me motivaron a avanzar incluso en los momentos de mayor exigencia, les debo gran parte de lo que hoy logro. Este trabajo es el fruto de su ejemplo, su dedicación y su constante enseñanza, que me han inspirado a crecer con responsabilidad y compromiso.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, quiero agradecer a Dios por brindarme la sabiduría, fortaleza y claridad necesarias para avanzar en cada etapa de este proyecto, guiando mis decisiones y permitiéndome culminar con éxito este proceso académico.

A mis padres, por su amor incondicional, por ser mi ejemplo de disciplina y perseverancia, y por apoyarme en cada desafío con paciencia, confianza y palabras de ánimo que siempre me impulsan a seguir adelante.

De igual manera, expreso mi gratitud a la empresa PetroTech, por abrirme las puertas, permitirme desarrollar esta investigación y brindarme el acompañamiento técnico y operativo necesario para comprender de manera práctica los procesos de mantenimiento y la dinámica real del campo.

Finalmente, agradezco a todas las personas que hicieron posible la culminación de este proyecto, en especial a mis tutores, compañeros y colaboradores del área operativa, quienes con sus aportes, disposición y recomendaciones contribuyeron significativamente al desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	<u>10</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>11</u>
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>13</u>
1.1. CONTEXTO DE LA EMPRESA	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS	17
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.5. ESTADO DEL ARTE	18
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>22</u>
2.1. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	22
2.2. COMPRESOR.....	23
2.3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMO PLAN DE SEGUIMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN COMPRESORES.....	25
2.4. COSTOS EN LOS MANTENIMIENTOS	27
2.5. LISTA DE CHEQUEO Y FICHA TÉCNICA.....	28

3.	<u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	30
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
3.2.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	30
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	30
3.4.	TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	31
3.5.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	32
3.6.	PLAN DE ACTIVIDADES	32
4.	<u>RESULTADOS</u>	34
4.1.	FASE 1 – RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	34
4.2.	FASE 2 – EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL COMPRESOR 38	
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	50
6.	<u>RECOMENDACIONES</u>	51
	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Afectaciones de los compresores hallados en las maquinarias que utilizan el compresor.....	34
Figura 2. Diagrama de Ishikawa causas que han dado origen a fallas en el compresor.....	37
Figura 3. <i>Diagrama de reconocimiento del Flujo de Proceso</i>	38

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Cronograma de actividades del proyecto</i>	32
Tabla 2. <i>Levantamiento de la información técnica de las maquinarias</i>	35
Tabla 3. <i>Lista de chequeo técnica</i>	39
Tabla 4. <i>Costos asociados a factores técnicos del compresor industrial</i>	41
Tabla 5. <i>Costos asociados a factores operativos del compresor industrial</i>	42
Tabla 6. <i>Costos asociados a factores de ahorro en el compresor industrial</i>	42
Tabla 7. <i>Formato tipo lista de chequeo para inspección técnica de compresor en campo</i>	48

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto busca diseñar un programa de mantenimiento preventivo, con el fin de reducir las fallas recurrentes del compresor, mediante la implementación de un plan estructurado de seguimiento, contribuyendo en la gestión operativa de la empresa PetroTech. Para ello, se desarrolló una metodología de tipo descriptivo, con un enfoque cualitativo, estructurado en cuatro fases. En la primera fase se realizó un levantamiento de información técnica mediante una visita de campo y un análisis de antecedentes de fallas, aplicando el diagrama de Ishikawa. En la segunda fase se construyó el diagrama de flujo del proceso para los servicios de calibración y limpieza interna de tubería, complementado con una lista de chequeo aplicada a los operarios, con el fin de evaluar el estado actual del compresor. En la tercera fase se realizó una evaluación económica de los costos asociados a los mantenimientos correctivos y preventivos y en una cuarta fase, se diseñó un programa de mantenimiento preventivo basado en recomendaciones técnicas, operativas y económicas, acompañado de un formato de inspección continua, con el propósito de servir como herramienta de monitoreo a los mantenimientos realizados. Los resultados evidenciaron desviaciones importantes en lubricación, registros de mantenimiento, inspección eléctrica, calibración de instrumentos y control de fugas, con un cumplimiento general del 58 %, demostrando que un mantenimiento preventivo estándar representa un costo promedio menor que la atención de fallas inesperadas reparación. Finalmente, su aplicación favorecería la prolongación de la vida útil del compresor y la eficiencia operativa en PetroTech.

PALABRAS CLAVE: Compresor, Plan de seguimiento, Mantenimiento preventivo, Costos operativos; PetroTech.

INTRODUCCIÓN

La gestión del mantenimiento en para la industria petrolera, se constituye como un pilar fundamental en la garantía de un proceso operativo continuo, así como un mecanismo de eficiencia de los servicios y la reducción de costos asociados a reparaciones correctivas o paradas no programadas. En este sector, equipos como los “compresores”, desempeñan un papel esencial en operaciones de limpieza y reacondicionamiento de pozos. Sin embargo, la presencia de fallas recurrentes evidencia la necesidad de fortalecer los planes de mantenimiento preventivo que actualmente se vienen implementando en la empresa ([Petrotech de Colombia, 2024](#))

La evolución hacia enfoques estratégicos de mantenimiento preventivo, demuestra la efectividad en el anticipo a fallas técnicas, también mejora la confiabilidad de los equipos y reduce los gastos operativos asociados a tiempos de inactividad. De acuerdo con [Greiner \(2024\)](#), es fundamental mantener un monitoreo de variables críticas del compresor, para mitigar problemáticas relacionadas con el recalentamiento y el desgaste de componentes. Así mismo, la implementación de un seguimiento periódico basado en inspecciones técnicas, prolongan la vida útil del equipo y disminuyen los riesgos operativos para el personal ([Ariza, 2025](#)).

En este contexto, diseñar un programa de mantenimiento preventivo enfocado en el compresor, el cual es utilizado en diferentes funciones del proceso productivo, se vuelve indispensable, para asegurar la continuidad del servicio, reducir la recurrencia de fallas y fortalecer la gestión operativa. Autores como [Osorio Díaz y Ascencio Cruz \(2022\)](#), destacan que la actualización de procedimientos y el seguimiento disciplinado del mantenimiento preventivo, promueve un mejor

desempeño y eficiencia de los equipos. De esta manera, la presente investigación práctica integra el análisis de las causas de fallas recurrentes del compresor y la comparación entre las prácticas actuales y las recomendaciones técnicas del fabricante, con el propósito de establecer un plan de mantenimiento estructurado que responda a las necesidades operativas de PetroTech, determinando su incidencia económica en la operación.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. CONTEXTO DE LA EMPRESA

Petrotech de Colombia, es una empresa líder en servicios petroleros que ofrece soluciones integrales para la industria energética. Su actividad económica se centra en brindar apoyo a la extracción, mantenimiento de pozos, así como la provisión de herramientas especializadas y servicios técnicos para operaciones de fondo de pozo y limpieza. La sede principal se encuentra ubicada en Bogotá, D.C., en la dirección Calle 93 #11 A-11, Oficina 602. Sin embargo, su operación técnica, pueden llevarse a cabo mediante unidades móviles o fija, para su proceso operativo en campo, ubicado en Barrancabermeja, en el Km4. vía al centro, antiguo Balneario La Florida ([Petrotech de Colombia, 2024](#)).

Funcionalmente, Petrotech opera principalmente en dos líneas de servicio: por un lado, realiza operaciones de reacondicionamiento de pozos (*workover*) y, por otro, presta servicios de limpieza y mantenimiento de pozos, utilizando equipos y herramientas de fondo que garantizan la eficiencia y seguridad en los procesos productivos ([Petrotech de Colombia, 2024](#)).

