



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Diseño de un plan de mantenimiento para mejorar la eficiencia del personal operativo en la empresa Estaroses

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR(ES):

Jonathan Javier Chulca Lema

TUTOR:

Dr. Jonathan Ruiz

Latacunga, febrero 2025

LATACUNGA-ECUADOR

FEBRERO-2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chulca Lema Jonathan Javier, con cédula de ciudadanía N° 0504363656 declaro ser autor del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA ESTAROSSES”**, siendo el Dr. Jonathan Ruiz, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, febrero del 2025



Chulca Lema Jonathan Javier

CC: 0504363656



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA ESTAROSSES”, Chulca Lema Jonathan Javier, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 17 de febrero del 2025


Dr. Ruiz Carrillo Jonathan Alexander
CC: 0703323824
TUTOR


AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la Facultad De ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Chulca Lema Jonathan Javier, con el título del Proyecto de Investigación: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA ESTAROSSES”**, ha considerado las recomendaciones al acto de sustentación del trabajo de titulación.


Por lo expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero del 2025


Para constancia firman:



Lector 1
Dr. Medardo Ulloa



Lector 2
Ing. Msc. Marcelo Tello



Lector 3
Ing. Msc. Raúl Andrango



AVAL DE LA EMPRESA

Ing. Carlos Pilatasig
Jefe de Mantenimiento STAROSES

Presente. -

En calidad de Jefe del área de mantenimiento de “STAROSES”, avalo que el Proyecto de Investigación con el título: “**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA ESTAROSES**” de autoría del postulante de la Universidad Técnica de Cotopaxi: **Chulca Lema Jonathan Javier** con cédula de ciudadanía N° **0504363656**, de la carrera de Ingeniería Industrial, cumple con los requerimientos metodológicos y aportes que requiere la empresa para ejecución del proyecto de investigación.

Sin otro particular, saludos cordiales a la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi.

Atentamente,

Ing. Carlos Pilatasig
CI:0503146144
Jefe de mantenimiento STAROSES

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón y gratitud a nuestro señor Dios por la maravillosa vida y sabiduría que este me otorga día con día. Permitiéndome esmerarme para el cumplimiento de mis metas.

Un gran y especial agradecimiento va dirigido a mis queridos padres, quienes con su esfuerzo y perseverancia forman parte importante de mi vida y los considero el pilar principal que me guía a diario, alentándome en seguir adelante incluso en mis peores momentos.

De manera primordial mi corazón me pide a gritos agradecer a mis hermanos quienes con su apoyo he logrado salir de varios estancamientos encontrados durante mi trayectoria, los considero partes importantes de mi vida y al igual que mis padres cada uno de mis hermanos representa un pilar de apoyo.

Mi agradecimiento además de Dios y mi familia está distribuida hacia la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme la oportunidad de ampliar mis conocimientos y abrirme paso a un mundo diferente.

Finalmente agradezco de todo corazón la guía que me brindaron todos los docentes de la UTC, siempre los recordare como un ejemplo a seguir.

DEDICATORIA

Al termino de mi carrera Universitaria la cual fue una de mis mejores etapas en mi vida, con lágrimas entre los ojos dedico este logro a mi madre, padre y hermanos los cuales me ayudaron con su aliento de apoyo cada vez que lo necesitaba, así también quedo muy agradecido con ellos por toda la ayuda que me brindaron durante este largo camino. Camino el cual no lo recorrí solo siempre tuve a mi familia detrás de mi empujándome y dándome ánimos hasta llegar a la meta. GRACIAS.

También quiero recalcar el agradecimiento a todos los docentes que tuve durante mi trayectoria universitaria, agradezco su compromiso y guía en este tiempo.

Chulca J. 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TÍTULO: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA ESTAROSSES”

Autor: Chulca Lema Jonathan Javier

RESUMEN

EL presente trabajo de investigación abordara la problemática que destaca por la ausencia de un plan estructurado de mantenimiento que ayude al control de fallas y su mitigación, por consecuencia esto ha generado una constante interrupción en los procesos que deben realizar los operadores de cada equipo, también los ha sometido a una sobrecarga laboral y un incremento en los costos operativos que trae consigo la presencia de estas fallas recurrentes. Se tiene como objetivo el diseño de un plan de mantenimiento para mejorar la eficiencia del personal operativo en la empresa Staroses, la cual está dedicada a la producción de flores de alta calidad, ubicada en el barrio Santa Ana. Para abordar esta problemática, se propone analizar las condiciones actuales de mantenimiento en la empresa mediante la recolección de datos cualitativos y cuantitativos que permita identificar los déficits en la gestión y ejecución de las actividades de mantenimiento de tal manera que esto abra un camino para el cálculo de la eficiencia actual de los equipos y así también de los operadores. Y es aquí donde nace la idea de proponer un plan de mantenimiento que incluya estrategias de planificación de actividades de mantenimiento preventivo para los equipos, manuales de mantenimiento para los equipos críticos identificados, cálculo de horas de trabajo real de los operadores, mitigación de fallas a través de planes de mantenimiento preventivo, todo esto con la finalidad de encaminar a una mejor eficiencia del personal operativo. Con la ayuda de las actividades de mantenimiento para cada uno de los equipos críticos en STAROSSES, se llegó a un aumento en la eficiencia del personal operativo de dichos equipos donde: para el personal de las bombas de fumigación pasaron de un 83% a un 88.72%, para las flejadoras pasaron de un 79.3% a un 88.34%, para los motocultores pasaron de un 88.8% a un 92.333% y por último para las sierras eléctricas pasaron de un 90.27% a un 94%, lo que impacto de manera positiva la eficiencia del personal operativo dentro de la empresa.