A nivel organizativo, la empresa cuenta con una estructura robusta que incorpora áreas como; operaciones, mantenimiento, seguridad y salud en el trabajo, calidad, logística y recursos humanos, gestionando sus actividades con alto compromiso ambiental y estándares de excelencia, reflejando un compromiso permanente con la sostenibilidad y la seguridad de su personal.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa PetroTech de Colombia presta servicios petroleros integrales enfocados en el reacondicionamiento de pozos y en la limpieza de tuberías de fondo, actividades que dependen de equipos especializados como el compresor y del desempeño del personal técnico encargado de su operación ([Petrotech de Colombia, 2024](#)). Debido a la relevancia de este equipo dentro del proceso operativo, las fallas recurrentes del compresor afectan directamente la continuidad y eficiencia del servicio.

El análisis de involucrados realizado mediante entrevista al inspector de planta, así como la observación directa durante el levantamiento de información, permitió identificar que las principales partes impactadas por esta problemática son: el área de operaciones, el personal técnico encargado del manejo del compresor, el equipo de mantenimiento y la coordinación administrativa que gestiona los recursos. Estos actores se ven afectados tanto en su productividad como en la toma de decisiones operativas.

Dentro de las causas primarias asociadas a las fallas del compresor se identificó la ausencia de procedimientos estandarizados de mantenimiento específicos para este equipo y las deficiencias en el uso de materiales y repuestos adecuados. A ello se suman causas secundarias, como el desgaste natural de los componentes por condiciones operativas exigentes, la falta de seguimiento a los reportes técnicos y la inexistencia de indicadores de medición que permitan anticipar o diagnosticar oportunamente las fallas ([Petrotech de Colombia, 2024](#)). Estas limitaciones de control y monitoreo elevan la probabilidad de fallas imprevistas y reducen la confiabilidad del equipo, lo cual coincide con los hallazgos sobre la importancia de

aplicar mantenimiento preventivo y predictivo en compresores industriales (Nordal, 2021).

Los efectos generados por esta problemática impactan directamente en la continuidad operativa de PetroTech. Entre los más relevantes se encuentran las interrupciones del servicio, el aumento de costos por mantenimientos correctivos, el retraso en la ejecución de las actividades de campo y la disminución de la vida útil del equipo. Asimismo, la falta de control técnico incrementa los riesgos de seguridad industrial y limita la capacidad de respuesta para cumplir con los estándares que exige la industria petrolera.

Frente a este escenario, surge la pregunta; *¿Cómo influye el diseño de un programa de mantenimiento preventivo, en la reducción de fallas recurrentes del compresor, mediante la implementación de un plan estructurado de seguimiento, en la gestión operativa de la empresa PetroTech durante el año 2025?*

1.3. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo para el compresor generará efectos altamente positivos tanto a nivel técnico como organizacional y económico. Técnicamente, resolver la problemática permitirá garantizar la continuidad operativa de la planta, reduciendo la ocurrencia de fallas inesperadas y asegurando la disponibilidad constante del suministro de aire requerido por los distintos equipos del proceso. Esto se traduce en un flujo productivo más estable, menor desgaste acelerado de los componentes y un incremento significativo en la confiabilidad del sistema, lo cual está alineado con las tendencias contemporáneas de evolución de estrategias de mantenimiento en la industria energética (Moleđa, 2023).

Organizacionalmente, la solución permitirá disminuir de manera sustancial las fallas recurrentes del compresor mediante la estandarización de procedimientos, la definición de pautas técnicas claras y la adopción de mecanismos de seguimiento continuo. Esto favorecerá una gestión operativa más eficiente, una mejor toma de decisiones y una cultura interna orientada a la prevención, contribuyendo a que PetroTech alcance niveles más altos de estabilidad y desempeño durante el periodo operativo proyectado (Ariza, 2025; Osorio & Ascencio, 2022).

Económicamente, corregir esta problemática representa una oportunidad estratégica para optimizar los recursos financieros de la empresa. La reducción de intervenciones correctivas, el incremento en la vida útil del equipo y la disminución de tiempos de inactividad contribuirán a un ahorro significativo de costos. Además, permitirá mejorar la planificación presupuestal y fortalecer indicadores de

productividad vinculados al mantenimiento, lo cual genera un impacto directo en la rentabilidad y eficiencia global de la planta (Greiner, 2024).

En el ámbito académico y formativo, este proyecto adquiere un valor especial por cuanto representa la aplicación directa de los conocimientos adquiridos en la Universidad Tecnológica de Santander, integrando conceptos de análisis de fallas, metodologías de mantenimiento industrial, evaluación económica y gestión operativa. El diseño del programa preventivo no solo refuerza competencias profesionales esenciales, sino que también demuestra la capacidad del estudiante para intervenir y resolver una problemática real del sector productivo. De esta manera, el trabajo constituye un aporte concreto para PetroTech, al ofrecer una propuesta técnica y económica viable, al tiempo que enriquece la formación en ingeniería y gestión industrial promovida por la UTS.

Asimismo, el proyecto aporta al campo de conocimiento al fortalecer las prácticas de mantenimiento preventivo en el contexto de la industria petrolera, un sector que demanda innovación constante y rigurosidad técnica. Socialmente, contribuye a mejorar la seguridad operacional, a reducir riesgos laborales asociados a fallas de maquinaria crítica y a promover una cultura de sostenibilidad empresarial mediante la optimización de recursos y la continuidad operativa.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo, con el fin de reducir las fallas recurrentes del compresor, mediante la implementación de un plan estructurado de seguimiento, en la gestión operativa de la empresa PetroTech durante el año 2025.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar un levantamiento de información técnica, analizando las causas de fallas recurrentes del compresor, considerando factores de mano de obra, métodos, materiales, maquinaria, medio ambiente y medición, mediante la aplicación de un diagrama de Ishikawa.
- 2) Realizar un diagrama de reconocimiento al Flujo de Proceso los procedimientos de mantenimiento, con las prácticas actualmente implementadas en la empresa, identificando oportunidades de mejora, a partir de una lista de chequeo para el control técnico del compresor
- 3) Evaluar los costos asociados al mantenimiento correctivo y preventivo del compresor, determinando su incidencia económica, proyectando el posible ahorro con la implementación de un programa preventivo.
- 4) Diseñar una propuesta de programa de mantenimiento preventivo para el compresor, estructurada en recomendaciones técnicas y económicas que contribuyan a la reducción de fallas y a la optimización de la gestión operativa en PetroTech.

1.5. ESTADO DEL ARTE

A nivel nacional, se presenta la propuesta del autor ([Osorio Díaz, 2022](#)), que menciona la actualización del procedimiento de mantenimiento preventivo aplicado en compresores, destacando el establecimiento de protocolos técnicos estandarizados, que garanticen la confiabilidad operativa de los equipos, reduzcan los tiempos de parada y optimicen el uso de recursos en la industria petrolera. Este estudio aporta al caso de PetroTech, un contexto a partir de evidencias prácticas, sobre la gestión estructurada del mantenimiento y su contribución al mejoramiento continuo de los procesos industriales, en el cumplimiento de los estándares de seguridad y eficiencia energética en el contexto colombiano.

Continuando en un contexto nacional, el autor [Ascencio \(2022\)](#), propone la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo basadas en la supervisión constante de variables críticas como temperatura, presión y vibración. Esto coincide con lo expuesto por el autor [Ariza \(2025\)](#), quien resalta el uso de las herramientas de diagnóstico y análisis de datos, en la anticipación de fallas, incrementando la confiabilidad y prolongando la vida útil de los equipos. Este enfoque demuestra, al caso de PetroTech, como adoptar estas metodologías de seguimiento, puede mejorar la integración de sistemas predictivos, fortaleciendo la capacidad de diagnóstico temprano y optimizando la gestión y la continuidad operativa de los servicios que presta la empresa.

Por otra parte, y en un contexto Latinoamericano, el autor [Chicago P \(2020\)](#), menciona que, el mantenimiento preventivo en equipos industriales, se ha visto beneficiado en la eficiencia operativa y reducción de los costos derivados de fallas inesperadas. Para PetroTech, esta investigación ofrece evidencia clara de los beneficios asociados a la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en un compresor, demostrando que la programación adecuada de inspecciones,

lubricación y sustitución de piezas críticas prolonga la vida útil del equipo, mejora la seguridad laboral y garantiza la continuidad del proceso productivo sin interrupciones costosas. Al caso de PetroTech, el estudio muestra que, las empresas que aplicaron metodologías de mantenimiento basadas en indicadores de desempeño lograron, no solo reducir las paradas no programadas, sino también mejorar la coordinación entre áreas operativas y técnicas. Además, se observó una disminución considerable en los costos asociados a reparaciones de emergencia. Este artículo aporta factibilidad de integrar indicadores de gestión en el programa de mantenimiento del compresor.

Ante un panorama internacional, el autor [Moleđa \(2023\)](#), realiza un análisis del ciclo de vida de los compresores industriales y en la influencia del mantenimiento preventivo sobre su fiabilidad y costo total de propiedad, planteando que, la falta de programas estructurados de mantenimiento incrementa el desgaste prematuro de componentes críticos, elevando los costos correctivos y reduciendo la disponibilidad operativa. Mediante estudios de caso, el artículo presenta comparaciones entre empresas que implementaron estrategias preventivas frente a aquellas que operaron de manera reactiva, mostrando que las primeras lograron reducir hasta un 30 % los costos de mantenimiento y prolongar la vida útil de los compresores. Además, se enfatiza la importancia del uso de repuestos originales y de la capacitación del personal para garantizar la efectividad del programa. Para PetroTech, esta investigación ofrece evidencia evidente de los beneficios financieros y técnicos de adoptar un plan preventivo en el compresor, demostrando que la inversión en mantenimiento temprano genera retornos positivos en eficiencia, confiabilidad y reducción de fallas.

Finalmente, el impacto del mantenimiento preventivo sobre la eficiencia de procesos en plantas energéticas, con especial atención en equipos de alta criticidad como los

compresores, utilizados en Noruega, emplean un modelo de simulación para evaluar cómo la frecuencia y calidad del mantenimiento influyen en la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Estos hallazgos demuestran que, a mayor regularidad y precisión en las tareas preventivas, menor es la probabilidad de fallas imprevistas que interrumpan los procesos productivos. Además, se argumenta que el mantenimiento preventivo no solo reduce costos asociados a reparaciones, sino que también mejora la percepción de confiabilidad de los clientes y actores externos de la organización ([Nordal, 2021](#)). Para PetroTech, este artículo ofrece una perspectiva estratégica, en la implementación del plan de mantenimiento preventivo en el compresor, ya que no solo optimiza la gestión operativa, sino que también refuerza la competitividad y la reputación de la empresa en el sector industrial.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo, desde un punto de vista técnico, surge cuando las industrias manufactureras, energéticas y de transporte, ven la necesidad de realizar intervenciones sistemáticas controladas para anticipar fallas, garantizar la continuidad operativa y prolongar la vida útil de sus equipos industriales. Este enfoque evolucionó conforme avanzó la intervención tecnológica de los equipos y las exigencias técnicas y de producción continua, que exigían las industrias.

Según [Pillado Portillo \(2022\)](#), el mantenimiento preventivo puede definirse como un conjunto de actividades planificadas que incluyen inspecciones, limpiezas, ajustes y sustituciones programadas, cuyos objetivos principales son conservar la funcionalidad del equipo, reducir la probabilidad de fallas inesperadas y optimizar el desempeño operativo. El autor destaca que su estructura se fundamenta en metodologías sistemáticas de administración del mantenimiento, orientadas al análisis de la condición de los activos, la definición de tareas periódicas y la gestión eficiente de los recursos técnicos y humanos.

En el sector petrolero, el mantenimiento preventivo se orienta particularmente a intervenciones periódicas de inspección, lubricación, calibración y verificación funcional de compresores, bombas, motores y sistemas auxiliares, con el propósito de mejorar la disponibilidad operativa, minimizar los riesgos asociados a fallas críticas y reducir los costos derivados de paradas no programadas. [Ariza \(2025\)](#) resalta que, en plantas industriales, la implementación de programas preventivos forma parte integral de las estrategias de continuidad operacional, ya que permiten

programar paradas controladas, mejorar la eficiencia energética y fortalecer el desempeño global del sistema productivo.

Así mismo, [Molęda \(2023\)](#), enfatiza que el mantenimiento preventivo no solo busca anticipar posibles fallas mecánicas, sino también contribuir a la gestión del conocimiento técnico mediante el seguimiento sistemático de reportes, registros históricos y datos operativos del equipo. Este proceso genera información clave para la toma de decisiones, facilita la identificación de patrones de deterioro y permite estandarizar procedimientos adecuados para cada tipo de maquinaria.

2.2. COMPRESOR

El compresor es un equipo mecánico, encargado de incrementar la presión del aire o de un gas mediante la reducción de su volumen, aprovechando principios termodinámicos que permiten transformar energía mecánica en energía neumática. Este proceso se logra a través de mecanismos como pistones, tornillos rotativos, paletas o diafragmas, según el tipo de compresor y su aplicación industrial.

Según los autores [Soto Sarkis et al. \(2019\)](#), los compresores se definen como componentes esenciales en diversos sistemas productivos, debido a su capacidad para suministrar aire comprimido de manera constante y controlada, lo que los convierte en elementos estratégicos para la automatización y operación de múltiples procesos.

Su uso en la industria es amplio y abarca sectores como el petrolero, manufacturero, automotriz, metalmecánico, alimentario y de servicios, donde se requiere aire comprimido para operar herramientas neumáticas, sistemas de control, válvulas automáticas, procesos de empaque, limpieza industrial y equipos especializados.

En plantas energéticas y petroleras, los compresores cumplen un papel crítico al garantizar el funcionamiento continuo de mecanismos de control, transporte de fluidos, inyección de aire y apoyo a maquinaria pesada, permitiendo la estabilidad operativa de los sistemas asociados.

Entre las principales características técnicas de los compresores se destacan:

- Capacidad de caudal: Determina la cantidad de aire que pueden suministrar.
- Presión máxima de operación: Es esencial para evaluar su compatibilidad con sistemas de alta exigencia.
- Tipo de lubricación: Indica el tipo y grosor del aceite, dependiendo del proceso industrial.
- Eficiencia energética: Se conoce como la energía que otorga el equipo utilizado, comúnmente en plantas de operación continua, especialmente en compresores rotativos.
- Sistema de enfriamiento: Puede ser por aire o por agua, y busca garantizar la estabilidad térmica del equipo.

De acuerdo con [ASLAK \(2020\)](#), los compresores de tornillo destacan por su alta eficiencia y por su capacidad de operación continua, mientras que los compresores de pistón, según [Chicago Pneumatic \(2020\)](#), son más utilizados para trabajos intermitentes o de menor demanda energética.