Palabras Claves: Eficiencia, Mantenimiento, Personal Operativo, Fallas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY

THEME: “DESIGN OF A MAINTENANCE PLAN TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF OPERATING PERSONNEL IN THE COMPANY STAROSES”

Author: Chulca Lema Jonathan Javier

ABSTRACT

The present research will address the issue arising from the absence of a structured maintenance plan that helps control and mitigate failures. Consequently, this has led to constant interruptions in the processes that the operators of each piece of equipment must carry out. It has also subjected them to work overload and an increase in operational costs due to the presence of these recurring failures. The objective is to design a maintenance plan to improve the efficiency of the operational personnel at the company Staroses, which is dedicated to the production of high-quality flowers and is located in the Santa Ana neighborhood.

To address this issue, it is proposed to analyze the current maintenance conditions in the company by collecting qualitative and quantitative data that will allow identifying deficits in the management and execution of maintenance activities in such a way that this opens a path for calculating the current efficiency of the equipment as well as the operators. This is where the idea arises to propose a maintenance plan that includes strategies for planning preventive maintenance activities for the equipment, maintenance manuals for the identified critical equipment, calculation of actual working hours of the operators, and failure mitigation through preventive maintenance plans, all with the aim of achieving better efficiency of the operational personnel.

With the help of maintenance activities for each of the critical pieces of equipment in STAROSES, there was an increase in the efficiency of the operational personnel of said equipment, where: for the personnel operating the spraying pumps, efficiency increased from 83% to 88.72%; for the strapping machines, from 79.3% to 88.34%; for the motor cultivators, from 88.8% to 92.333%; and finally, for the electric saws, from 90.27% to 94%, which positively impacted the efficiency of the operational personnel within the company.

Keywords: Efficiency, Maintenance, Operational Personnel, Failures.

Índice de Contenido

1.	INFORMACIÓN GENERAL	1
2.	INTRODUCCIÓN	2
2.1	PROBLEMA	2
2.1.1	Situación Problemática	2
2.1.2	Elementos claves del Problema.....	3
2.1.3	Formulación del problema	4
2.2	OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	4
2.3	JUSTIFICACIÓN	4
2.3.1	Motivo Académico	5
2.3.2	Motivo Metodológico	5
2.3.3	Motivo Práctico	5
2.3.4	Motivo Laboral	6
2.3.5	Motivo Social	6
2.4	BENEFICIARIOS	7
2.4.1	Beneficiarios internos	7
2.4.2	Beneficiarios externos	8
2.5	OBJETIVOS.....	8
2.5.1	General.....	8
2.5.2	Específicos.....	8
2.6	Tabla de actividades.....	9
3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
3.1	Conceptos Generales de la Importancia del Mantenimiento Industrial.....	9
3.1.1	Conceptos fundamentales del mantenimiento industrial	10
3.1.2	GAMAS y Tipos de mantenimiento: preventivo, correctivo, predictivo, cero horas y reactivo	10
3.1.3	Impacto del mantenimiento en la eficiencia operativa	12

3.1.4 Relación entre el mantenimiento y la productividad	12
3.1.5 Beneficios económicos de un plan de mantenimiento estructurado	13
3.1.6 Mantenimiento como estrategia de sostenibilidad empresarial	13
3.1.7 Casos de éxito en la implementación de planes de mantenimiento	14
3.2 Gestión del Mantenimiento Preventivo	14
3.2.1 Definición y objetivos del mantenimiento preventivo	14
3.2.2 Planeación de tareas de mantenimiento preventivo.....	15
3.2.3 Identificación de equipos críticos en procesos productivos	15
3.2.4 Indicadores clave para evaluar el mantenimiento preventivo (MTBF, MTTR).....	16
3.2.5 Herramientas tecnológicas para la gestión del mantenimiento preventivo	16
3.2.6 Capacitación del personal operativo en tareas preventivas	17
3.2.7 Costos asociados al mantenimiento preventivo.....	17
3.3 Rol del Personal Operativo en el Mantenimiento.....	18
3.3.1 Responsabilidades del personal operativo en el mantenimiento	18
3.3.2 Importancia de la capacitación continua del personal operativo	19
3.3.3 Impacto del mantenimiento en la carga laboral del personal	20
3.3.4 Comunicación y coordinación entre áreas operativas y de mantenimiento.....	20
3.3.5 Métodos para optimizar la eficiencia del personal operativo	21
3.3.6 Casos prácticos de mejora en eficiencia del personal operativo	22
3.3.7 Limitaciones y desafíos del personal operativo en entornos industriales.....	22
3.4 Indicadores de Mantenimiento y Productividad	23
3.4.1 Concepto y relevancia de los indicadores de mantenimiento.....	23
3.4.2 MTBF, MTTR y su relación con la eficiencia operativa.....	23
3.4.3 Disponibilidad de equipos y su impacto en la productividad	24
3.4.4 Monitoreo de tiempos muertos y su reducción.....	24
3.4.5 Análisis de costos-beneficios del mantenimiento preventivo.....	24

3.4.6	Uso de software para el análisis de indicadores de mantenimiento	25
3.4.7	Tendencias actuales en la medición de productividad en el mantenimiento.....	25
3.5	Diseño de un Plan de Mantenimiento.....	26
3.5.1	Elementos clave de un plan de mantenimiento efectivo.....	26
3.5.2	Identificación y priorización de equipos en el plan de mantenimiento	26
3.5.3	Formatos y registros para la ejecución del mantenimiento	26
3.5.4	Asignación de responsabilidades en el plan de mantenimiento	27
3.5.5	Factores económicos en el diseño del plan.....	27
3.5.6	Seguimiento y evaluación del plan de mantenimiento	27
3.5.7	Mejores prácticas internacionales en planes de mantenimiento.....	27
3.6	Propuesta de Mantenimiento Productivo Total (TPM)	27
3.6.1	Conceptos básicos del Mantenimiento Productivo Total	27
3.6.2	Beneficios del TPM en industrias manufactureras	28
3.6.3	Relación del TPM con la mejora continua (Kaizen)	28
3.6.4	Implementación de pilares del TPM en la empresa.....	28
3.6.5	Rol del personal operativo en la implementación del TPM	29
3.6.6	Medición del impacto del TPM en la eficiencia operativa.....	29
3.6.7	Retos y oportunidades en la implementación del TPM.....	30
4.	METODOLOGÍA.....	30
4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
4.1.1	Investigación cuantitativa	30
4.1.2	Investigación cualitativa	31
4.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	31
4.3	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	31
4.3.1	Análisis documental	31
4.3.2	Observación directa	32