Dentro de las principales fallas asociadas al desgaste y al uso continuo del compresor se encuentran:

- Sobrecalentamiento del equipo: Debido principalmente a deficiencias en el sistema de lubricación o enfriamiento.
- Pérdida de presión o caudal: Que puede ser causada por fugas en las líneas, desgaste de válvulas o deterioro de los anillos de pistón.
- Contaminación del aire comprimido: Producto de filtración insuficiente o acumulación de partículas en el sistema.
- Vibraciones excesivas y ruidos anormales: Son indicios que pueden indicar fallas en rodamientos, desalineación o daños en el motor.
- Incremento en el consumo energético: Surge como resultado del deterioro interno o de una operación fuera de los parámetros recomendados.

Estas fallas, según [Soto Sarkis et al. \(2019\)](#), se deben principalmente a la falta de mantenimiento preventivo, al desgaste natural de los componentes y a las exigencias operativas de los entornos industriales. Su identificación oportuna permite evitar daños mayores y prolongar la vida útil del equipo, reforzando la importancia de estrategias adecuadas de gestión del mantenimiento.

2.3. PLAN DE SEGUIMIENTO PARA LA REDUCCIÓN DE FALLAS EN COMPRESORES

El Plan de seguimiento o control a los mantenimientos realizados en equipos El programa de mantenimiento preventivo como plan de seguimiento surge de la necesidad de garantizar la continuidad operativa de los equipos industriales y reducir la probabilidad de fallas inesperadas que afectan directamente la eficiencia productiva. Este tipo de programas se fundamenta en la creación de rutinas sistemáticas de inspección, lubricación, ajuste y control de los equipos, alineadas con los estándares técnicos definidos por el fabricante y por las normativas industriales vigentes. De acuerdo con [Molęda \(2023\)](#), el fortalecimiento de estas estrategias ha sido una respuesta natural a la evolución histórica del mantenimiento, que pasó de ser correctivo y reactivo a enfoques planificados, preventivos y predictivos, especialmente en sectores críticos como la industria energética.

Las fases para la creación de un plan de seguimiento efectivo comprenden:

- Diagnóstico inicial del equipo, mediante inspección visual, análisis de historial y medición de parámetros de operación.
- Levantamiento de información técnica, a partir del manual del fabricante, condiciones de carga, tiempo de operación y entorno de trabajo.
- Diseño del checklist de mantenimiento preventivo, acorde con las tareas rutinarias de inspección, limpieza, lubricación y verificación de componentes.
- Programación del calendario de mantenimiento, según horas de operación, criticidad del equipo y disponibilidad productiva.
- Implementación del sistema de registro y trazabilidad, que permita documentar cada intervención realizada.

- Evaluación continua del desempeño, mediante comparación entre condiciones iniciales y resultados posteriores a la aplicación del plan.
- Retroalimentación y mejora del programa, integrando indicadores de desempeño y analítica de fallas para optimizar la estrategia.

Estos elementos consolidan un enfoque que permite no solo reducir las fallas del compresor, sino también generar prácticas de mantenimiento alineadas con la gestión moderna de activos en la industria energética.

2.4. COSTOS EN LOS MANTENIMIENTOS

Los costos de mantenimiento, desde un enfoque teórico, se encuentran influenciados por diversos factores técnicos, operativos y económicos que determinan el nivel de inversión requerido para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. La literatura especializada reconoce que dichos costos no solo comprenden los gastos directos asociados a las actividades de inspección, reparación o reemplazo de componentes, sino también los costos indirectos relacionados con la pérdida de productividad, tiempos de inactividad y disminución de la eficiencia energética (Greiner, 2024). En consecuencia, el análisis de costos constituye un eje fundamental para la toma de decisiones en las estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo.

La estructura de costos debe contemplar los factores que influyen en el desempeño y desgaste del equipo, tales como; Frecuencia de uso, condiciones de operación, la

presencia de ambientes con polvo, humedad, altas temperaturas o variaciones de presión puede acelerar el desgaste del compresor, generando

Desde un ámbito económico, mantener un diagnóstico preventivo permite extender la vida útil del equipo, reducir el número de intervenciones correctivas y minimizar los costos derivados de fallas inesperadas. Según [Nordal \(2021\)](#), el control sistemático de parámetros como temperatura, vibraciones y presión contribuye significativamente a la optimización del mantenimiento al anticipar fallas potenciales y evitar costos mayores asociados a reparaciones complejas. De este modo, la gestión eficiente del mantenimiento no solo garantiza la continuidad operativa, sino que también optimiza el uso de los recursos financieros de la empresa, favoreciendo la sostenibilidad económica del proceso productivo.

2.5. LISTA DE CHEQUEO

El concepto de lista de chequeo, se origina en la necesidad de estandarizar procesos y garantizar la verificación sistemática de actividades críticas, inicialmente en sectores como la manufactura y aviación, donde la precisión operativa es indispensable para evitar riesgos asociados a fallas. Con el paso del tiempo, este instrumento comenzó a ser aplicado de manera amplia en la industria, dado que facilita el control de actividades repetitivas, asegura la trazabilidad de las tareas realizadas y contribuye a la mejora continua de los procesos productivos ([Soto Sarkis et al, 2019](#)).

En la actualidad, la lista de chequeo constituye un mecanismo de control operativo que permite registrar, validar y supervisar el cumplimiento de las tareas técnicas de mantenimiento. Según [Cuevas \(2017\)](#), su uso en los compresores alternativos permite una evaluación estructurada de parámetros como lubricación, presión,

estado de válvulas, niveles de vibración y desempeño general del equipo, convirtiéndose en una herramienta esencial para prevenir fallas y garantizar la eficiencia del sistema. De esta manera, la lista de chequeo no solo documenta las actividades ejecutadas, sino que también actúa como un soporte técnico para la toma de decisiones dentro de los programas de mantenimiento preventivo.

En cuanto a la ficha técnica, esta se define como el documento que reúne de forma detallada la información esencial del equipo, incluyendo características operativas, capacidades, parámetros de funcionamiento, recomendaciones del fabricante y especificaciones de mantenimiento. [Flórez Plata \(2025\)](#) destaca que la ficha técnica constituye un insumo indispensable para diseñar programas de mantenimiento preventivo, ya que proporciona la guía base para determinar la periodicidad de inspecciones, los procedimientos de intervención, los repuestos necesarios y los límites operativos seguros del compresor. Su correcta interpretación garantiza que las tareas de mantenimiento se realicen conforme a los estándares del fabricante y bajo criterios de eficiencia y seguridad industrial.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es descriptivo, dado que su propósito principal es identificar, caracterizar y documentar las actividades, cargos y procedimientos asociados al mantenimiento preventivo del compresor utilizado por la empresa. Este enfoque permite describir de manera sistemática las condiciones actuales de los procesos operativos, el estado real de los equipos industriales y las prácticas de mantenimiento implementadas por el personal técnico. A través de esta descripción se busca comprender el comportamiento del compresor dentro del flujo de trabajo, su relación con los factores operativos y las oportunidades de mejora que permitan aumentar su confiabilidad y disminuir la ocurrencia de fallas.

3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque metodológico adoptado es de carácter cualitativo, orientado a comprender el comportamiento operativo del compresor, las percepciones del personal técnico y los factores que influyen en la aplicación de las rutinas de mantenimiento. Este enfoque facilita el análisis detallado de las prácticas existentes, la identificación de fallas recurrentes, la interpretación de los registros e inspecciones de campo y la comprensión de los procedimientos internos que afectan la eficiencia del equipo. Además, permite relacionar las observaciones directas con los lineamientos del fabricante y las buenas prácticas industriales.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para alcanzar los objetivos planteados, se emplearon diversas técnicas e instrumentos de recolección de información, organizados en fases de trabajo:

- **Visita de inspección técnica:** Permitió la observación directa del compresor en operación, identificación de afectaciones, registro fotográfico y levantamiento de información del entorno operativo.
- **Entrevistas semiestructuradas:** Esta dirigido al inspector y al técnico responsable del mantenimiento, con el fin de obtener información cualitativa sobre fallas frecuentes, procedimientos aplicados y percepción del estado del equipo.
- **Lista de chequeo técnica:** Instrumento diseñado para evaluar el cumplimiento de parámetros operativos.
- **Diagrama de Ishikawa:** Herramienta utilizada para identificar la causa raíz relacionada con mano de obra, métodos, materiales, maquinaria, medio ambiente y medición.

3.4. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El tratamiento de la información se realizó mediante la clasificación, codificación y análisis de los datos obtenidos durante las visitas de campo, entrevistas y listas de chequeo. Se compararon los parámetros reales de funcionamiento del compresor con las especificaciones del fabricante, así como los registros disponibles con el estándar recomendado para equipos de este tipo. Para interpretar los resultados se aplicaron herramientas de análisis causal, como el diagrama de Ishikawa, con el fin de identificar tendencias, anomalías recurrentes y oportunidades de mejora. Este proceso permitió estructurar una propuesta técnica coherente con las condiciones reales del equipo y las necesidades operativas de la empresa.

3.5. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para garantizar el cumplimiento de los principios éticos de la investigación, se aseguró el respeto por la Ley de Protección de Datos Personales, garantizando la confidencialidad, anonimato y uso exclusivo de la información para fines académicos. Asimismo, se mantuvo un trato equitativo a los participantes, asegurando que la información suministrada no generara riesgos ni afectaciones a su integridad laboral.

3.6. PLAN DE ACTIVIDADES

Tabla 1.

Cronograma de actividades del proyecto

Actividad (Semanal)	Fase 1				Fase 2								Fase 3				Fase 4	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fase 1: Realizar un levantamiento de información técnica.																		
Realizar un levantamiento de información técnica																		
Analizar las causas de fallas recurrentes del compresor, considerando sus causas, mediante la aplicación de un diagrama de Ishikawa.																		
Fase 2: Identificar oportunidades de mejora, a partir de la lista de chequeo técnico de cada compresor.																		
Realizar el Diagrama de reconocimiento del Flujo de Proceso																		
Identificar las oportunidades de mejora, a partir de la lista de chequeo para el control técnico del compresor																		
Fase 3: Evaluar los costos asociados al mantenimiento preventivo del compresor																		

4. RESULTADOS

4.1. FASE 1 – RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La primera fase del proyecto, consistió en la recolección y organización de la información técnica relacionada con los equipos industriales que utilizan un “compresor”, para su funcionamiento cotidiano. Para ello, se revisaron los manuales del fabricante, los registros históricos de intervenciones, las bitácoras operativas y los reportes de fallas frecuentes, así como la información suministrada por el personal técnico encargado del manejo y operación de los equipos.

Durante la primera visita inicial se llevó a cabo una inducción orientada a comprender los aspectos técnicos y operativos relacionados con los procedimientos de mantenimiento implementados para el manejo y uso del compresor. Durante el recorrido por las instalaciones se efectuó un registro fotográfico que permitió identificar afectaciones en diferentes máquinas que dependen del suministro de aire comprimido, tal como se observa en la Figura 1.

Figura 1. Afectaciones de los compresores hallados en las maquinarias que utilizan el compresor.







Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó el levantamiento de la información técnica de los compresores asociados a tres maquinarias principales, con el propósito de analizar su estado actual, su comportamiento operativo y las condiciones reales en las que funcionan. Este proceso permitió identificar el rol específico que cumple cada compresor dentro del sistema productivo, como se presenta a continuación:

Tabla 2.

Levantamiento de la información técnica de las maquinarias que usan un compresor

<p>Compresor del Malacate</p>	<p>Función: El compresor se encarga de llenar el tanque de aire requerido para el funcionamiento del malacate, asegurando la presión necesaria para su operación continua.</p>	
--------------------------------------	---	--

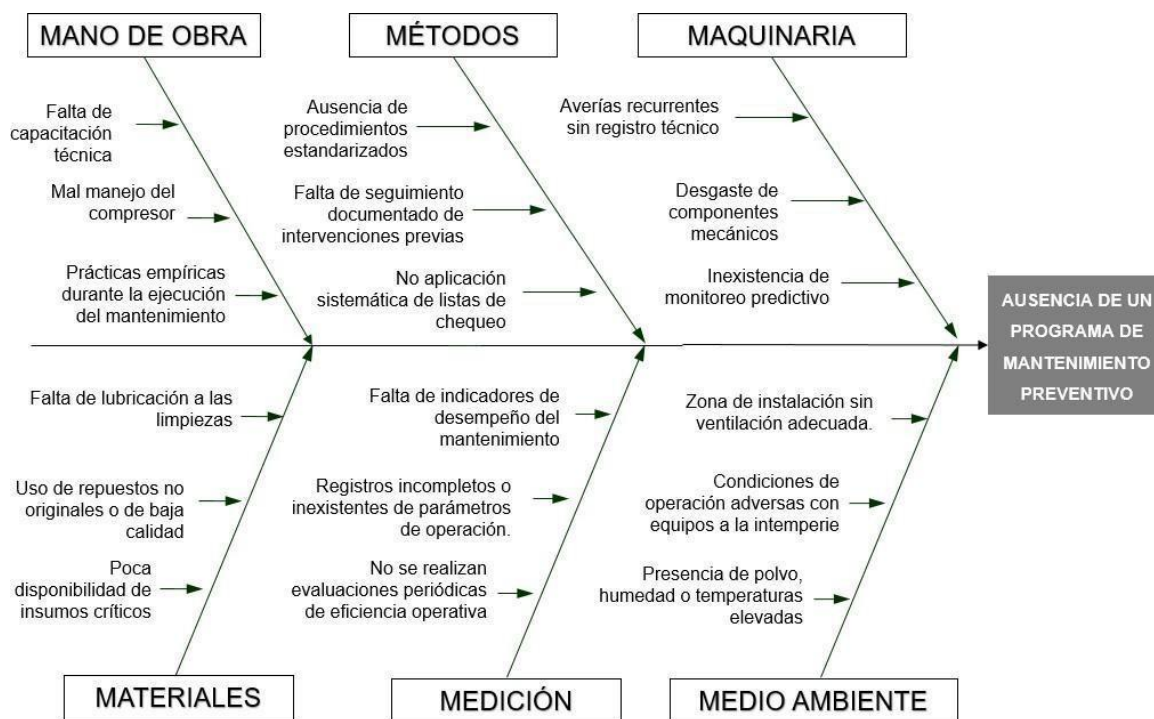
<p>Compresor en el control de velocidad de la bomba de lodos</p>	<p>Función: La bomba de lodos incorpora en su parte superior un mando accionado por aire comprimido, el cual utiliza el compresor para regular y controlar la velocidad del sistema.</p>	
<p>Compresor en el Power de control impulsado por aire</p>	<p>Función: La maquinaria denominada Power dispone de un motor con un mando impulsado por aire que permite el giro y control de la velocidad del tambor, siendo el compresor el encargado de suministrar el flujo de aire requerido.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

Este diagnóstico preliminar, constituyó un paso fundamental para comprender las causas que han dado origen a las fallas recurrentes y, a su vez, permitirá orientar el diseño del programa de mantenimiento preventivo, al proporcionar una visión clara del estado funcional y operacional de cada equipo.