4.3.3 Seguimiento de la gestión de mantenimientos preventivos actuales.	32
4.3.4 Indicadores de mantenimiento.	34
4.3.5 Elaboración de plan de mantenimiento.	35
4.3.5.1 Planificación de funciones preventivas.	35
4.3.5.2 Planificación del plan de mantenimiento preventivo para los equipos.	35
4.3.6 Directrices para la gestión del mantenimiento preventivo.	36
4.3.6.1 Distribución organizativa.	36
4.3.7 Propuesta del TPM.	37
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
5.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	38
5.1.1 Star Roses	38
5.1.2 Misión.....	38
5.1.3 Visión.....	39
5.1.4 Estructura de procesos estratégicos	39
5.1.5 Valores corporativos.....	40
5.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL PRIMER OBJETIVO	40
5.2.1 Primera actividad: Visitas progresivas a las instalaciones de la empresa y entrevistas con el personal de mantenimiento.	40
5.2.2 Segunda actividad: Visualización de los procedimientos en acción de los equipos	40
5.2.3 Tercera Actividad: Análisis de documentación existente relacionada a los procedimientos de mantenimiento.....	41
5.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL SEGUNDO OBJETIVO	41
5.3.1 Primera actividad: Determinación de los equipos más utilizados	41
5.3.2 Segunda actividad: Análisis de las mejores prácticas de mantenimiento.....	41
5.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL TERCER OBJETIVO.....	47
5.4.1 Primera actividad: Reducción de actividades ineficientes	47
5.4.2 Segunda Actividad: Calculo del valor de la eficiencia proyectada	60

5.4.3 Tercera actividad: Redacción de un cronograma de la propuesta TPM	75
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
6.1 Conclusiones.....	76
6.2 Recomendaciones	77
7. REFERENCIAS	77

Índice de Figuras

Figura 5.1 Mapa de procesos estratégicos	39
Figura A.1 Estudio criticidad Flejadora	83
Figura A.2 Estudio de criticidad Sierra Eléctrica	83
Figura A.3 Estudio criticidad Motocultor.....	84
Figura A.4 Estudio de criticidad Bomba de fumigación	84
Figura B. 1 Hoja de asistencia	85
Figura Ñ. 1 Nivel máximo y mínimo de aceite	99
Figura Ñ. 2 Acumulador de presión y entrada de aire.....	99
Figura Ñ. 3 Tornillos de sujeción parte superior.....	99
Figura Ñ. 4 Resorte de la válvula de succión: MALO, BUENO, UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS.....	100
Figura Ñ. 5 Encajes en buen estado de las válvulas de succión.....	100
Figura Ñ. 6 Cubierta de los resortes.....	100
Figura Ñ. 7 Desfogue y guía para retirar el aceite usado.....	101
Figura Ñ. 8 Recipiente de aceite usado y encaje del tornillo de desfogue.....	101
Figura Ñ. 9 Aceite 20W-50.....	102
Figura Ñ. 10 Entrada de aceite de la bomba.....	102
Figura Ñ. 11 Desfogue y medidor de aceite.....	103
Figura Ñ. 12 Recipiente aceite	103
Figura Ñ. 13 Probeta plástica a nivel de 1000ml.....	104
Figura Ñ. 14 Salida y entrada de aceite.....	104
Figura Ñ. 15 Embudo metálico flexible.....	104
Figura Ñ. 16 Pernos de sujeción, guía para la membrana y membrana de la cámara de aire.....	105
Figura Ñ. 17 Lavado de residuos de aceite.....	106
Figura O. 1 ZONA A y ZONA B	111
Figura O. 2 PIÑONES Y CADENAS	111
Figura O. 3 Cabezal de flejado.....	112
Figura O. 4 Cabezal.....	112

Figura O. 5 Base del cabezal de flejado.	112
Figura O. 6 Residuos de plástico.	112
Figura O. 7 Tornillos de la Guía de fleje.....	113
Figura O. 8 Guía de fleje limpia.....	113
Figura O. 9 Sujetadores de los piñones.....	113
Figura O. 10 Cubierta de seguridad.....	114
Figura P. 1 Cubierta del filtro de aire.....	119
Figura P. 2 Empaque y tubo del filtro de aire.....	119
Figura P. 3 Sistema de Filtro de aire sin impurezas.	119
Figura P. 4 Filtro de aire y lubricador.....	120
Figura P. 5 Tubo y filtro del lubricador.....	120
Figura P. 6 Codos galvanizados.	120
Figura P. 7 Filtro de aceite.....	121
Figura P. 8 Limpieza de bases.	121
Figura P. 9 Desmontaje del filtro de aire.....	122
Figura P. 10 Corona dentada.	122
Figura P. 11 Soporte del filtro de aire y encaje del soporte de aire.....	122
Figura P. 12 Base del lubricador.	123
Figura P. 13 Sistema de regulador de presión.	124
Figura P. 14 Resorte del sistema de regulación de aire.....	124
Figura P. 15 Purgador automático, válvula de alivio e indicador visual.	125
Figura P. 16 Válvula de alivio y empaque.....	125
Figura R. 1 Mapeo Área de mantenimiento.....	137