Como resultado de este proceso, se obtuvo información relevante acerca de las causas que han dado origen a fallas en el compresor. Con base en esta información, se elaboró un diagrama de Ishikawa, cuyo propósito es identificar la causa raíz de las problemáticas que afecta la eficiencia del proceso productivo, considerando los hallazgos obtenidos durante la visita técnica y la inspección de las máquinas.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa causas que han dado origen a fallas en el compresor



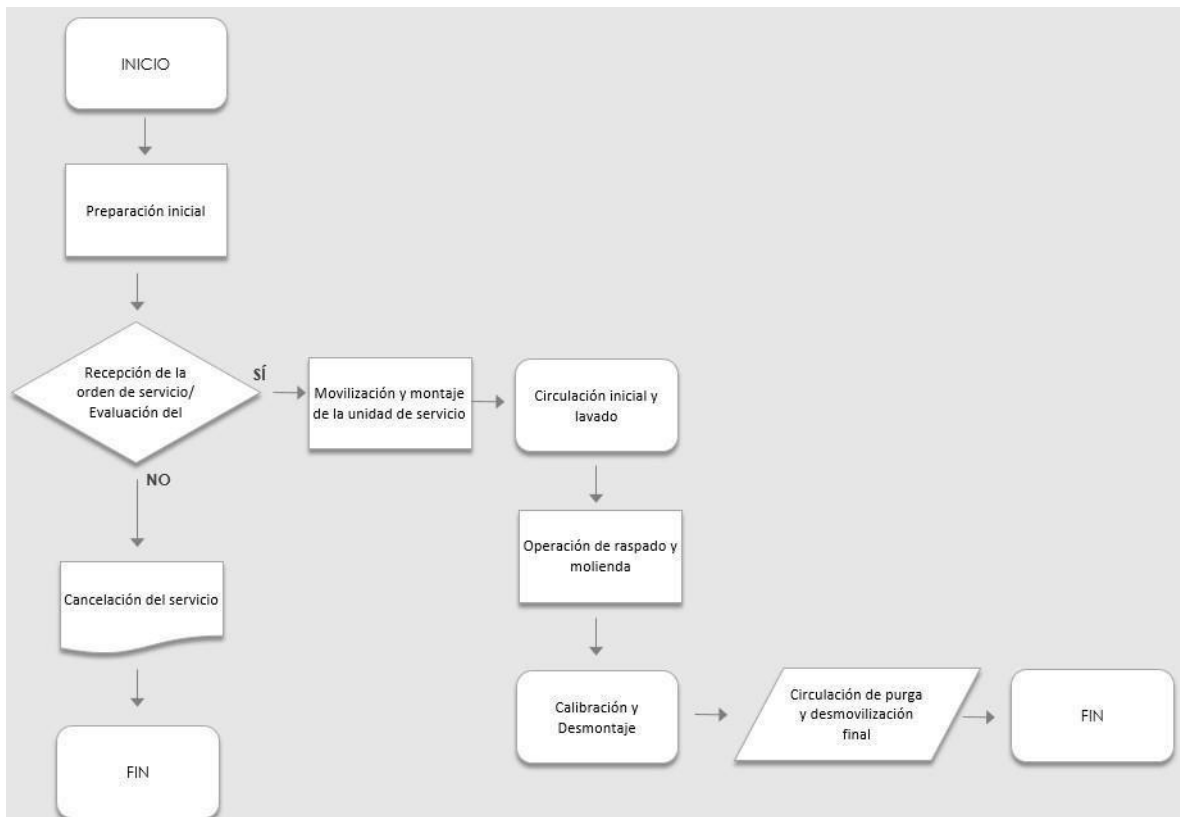
Fuente: autor

Para contextualizar adecuadamente la función del compresor dentro de la operación industrial, fue necesario analizar el flujo de proceso de los dos servicios principales que desarrolla la empresa. Este reconocimiento del proceso facilita identificar en qué puntos intervienen los compresores, cuál es su importancia en la secuencia operativa y en qué etapas su falla genera mayor impacto en la continuidad del servicio.

4.2. FASE 2 – EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL COMPRESOR

En la segunda fase de la práctica investigativa, se evaluó las condiciones operativas de los equipos. Para ello, se describió y estructuró el diagrama de flujo de proceso, correspondiente al servicio de “*calibración y limpieza interna de la tubería de revestimiento*”, con el fin de representar de manera clara y secuencial las actividades que intervienen en la operación. Su estructura fue definida tomando como referencia los lineamientos que Petrotech implementa en sus servicios de wellbore clean-out.

Figura 3. Diagrama de reconocimiento del Flujo de Proceso



Fuente: autor

Por medio del diagrama, se pudieron visualizar las etapas del procedimiento, desde la planificación inicial hasta la verificación final de la tubería, facilitando la identificación de los compresores involucrados en la operación.

Posteriormente, se identificaron las oportunidades de mejora a partir de la lista de chequeo realizada a los operarios de campo, quienes suministraron información detallada sobre el comportamiento operativo del compresor, las variaciones detectadas en sus parámetros de funcionamiento y las prácticas actuales de inspección rutinaria.

Tabla 3. Lista de chequeo técnica

Ítem de evaluación	Criterio de verificación	Cumple	Observaciones del operario
1. Vibración global del motor	Medición periódica y vibración dentro del rango permitido	Parcial	Se detecta vibración leve por encima del valor normal al arranque. Se sospecha desalineación o falta de anclaje firme.
2. Vibración global del bloque compresor	Lectura dentro de parámetros recomendados	No	El bloque presenta vibración elevada. Se evidencia desgaste en las bases y posible desbalance interno. Requiere intervención.
3. Presión de operación del tanque	Presión estable y dentro del rango operativo	Sí	La presión se mantiene entre 100–120 psi sin fugas aparentes. Válvula de seguridad funcional.

4. Temperatura en la línea de descarga	Temperatura controlada durante operación	Parcial	La tubería presenta puntos calientes en operación continua. El ventilador de enfriamiento no está funcionando con regularidad.
5. Caída de presión en el filtro de aire	Caída mínima y filtro en buen estado	No	El filtro está saturado; la caída de presión supera el rango permitido. Requiere limpieza o reemplazo inmediato.
6. Tensión del sistema eléctrico	Voltaje estable y conexiones seguras	Sí	El tablero cumple con la tensión nominal. No se observan cables flojos ni sobrecalentamiento.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la aplicación de la lista de chequeo para el control técnico del compresor, se identificaron diversas oportunidades de mejora relacionadas con:

- Componentes más críticos: Corresponden al bloque compresor, cuya vibración supera el límite permisible establecido para equipos industriales (valores estimados por encima de 7–10 mm/s RMS)
- Filtro de aire: Presenta una caída de presión mayor a la esperada, lo que reduce la eficiencia volumétrica del sistema en aproximadamente 15–20%.
- La línea de descarga: Muestra una temperatura elevada, posiblemente por fallas en el sistema de enfriamiento, alcanzando rangos operativos cercanos a 95–110 °C, superiores al umbral ideal (<85 °C).
- Tanque de almacenamiento: El cual opera dentro de la presión nominal (100–120 psi) y el sistema eléctrico mantiene una tensión estable conforme a

parámetros industriales, representando el 33,3% de los ítems evaluados con cumplimiento total.

En conjunto, estos hallazgos sugieren una disminución progresiva en la confiabilidad del compresor y un incremento en el riesgo de fallas mayores si no se implementan acciones correctivas inmediatas.