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Beneficiarios.....	8
Tabla 3.1 Actividades de mantenimiento	11
Tabla 4.1 Parte A Ponderación del estudio de criticidad.....	33
Tabla 4.2 Parte B Ponderación del estudio de criticidad.....	34
Tabla 4.7 Funciones preventivas	35
Tabla 4.8 Modelo plan de mantenimiento preventivo.....	36
Tabla 4.9 Fases para el diagnóstico del inventario.....	37
Tabla 5.1 Actividades mecánicas mensuales.....	48
Tabla 5.2 Actividades mecánicas trimestrales.....	48
Tabla 5.3 Actividades mecánicas bimensuales.....	49
Tabla 5.4 Actividades mecánicas semestral	49
Tabla 5.5 Actividades de lubricación semanales.....	49
Tabla 5.6 Actividades de lubricación quincenales	50
Tabla C. 1 Parte A Matriz de tiempos de reparación bomba de fumigación.....	86
Tabla C. 2 Parte B Matriz de tiempos de reparación bomba de fumigación.....	87
Tabla C. 3 Parte C Matriz de tiempos de reparación bomba de fumigación.....	88
Tabla C. 4 Parte D Matriz de tiempos de reparación bomba de fumigación.....	89
Tabla D. 1 Matriz de tiempos de reparación Flejadora	89
Tabla E. 1 Matriz de tiempos de reparación Motocultor.....	90
Tabla F. 1 Matriz de tiempos de reparación Sierra Eléctrica	90
Tabla G. 1 Número de operadores de la bomba de fumigación	91
Tabla H. 1 Número de operadores de las flejadoras.....	91
Tabla I. 1 Número de operadores de los motocultores	91

Tabla J. 1 Número de operadores de las sierras eléctricas	92
Tabla K. 1 Ficha resumen de horas de trabajo cesante de los equipos críticos	92
Tabla M. 1 Ficha resumen horas de usos de los equipos críticos	94
Tabla N. 1 Parte A Resultados de la entrevista a los técnicos del área de mantenimiento	94
Tabla N. 2 Parte B Resultados de la entrevista a los técnicos del área de mantenimiento	95
Tabla Ñ. 1 Parte A Herramientas Utilizadas	106
Tabla Ñ. 2 Parte B Herramientas Utilizadas	107
Tabla O. 1 Parte A Herramientas para el mantenimiento preventivo	114
Tabla O. 2 Parte B Herramientas para el mantenimiento preventivo	115
Tabla P. 1 Parte A Herramientas utilizadas	126
Tabla P. 2 Parte B Herramientas utilizadas	127
Tabla Q. 1 Parte A Herramientas utilizadas	135
Tabla Q. 2 Parte B Herramientas utilizadas	136
Tabla S. 1 Especificaciones de los motores	138
Tabla T. 1 Parte A Plan de mantenimiento para las bombas de fumigación	139
Tabla T. 2 Parte B Plan de mantenimiento para las bombas de fumigación	140
Tabla U. 1 Parte A Plan de mantenimiento para las flejadoras	140
Tabla U. 2 Parte B Plan de mantenimiento para las flejadoras	141
Tabla V. 1 Parte A Plan de mantenimiento para los motocultores	141
Tabla V. 2 Parte B Plan de mantenimiento para Los motocultores	142

Tabla W. 1 Parte A Plan de mantenimiento para las sierras eléctricas	142
Tabla W. 2 Parte B Plan de mantenimiento para las sierras eléctricas.....	143
Tabla X. 1 Matriz de eficiencia esperada de los equipos	143
Tabla Y. 1 Matriz de eficiencia esperada del personal operativo.....	144
Tabla Z. 1 Parte A Cronograma de actividades TPM.....	144
Tabla Z. 2 Parte B Cronograma de actividades TPM.....	145

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA ESTAROSSES”

Tipo de Proyecto:

Proyecto de Investigación.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera:

Ingeniería Industrial.

Proyecto de investigación vinculado: N/A

Equipo de Trabajo:

Tutor: Dr. Jonathan Ruiz

Autor: Jonathan Javier Chulca Lema.

Área de Conocimiento:

- **Campo Amplio:** (07) Ingeniería, industria y construcción.
- **Campo Específico:** (02) Industria y producción.
- **Campo Detallado:** (06) Mantenimiento industrial.

Línea de investigación:

Tecnología Industrial, gestión de la producción riesgos y seguridad laboral.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

- Producción para el desarrollo sostenible
- Administración y gestión de la producción

- Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos

2. INTRODUCCIÓN

2.1 PROBLEMA

2.1.1 Situación Problemática

En el ámbito de la prestigiosa empresa ESTAROSSES, reconocida por su brillantez en la producción de flores de la más alta calidad se ha identificado una problemática crítica que amenaza el desempeño impecable que siempre ha sido su sello distintivo: la carencia de un plan de mantenimiento bien estructurado que mejore y amplifique la eficiencia del personal operativo.

Esta deficiencia no es un simple punto en el proceso productivo, sino un verdadero impedimento para la llegada a un camino de continuidad operativa efectiva, dándonos como resultando en una ensordecedora cantidad de tiempos muertos, fallos recurrentes de las máquinas primordiales y la imparable sobrecarga laboral que fatiga a los valiosos colaboradores.

La ausencia de un enfoque operativo proactivo y sistema para el mantenimiento de equipos y herramientas desafía no solo la productividad sino también amplifica los costos, alentando el deterioro acelerado de los activos vitales, derrochando recursos institucionales y desencadenando una multitud interminable de reparaciones emergentes.

Además, la atención de una coordinación clara de las críticas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo multiplica aún más la carga laboral sobre el personal operativo, subyugándolos bajo el peso de una montaña insostenible de tareas, difiriendo con ello cumplir los ambiciosos objetivos organizacionales y manteniendo en jaque la productividad inmaculada del personal operativo.

Esta laguna provoca una epidémica incertidumbre entre los dedicados colaboradores, generando dudas sobre las críticas prioridades y responsabilidades bajo su ámbito laboral.

Y para añadir más peso al martillo, la capacitación del personal para emplear eficientemente estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo es visceralmente limitada, rematada por la triste atención de un programa de seguimiento que permite una evaluación, diaria y continua de estas iniciativas

2.1.2 Elementos claves del Problema.

El problema de la investigación dentro de STAROSES se enfoca en dos elementos importantes y que son la base de esta problemática por lo cual, enfocare mi investigación en resolver dichas causas. Las causas serán brevemente descritas en un panorama macro, donde nos ayude a comprender de mejor manera dicha problemática.

- La primera se relaciona directamente con la ausencia de un plan estructurado de mantenimiento preventivo y correctivo.

La abrumadora falta de un plan de mantenimiento formalizado y documentado, que abarque los procedimientos claros y específicos que se deben realizar antes, durante y después del mantenimiento, ha desembocado en un mar de inconvenientes que no solo interrumpen de manera paulatina los procesos de producción, sino que también han incrementado considerablemente los costos operativos.

Es obvio que a causa de lo antes mencionado la problemática sigue en crecimiento ya que sin un enfoque perfectamente coordinado y correctamente estructurado las tareas de mantenimiento correctivo siguen su tendencia alcista, al momento de realizar un mantenimiento correctivo en un equipo de alta demanda operacional, los procesos operacionales de dicha maquina se detienen por completo lo que se correlaciona con la generación de tiempos muertos, deficiencias del personal operativo, mudas, cuellos de botella y pérdidas de ganancias considerables para la empresa. Esos instantes en que los procesos se detienen por completo son la antítesis de la eficiencia que la empresa busca alcanzar.

La planificación estratégica que se busca no solo está enfocada en el monitoreo de los equipos sino también que sirva como una guía para el personal a la hora de realizar sus tareas clave, generando así un ambiente proactivo, controlado y confiable.

Este escenario impactara en gran medida a la productividad del personal operacional, de tal manera que se aligere su carga de trabajar constantemente bajo presión.

- La segunda muestra un panorama más grande en cuanto a las deficiencias en la capacitación y seguimiento del personal operativo.

Tras analizar el amplio panorama por falta de un plan estratégico de mantenimiento, se debe enfocar en otro factor igual de importante que es la insuficiencia de capacitaciones dirigidas directamente al personal operativo.

Esta carencia de programas formativos reduce considerablemente el correcto desempeño de sus funciones.

Esto tiene una línea muy marcada por la falta de conocimiento del programa que se debe seguir diariamente.

2.1.3 Formulación del problema

La falta de un plan de mantenimiento en STAROSES afecta directamente la eficiencia del personal operativo. Debido a las drásticas paradas en las funciones de los operadores durante su jornada.

2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1 Objeto de Investigación: Diseño de un plan de mantenimiento para mejorar la eficiencia del personal operativo en la empresa EstaRoses.

Evidentemente el estudio va dirigido bajo la consideración de una falta total de un plan de mantenimiento bien estructurado en ESTAROSES por lo cual esto afecta directamente la eficiencia del personal operativo y la continuidad de los procesos operacionales de los equipos. Lo que genera un desenfoque claro y sistemático de las actividades de mantenimiento las mismas que se realizan de manera reactiva generando fallos recurrentes en los equipos, sobrecarga laboral para los colaboradores y pérdidas económicas para la compañía. Por lo cual esto subraya la necesidad de diseñar un plan de mantenimiento que no solo minimice las fallas en los equipos sino también: ayude a la organización y priorización de las tareas más esenciales de tal forma que se mejore la eficiencia operativa junto con la sostenibilidad de los equipos.

2.2.2 Campo de acción: 3310.05 Industria de procesos.

2.3 JUSTIFICACIÓN

El levantamiento de un plan correctamente estructurado y bien definido dentro de la empresa STAROSES surge a través de la necesidad inmediata de organizar sus operaciones, de tal manera que mejore su optimización en cuanto a procesos de producción y, por ende, la eficiencia del personal operativo. En la actualidad, la ausencia de un enfoque centrado en la organización del mantenimiento se ha visto reflejada en fallos recurrentes de los equipos de alta demanda operativa, constantes interrupciones en la producción y, lo más importante, una sobrecarga laboral que aumenta paulatinamente para el personal operativo, llevando todo esto

al deslumbramiento de un panorama que afecta drásticamente la productividad, además del bienestar laboral por parte de los operarios.

2.3.1 Motivo Académico

Bajo la perspectiva de un ámbito académico, la investigación presente, aporta una valiosa contribución al campo de la Ingeniería Industrial, así como la adecuada gestión del mantenimiento dentro de una organización y la importancia de una correcta organización para el mejoramiento de procesos. Por lo cual este caso, se enfoca en ofrecer un modelo practico-teórico en la eficiencia operativa de los equipos, sino que también la mejora de la eficacia agrícola. El potencial de esta investigación es equivalente al esquema estructurado de un mantenimiento que busque transformar recursos limitados en oportunidades de mejora continua.

2.3.2 Motivo Metodológico

Dentro del contexto metodológico, el proyecto se transforma en un escenario real para cuantificar la efectividad de las prácticas de mantenimiento. Dicho escenario otorga a los resultados un carácter más tangible y practico, todo esto llevado de la mano de la teoría a la práctica. Los datos obtenidos tras la investigación arrojaran una evidencia empírica que demuestre los beneficios de un plan de mantenimiento, además de que también apoyaran a crear una perspectiva sobre las áreas de mejora existentes.