Fase 3: Evaluar los costos asociados al mantenimiento preventivo del compresor

Para realizar una evaluación de costos asociados al mantenimiento preventivo de un compresor, requiere un análisis previo de las condiciones actuales del equipo. Utilizando como insumo de las anomalías identificadas en la lista de chequeo, se establece una proyección de costos, contemplando factores técnicos, operativos y económicos, los cuales influyen de manera directa en la planificación presupuestal del programa de mantenimiento.

Tabla 4. Costos asociados a factores técnicos del compresor industrial

Actividad técnica	Descripción	Costo estimado
Cambio de aceite y filtros	Reemplazo de insumos según manual del fabricante	\$180.000
Ajuste y lubricación del motor	Disminuye vibración y desgaste prematuro	\$120.000
Verificación del bloque compresor	Medición de vibración y ajuste de anclajes	\$95.000
Revisión de línea de descarga	Control de temperatura y sellos	\$70.000

Calibración del sensor de presión	Ajuste del rango y prueba de estanqueidad	\$55.000
Total estimado		\$520.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Costos asociados a factores operativos del compresor industrial

Factor operativo	Descripción	Costo estimado
Tiempo de paro programado	2 horas de detención del equipo	\$160.000
Mano de obra técnica (2 operarios)	2 horas de intervención	\$140.000
Insumos para limpieza y herramientas	Solventes, paños, medidores	\$45.000
Material y gestión documental y registro	Actualización de hoja de vida del equipo	\$25.000
Total estimado		\$370.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Costos asociados a factores de ahorro en el compresor industrial

Factores	Descripción	Costo estimado
Ahorro por evitar falla mayor	Evita cambio total del compresor	\$1.800.000
Reducción de consumo energético	Mejor rendimiento operativo (5%)	\$70.000 (por mes)
Prolongación de vida útil	Incremento estimado de 2 años	(valor acumulado)

Disminución del riesgo de paradas imprevistas	Reducción de pérdidas operativas	\$300.000 (por evento evitado)
Impacto económico total estimado		\$2.170.000

Fuente: Elaboración propia.

Análisis general de los costos del mantenimiento preventivo

El promedio de un mantenimiento preventivo para un compresor industrial de campo, se encuentra alrededor de \$890.000, considerando tanto los costos técnicos asociados a la intervención del equipo como los aspectos operativos relacionados con mano de obra, insumos y tiempos de parada programada. Este valor integra actividades como el cambio de aceite y filtros, la lubricación del motor, la verificación del bloque compresor, la calibración de sensores y la revisión general del sistema eléctrico y de la línea de descarga.

Desde el punto de vista económico, la inversión en mantenimiento preventivo resulta significativamente menor en comparación con los costos derivados de fallas correctivas o cambio total del equipo, las cuales pueden superar los \$2.000.000 promedio, por evento, calculo que se realizó teniendo en cuenta; *el reemplazo de componentes críticos, tiempos de inactividad no programados y pérdida de eficiencia en el proceso productivo.*

De esta manera, la incidencia económica y operativa evidencian que, la implementación de un programa preventivo estructurado podría generar un ahorro acumulado que oscila entre un 35% y un 45% anual, al reducir la frecuencia de paradas imprevistas, mejorar el rendimiento energético del compresor y prolongar su vida útil, disminuyendo la probabilidad de fallos mayores, asegurando la

continuidad operativa del servicio y favoreciendo de forma directa, a la reducción de costos y a la estabilidad del sistema productivo.

Fase 4: Diseñar una propuesta de programa de mantenimiento preventivo para el compresor, estructurada en recomendaciones técnicas y económicas que contribuyan a la reducción de fallas.

Diseño de la propuesta de programa de mantenimiento preventivo

La cuarta fase del proyecto corresponde al diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP) orientado a disminuir las fallas recurrentes del compresor y optimizar su desempeño operativo dentro de las actividades industriales de la empresa. Este programa se fundamenta en los hallazgos obtenidos durante las fases anteriores —particularmente el levantamiento técnico, la evaluación del estado actual del equipo y el análisis de costos— y permite establecer un plan sistemático, medible y orientado a la mejora continua.

Diseño de la propuesta de programa de mantenimiento preventivo

El programa de mantenimiento preventivo se estructura a partir de tres componentes principales, con el objetivo de garantizar la sostenibilidad operativa del compresor:

Componente 1 - Actividades técnicas del mantenimiento preventivo

Las acciones técnicas propuestas se enfocan en los componentes que mostraron mayor afectación en la lista de chequeo, así como en los parámetros críticos

identificados: vibración global, presión del tanque, temperatura de descarga, estado del filtro de aire y tensión del sistema eléctrico. El plan contempla:

- Lubricación del motor y bloque compresor, con verificación del nivel y estado del aceite.
- Limpieza y reemplazo programado del filtro de aire, para evitar sobrecarga en el sistema.
- Inspección de vibración global en motor y bloque compresor, mediante instrumentos portátiles de vibración.
- Revisión del sistema eléctrico, incluyendo tensión, conexiones, estado del cableado y protecciones.
- Control de presión en el tanque, verificando válvulas de seguridad y posibles fugas.
- Medición de temperatura en la línea de descarga, para prevenir recalentamientos.
- Calibración de instrumentos de medición, garantizando exactitud en los parámetros operativos.
- Verificación de fugas de aceite y aire, aplicando sellos y correcciones preventivas.

- Limpieza interna y externa del equipo, retirando residuos que afecten la disipación térmica.

Estas actividades permiten mantener el compresor dentro de las condiciones óptimas de funcionamiento y reducir la probabilidad de fallas imprevistas.

Componente 1 - Frecuencias propuestas del mantenimiento

Las frecuencias se estiman según las recomendaciones de manuales del fabricante y la intensidad de uso en la empresa. Se proponen tres niveles:

Tareas diarias (inspección rápida)

- Verificación de ruidos anómalos.
- Revisión de presión operativa.
- Control visual de fugas.

Mantenimiento mensual

- Limpieza de filtros.
- Revisión del sistema eléctrico.
- Medición de vibración global.
- Ajuste de conexiones.

Mantenimiento trimestral

- Cambio de aceite.
- Ajuste general de tornillería.

- Calibración de sensores.
- Inspección de la línea de descarga y válvulas.

Mantenimiento semestral o mayor

- Desmontaje parcial para inspección interna.
- Sustitución de componentes sujetos a desgaste.
- Prueba general de funcionamiento y reporte técnico.

Componente 1 - Factores económicos

Desde la perspectiva financiera, el programa se sustenta en la comparación entre los costos actuales de fallas correctivas y el promedio del mantenimiento preventivo.

Las recomendaciones incluyen:

- Asignar un presupuesto anual específico para mantenimiento preventivo del compresor, equivalente al promedio de las intervenciones requeridas.
- Reducir el gasto correctivo mediante el reemplazo programado de piezas críticas antes del punto de falla.
- Implementar registros digitales de mantenimiento, lo cual reduce reprocesos y pérdidas de información.
- Capacitar a los operarios en la identificación temprana de desviaciones, minimizando costes por paradas imprevistas.

- Priorizar insumos certificados que garanticen eficiencia, desempeño energético y menor deterioro del sistema.

La adopción de este programa generaría un ahorro operativo estimado entre 35% y 45%, al disminuir fallas y mejorar la disponibilidad del equipo.

Formato de inspección técnica de compresor en campo

El diseño que se propone consiste en integrar un mecanismo de seguimiento mediante un formato de chequeo continuo, el cual permitirá mantener un monitoreo sistemático del estado operativo del compresor. Este formato reúne los parámetros técnicos más relevantes, relacionados con vibración, presión, temperatura, estado del filtro, tensión eléctrica y condiciones generales del equipo.