2.3.3 Motivo Práctico

En el mar de oportunidades que presenta la investigación a un nivel practico, es imperativo que el diseño de un plan de mantenimiento este enfocado directamente a cubrir las necesidades críticas de la empresa STAROSES. La correcta estructuración de un enfoque de esta magnitud aborda grandes desafíos cotidianos como:

la reducción de tiempos muertos por la inoperatividad de la maquinaria, además de la falta de disponibilidad de equipos que trae consigo, estas fallas. Esta problemática se puede transformar fácilmente en grandes oportunidades de mejora en el ámbito de reducción de costos y a su vez el incremento en la eficiencia de sus procesos productivos.

Por ello este plan, los trabajadores encontraran un ritmo de trabajo más fluido y organizado por lo cual la empresa contara con una herramienta más, para lograr consolidarse como una empresa de alta sostenibilidad.

2.3.4 Motivo Laboral

Dentro del plano laboral esta propuesta no puede ser subestimada. Con el contexto de un plan de mantenimiento correctamente estructurado, ordenado y organizado se logrará despejar las tinieblas de incertidumbre que han dominado en el área de mantenimiento, brindando claridad al entorno de trabajo, incrementara la seguridad de los operarios, reducirá el estrés causado por trabajos bajo presión y lo más importante, generara un sentimiento de compromiso genuino con las personas que forman parte de STAROSES, recordándoles que su bienestar es su prioridad.

Todo esto desembocara en un mar de beneficios intangibles pero que son los pilares principales para construir equipos altamente motivados y comprometidos.

Es más que preciso mencionar los beneficios para la empresa que traerá consigo la planificación del desarrollo del Mantenimiento Productivo Total (TPM), esto debido a su mayoría, a que los operarios estarán inmiscuidos estrechamente con la ejecución de tareas de mantenimiento autónomas de los equipos que operan respectivamente, promoviendo así una cultura de responsabilidad compartida.

Además, el TPM inducirá a los trabajadores a recibir una constante lluvia de capacitaciones con la finalidad de que sean capaces de identificar las posibles fallas o problemáticas que pueden surgir durante su jornada de trabajo, por ende, se mitigara la posibilidad de presencia de fallas mayores, lo que por consecuencia ayudara a la reducción del estrés laboral causado por los constantes mantenimientos reactivos actualmente.

Todo esto en busca de una mejor estabilidad operativa.

2.3.5 Motivo Social

La organización STAROSES no piensa únicamente en sí misma, sino también en el bienestar de los demás, llevando así una admirable responsabilidad corporativa, bajo ese contexto el plan de mantenimiento no solo optimizara recursos, sino que también minimizara los desperdicios con la finalidad de bajar el impacto ambiental, esto como compromiso con la sociedad que lo rodea, colabora y consume sus flores. No como una estrategia de márketing sino como parte de un ecosistema donde sus acciones pueden repercutir en sus valiosos colaboradores, invaluable clientes y preciado medio ambiente.

En resumen, esta investigación no está únicamente para solucionar problemas internos de la empresa, por lo contrario, esta investigación también refleja una perspectiva más amplia de lo que significa una empresa responsable.

2.4 BENEFICIARIOS

2.4.1 Beneficiarios internos

2.4.1.1 Personal operativo: Durante y después del levantamiento del plan de mantenimiento, el personal operativo será uno de los beneficiarios principales esto se debe a que el diseño de dicho plan está estructurado para aligerar la presión laboral que demanda su respectivos puestos de trabajo además de reducir en gran medida la incertidumbre que llevan sus tareas laborales, si a esto se le suma las capacitaciones para la correcta planificación de los mantenimientos preventivos que se deben ejecutar, dará como resultado una mejora considerable al desempeño de sus roles como empleados.

2.4.1.2 Equipo de mantenimiento:

Otra parte importante dentro de los beneficiarios directos son el equipo de trabajo para el área de mantenimiento, tales como los técnicos encargados de dar soluciones rápidas a cualquier inconveniente que suscite durante su jornada laboral.

El personal de esta área se beneficiará a través de la adquisición de un plan bien coordinado y planificado de trabajo que gestione de manera eficiente las tareas de mantenimiento, de tal forma que los ayude a mitigar fallos técnicos durante el uso de los equipos, por consecuencia esto reducirá el tiempo de inactividad actual de los operadores permitiéndoles trabajar dentro de un entorno mucho más armonioso en cuanto a organización y menos expuesto a fallas mecánicas, lo que en gran medida se traduce como una tendencia bajista en la presión asociada a las intervenciones urgentes.

2.4.1.3 Gerencia de la empresa:

Por último, se obtendrá otros beneficiarios dentro de la gerencia, esto debido a que el desarrollo de un plan de mantenimiento correctamente estructurado contribuirá de sobremanera a la reducción de varios costos operacionales, también apoyará a la toma de decisiones según la información y función que se requiera en los momentos más críticos, sirviendo como base para una mejora continua que vaya de la mano con la optimización de los recursos.

2.4.1.4 Clientes:

Como empresa STAROSES está comprometida con sus valiosos clientes y su razón de ser es cumplir las expectativas de los mismos, por lo cual el plan de mantenimiento abarcará el correcto funcionamiento de los equipos lo que traerá una mejor organización y por ende el mejoramiento de la puntualidad de los productos a entregar para los distinguidos clientes,

fortaleciendo la posición de competitividad de la empresa en el mercado además de la relación cliente-empresa.

2.4.2 Beneficiarios externos

2.4.2.1 Propietarios: Los propietarios también están contemplados para obtener su beneficio con el diseño del plan de mantenimiento, a razón de lo que se mencionó en los párrafos anteriores se podría decir que la reducción de costos operacionales y de mantenimiento acrecentara la estabilidad financiera de la organización, como consecuencia de la prolongación de la vida útil de los equipos.

Tabla 2.1 Beneficiarios

Clasificación	Beneficiarios	Número de Beneficiarios
Beneficiarios Internos	Personal Operativo	54
	Equipo de mantenimiento	10
	Gerente	No especificado
Beneficiarios Externos	Propietarios	No especificado
	Clientes	No especificado

2.5 OBJETIVOS.

2.5.1 General.

Desarrollar un plan de mantenimiento para la mejora de la eficiencia del personal operativo en la empresa StaRoses, asegurando la continuidad de las operaciones y la reducción de tiempos muertos por fallos en los equipos.

2.5.2 Específicos.

- Levantar información de los procedimientos actuales de mantenimiento en la empresa StaRoses para la determinación de áreas de mejora.
- Diseñar un manual para el mantenimiento específico de los equipos más utilizados, que ayude como una guía práctica y detallada para el personal operativo.
- Proponer un plan de mantenimiento productivo total (TPM) que integre la participación activa del personal operativo, contribuyendo a la mejora continua y la reducción de

tiempos muertos por fallos técnicos y funcionales.

2.6 Tabla de actividades.

Tabla 0.2 Cronograma de Actividades

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	INDICADORES DE VERIFICACIÓN
1. Levantar información de los procedimientos actuales de mantenimiento en la empresa StaRoses para la determinación de áreas de mejora.	1.1 Visitas progresivas a las instalaciones de la empresa y entrevistas con el personal de mantenimiento. 1.2 Visualización de los procedimientos en acción de los equipos. 1.3 Análisis de la documentación existente relacionada a los procedimientos de mantenimiento.	1.1.1 Hoja de asistencia. 1.2.1 Matriz de tiempos de ejecución para reparar una falla. 1.3.1 Registro de procesos pre-mantenimiento (flujograma)
2. Diseñar un manual para el mantenimiento específico de los equipos más utilizados, que ayude como una guía práctica y detallada para el personal operativo.	2.1 Determinación de los equipos más utilizados. 2.2 Análisis de las mejores prácticas de mantenimiento. 2.3 Redacción del contenido del manual.	2.1.1. Horas de uso de los equipos críticos en la empresa. 2.2.1 Resultados de las entrevistas realizadas a los técnicos del área de mantenimiento. 2.3.1 Manual de mantenimiento.
3. Proponer un plan de mantenimiento productivo total (TPM) que integre la participación activa del personal operativo, contribuyendo a la mejora continua y la reducción de tiempos muertos.	3.1 Reducción de actividades ineficientes. 3.2 Cálculo del valor de la eficiencia proyectada. 3.3 Redacción de un cronograma de la propuesta del TPM.	3.1.1 Matriz de actividades. 3.2.1 Matriz de eficiencia esperada de los equipos y del personal. 3.3.1 Cronograma de actividades para la propuesta del TPM.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Conceptos Generales de la Importancia del Mantenimiento Industrial

El mantenimiento industrial es una disciplina clave para garantizar la operación continua y eficiente de los equipos y sistemas productivos en las empresas. Este proceso implica la planificación, ejecución y control de actividades técnicas orientadas a preservar o restablecer la funcionalidad de los activos industriales.

La importancia del mantenimiento radica en su capacidad para minimizar tiempos de inactividad no programados, reducir costos operativos y asegurar la calidad de los productos finales. Además, desempeña un papel estratégico en la mejora de la competitividad y sostenibilidad de las empresas en un entorno globalizado [1].

3.1.1 Conceptos fundamentales del mantenimiento industrial

El mantenimiento industrial se basa en conceptos fundamentales que abarcan el cuidado, la inspección y la restauración de activos físicos. Los principios básicos incluyen:

- Disponibilidad:

Mantener los equipos operativos en condiciones óptimas para su uso.

- Confiabilidad:

Reducir la probabilidad de fallos durante el ciclo de vida del equipo.

- Mantenibilidad:

Garantizar que las reparaciones puedan realizarse de manera eficiente y efectiva.

Estos conceptos permiten establecer estrategias para prolongar la vida útil de los activos y mejorar la seguridad de los trabajadores [2].

3.1.2 GAMAS y Tipos de mantenimiento: preventivo, correctivo, predictivo, cero horas y reactivo

El mantenimiento se clasifica en tres categorías principales según su propósito y momento de ejecución:

- **Mantenimiento Preventivo:** Consiste en realizar inspecciones, ajustes y reemplazos de componentes según un cronograma preestablecido. Su objetivo es evitar fallas mediante acciones proactivas [3].
- **Mantenimiento Correctivo:** Se aplica después de que ocurre una falla para restaurar la funcionalidad del equipo. Aunque es reactivo, es indispensable para solucionar emergencias operativas [3].
- **Mantenimiento Predictivo:** Utiliza herramientas avanzadas, como análisis de

vibraciones, termografía y monitoreo en tiempo real, para identificar problemas antes de que se conviertan en fallas graves [4].

- El mantenimiento "cero horas" o "overhaul": Es un proceso exhaustivo de revisión y reparación de equipos, con el objetivo de restaurarlos a su estado original de funcionamiento, como si fueran nuevos [37]. Este tipo de mantenimiento implica la sustitución y renovación de todas las partes que han sufrido desgaste, asegurando que el equipo esté en condiciones óptimas para operar [37].
- Por otro lado, el mantenimiento "en uso": Se refiere a las labores de mantenimiento realizadas mientras los equipos están en funcionamiento. Estas actividades incluyen ajustes, lubricaciones o inspecciones visuales que no requieren detener la maquinaria, ayudando a maximizar la disponibilidad de los equipos [38].
- En cuanto al "mantenimiento reactivo", también conocido como "mantenimiento correctivo", se refiere a una estrategia en la que las reparaciones se realizan únicamente cuando un activo se avería. Este enfoque se basa en la creencia de que los costos asociados al tiempo de inactividad o a las reparaciones necesarias suelen ser inferiores a los de mantener un programa de mantenimiento preventivo [39].