Su implementación facilitará el registro ordenado de la información, promoverá una cultura de cuidado preventivo y permitirá asignar responsabilidades durante cada inspección. Además, este control periódico contribuirá a la prolongación de la vida útil del compresor, reduciendo la probabilidad de fallas inesperadas y garantizando el funcionamiento seguro y eficiente del equipo.

Tabla 7. Formato tipo lista de chequeo para inspección técnica de compresor en campo

FORMATO DE SEGUIMIENTO PARA EL COMPRESOR	
DATOS DEL EQUIPO	
MODELO:	
DESCRIPCIÓN:	
UBICACIÓN:	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
MARCA:	
PESO:	
POTENCIA:	

VOLTAJE:							
NÚMERO DE SERIE:							
TIPO DE CONTROL:							
LISTA DE CHEQUEO PARA INSPECCIÓN TÉCNICA							
COMPONENTE	Parámetro evaluado	Valor observado	Rango aceptable	Cumple (Sí/No)	Observaciones	Fecha	Responsable
MOTOR	Vibración global (mm/s RMS)		≤ 4.5 mm/s				
BLOQUE COMPRESOR	Vibración global (mm/s RMS)		≤ 5.0 mm/s				
TANQUE	Presión de operación (psi)		90 – 120 psi				
LÍNEA DE DESCARGA	Temperatura (°C)		≤ 85 °C				
FILTRO DE AIRE	Caída de presión (mbar)		≤ 25 mbar				
SISTEMA ELÉCTRICO	Tensión (V)		208 – 240 V				
SISTEMA NEUMÁTICO	Fugas de aire		Sin fugas				
NIVEL DE ACEITE	Cantidad y estado		Dentro del nivel/ aceite limpio				
ESTADO GENERAL	Ruidos, corrosión, fijación		Sin anomalías				
CONDICIONES DE SEGURIDAD	EPP y señalización		Cumplimiento total				

Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

Dentro de los resultados obtenidos en la Fase 1, se identificaron fallas con mayor frecuencia, asociadas a deficiencias en los procedimientos de operación, ausencia de registros históricos de mantenimiento, desgaste por uso continuo, condiciones inadecuadas del ambiente de trabajo y falta de criterios uniformes para la medición de parámetros críticos, reflejando una gestión de mantenimiento con un nivel bajo de estandarización y seguimiento.

La lista de chequeo aplicada a los operarios, permitió identificar oportunidades de mejora en el seguimiento del mantenimiento en; la ausencia de un formato formal de inspección, la ausencia de un registro periódico y juicioso en la ejecución parcial de actividades técnicas del servicio operativo.

El análisis de costos reveló que los mantenimientos correctivos representan un gasto significativamente mayor en comparación con el mantenimiento preventivo. Al implementar un programa preventivo, se puede reducir entre un 20% y un 35% los costos totales asociados al compresor. Costos que incurren en fallas recurrentes, que generan paradas no programadas, disminuyendo la productividad e incrementando los costos por repuestos y mano de obra.

Finalmente, el diseño del programa de mantenimiento preventivo integró procedimientos técnicos estandarizados, indicadores de seguimiento, actividades periódicas de inspección y un formato de inspección técnica para el compresor en campo. Se busca que la empresa pueda utilizar dicho formato, proporcione a PetroTech una herramienta estructurada que contribuya a la disminución de fallas recurrentes, contribuyendo en una mayor trazabilidad de la información técnica.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar un sistema estructurado de análisis de causas, apoyado en herramientas como el diagrama de Ishikawa y registros estandarizados de fallas. Dicho enfoque permitirá identificar con mayor precisión los factores que influyen en el deterioro del compresor y establecería un entorno de toma de decisiones a partir de las acciones correctivas sugeridas.

Se sugiere mantener actualizada la documentación técnica en cada intervención, generando una línea base histórica que facilite la toma de decisiones y evite la recurrencia de fallas críticas. Contar con esta información organizada permitirá a PetroTech anticiparse a las fallas, mejorar la trazabilidad del mantenimiento y aumentar la confiabilidad del equipo.

Se sugiere implementar un plan de mantenimiento calendarizado, acompañado de la capacitación continua del personal operativo, con el fin de asegurar que las actividades de inspección al compresor en campo, se realicen bajo estándares uniformes.

A partir de los costos analizados para las intervenciones correctivas y preventivas, se recomienda adoptar formalmente un programa de mantenimiento preventivo que incorpore inspecciones rutinarias, un formato de monitoreo técnico por componente, la programación de intervenciones menores y mayores, y un sistema de alertas tempranas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASLAK. (2020). *Manual de uso y mantenimiento: Electrocompresores rotativos de tornillo* [Manual PDF]. MaquinariaParaCarpintero. https://www.maquinariaparacarpintero.com/upfiles/productes_img/files/compresor-de-tornillo-silver-55-cv400-v-300-l-es_741462.pdf

Ariza, J. (2025). *El monitoreo predictivo clave para reducir el recalentamiento en compresores de aire en la industria Colombiana*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/392237929_El_monitoreo_predictivo_clave_para_reducir_el_recalentamiento_en_compresores_de_aire_en_la_industria_Colombiana

Chicago Pneumatic. (2020). *Manual de compresores de pistón CP exportación*. Obtenido de Chicago Pneumatic.: <https://www.cp.com/content/dam/brands/Chicago%20Pneumatic/compressors/photos-s-a-/Manual%20Compresores%20de%20Pist%C3%B3n%20CP%20Exportaci%C3%B3n%20-%2020202>

Cuevas, J. (2017). *Tipos de mantenimiento en compresores alternativos*. *Mantenimiento: Ingeniería Industrial y de Edificios*, (309), 24–29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6241470>

Flórez Plata, J. L. (2025). *Plan de mantenimiento preventivo para compresores auxiliares de aire recíprocante en perforaciones Jacob de Colombia SAS: Optimización de la operación y reducción de costos industriales* [Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Santander]. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/19845>

Greiner, D. (2024). *Mejora de la estrategia de mantenimiento y el coste en sistemas con algoritmos evolutivos multiobjetivo asistidos por sustitutos*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165924001595>

Molęda, M. (2023). *Del mantenimiento correctivo al predictivo: una revisión de los enfoques de mantenimiento para la industria energética*. MDPI / PubMed Central. Obtenido de (Evolución de estrategias de mantenimiento): <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1034>

Nordal, H. (2021). *Evaluación de las especificaciones técnicas del mantenimiento predictivo: un estudio de caso de compresor centrífugo*. Applied Sciences. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/app11041527>

Osorio Díaz, O. M., & Ascencio Cruz, J. E. (2022). *Actualización del procedimiento de mantenimiento preventivo a la instrumentación y control de compresores recíprocos WAUKESHA en el CPF de Floreña*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/57997/OMOSORIOD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Petrotech de Colombia. (s. f.). *Sitio web*. Obtenido de Servicios: <https://petrotech.com.co/servicios-petroleros/>

Pillado Portillo, M. (2022). *Metodología de administración para el mantenimiento preventivo*. Obtenido de Revista (Scielo México): https://scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-74672022000100055&script=sci_arttext

Soto Sarkis, F., Campos Alfaro, N., & Vargas Guzmán, F. A. (2019). *Investigación enfocada en los compresores de aire*. Universidad Técnica Nacional de Costa Rica. <https://www.researchgate.net/publication/332029048> Investigación enfocada en los compresores de aire

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023