Estos tipos de mantenimiento no son excluyentes y, en la práctica, suelen combinarse para optimizar los resultados.

Tabla 3.1 Actividades de mantenimiento

Gama de Mantenimiento	Descripción
Mantenimiento Correctivo	Se realiza cuando un equipo falla. El objetivo es reparar el equipo para restaurarlo a su estado operativo. Es reactivo y puede generar altos costos por el tiempo de inactividad.
Mantenimiento Preventivo	Acciones programadas para evitar fallos. Incluye inspecciones, ajustes y cambios de piezas antes de que ocurra una avería, mejorando la fiabilidad y alargando la vida útil.
Mantenimiento Predictivo	Se basa en el monitoreo constante del equipo (usando técnicas como análisis de vibraciones, termografía, etc.) para predecir fallos antes de que ocurran.
Mantenimiento Proactivo	Busca eliminar las causas fundamentales de los fallos. Se enfoca en mejorar el diseño y las condiciones operativas para reducir la necesidad de mantenimiento.
Mantenimiento Cero Horas	Revisión exhaustiva y reemplazo de componentes desgastados, restaurando el equipo a su estado original (como nuevo). También conocido como "overhaul".
Mantenimiento en Uso	Mantenimiento realizado mientras los equipos siguen operando, incluyendo lubricaciones y ajustes menores sin detener la maquinaria.

Por ejemplo:

La implementación de un sistema de mantenimiento predictivo puede complementar un programa de mantenimiento preventivo [4].

3.1.3 Impacto del mantenimiento en la eficiencia operativa

El mantenimiento es un factor determinante en la eficiencia operativa, ya que permite:

- Reducir tiempos de inactividad no planificados, maximizando la disponibilidad de los equipos.
- Optimizar el rendimiento de los sistemas productivos, lo que se traduce en una mayor calidad del producto final.
- Minimizar el desgaste de las máquinas, evitando reparaciones costosas [5].

Un estudio realizado en una planta de manufactura demostró que la implementación de un programa de mantenimiento preventivo aumentó la disponibilidad de los equipos en un 20%, redujo los costos operativos en un 15% y mejoró la productividad general en un 10% [5].

3.1.4 Relación entre el mantenimiento y la productividad

La productividad de una empresa está directamente relacionada con la capacidad de sus equipos para operar de manera continua y eficiente.

El mantenimiento desempeña un papel esencial en este aspecto al:

- Garantizar que los equipos funcionen a su máxima capacidad durante el mayor tiempo posible.
- Reducir las interrupciones en el flujo de trabajo.
- Permitir una planificación más precisa de la producción [6].

Por ejemplo:

Una empresa de alimentos logró incrementar su productividad en un 30% al integrar un software de gestión de mantenimiento que permitía monitorear en tiempo real el estado de sus equipos y programar intervenciones antes de que ocurrieran fallas críticas [6].

3.1.5 Beneficios económicos de un plan de mantenimiento estructurado

Un plan de mantenimiento bien estructurado puede generar múltiples beneficios económicos, entre los que destacan:

- Reducción de costos de reparación:

Al prevenir fallas, se evita la necesidad de realizar reparaciones costosas.

- Prolongación de la vida útil de los activos:

Las intervenciones programadas evitan el desgaste prematuro de los equipos.

- Optimización de recursos:

Permite utilizar eficientemente los insumos y la energía necesarios para las operaciones [7].

Un caso destacado es el de una empresa automotriz que redujo sus costos de mantenimiento en un 25% tras implementar un programa de mantenimiento preventivo basado en el análisis de datos históricos y monitoreo predictivo [7].

3.1.6 Mantenimiento como estrategia de sostenibilidad empresarial

El mantenimiento contribuye a la sostenibilidad empresarial al:

- Reducir el consumo energético mediante la optimización del rendimiento de los equipos.
- Disminuir la generación de residuos gracias a un mantenimiento preventivo eficaz.
- Fomentar el uso de tecnologías limpias y eficientes [8].

Empresas de diversos sectores han adoptado el mantenimiento como una estrategia clave para cumplir con estándares ambientales y mejorar su reputación corporativa [8].

La sostenibilidad es crucial en el ámbito de una empresa en desarrollo, ya que esto colabora al crecimiento constante de la misma. Es por ello que lo más beneficioso para las empresas es crear el área de mantenimiento que vele por el funcionamiento correcto de sus equipos para el funcionamiento de las operaciones de la empresa.

3.1.7 Casos de éxito en la implementación de planes de mantenimiento

- **Härting:** La empresa implementó un sistema de mantenimiento preventivo que permitió incrementar la disponibilidad de sus equipos en un 15% y reducir los tiempos de inactividad en un 20% [9].
- **Fractal:** Esta empresa desarrolló un software especializado que optimizó el mantenimiento predictivo, logrando aumentar la eficiencia operativa en un 30% [10].
- **Suprema:** Logró reducir los tiempos de mantenimiento correctivo en un 25% gracias al uso de herramientas de monitoreo en tiempo real [11].

3.2 Gestión del Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es una estrategia planificada que busca prevenir fallos en los equipos y sistemas antes de que ocurran, asegurando su funcionamiento óptimo y prolongando su vida útil [12]. Implica la programación de tareas de mantenimiento basadas en intervalos de tiempo o uso específico, con el objetivo de minimizar interrupciones inesperadas y costos asociados a reparaciones emergentes [12].

3.2.1 Definición y objetivos del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se define como un enfoque proactivo que consiste en la realización de inspecciones, ajustes, limpieza, lubricación y reemplazo de componentes de manera programada para evitar fallos en los equipos [12]. Sus principales objetivos incluyen:

- Reducción de tiempos de inactividad no planificados: Al anticipar y prevenir fallos, se disminuyen las interrupciones en la producción [12].
- Prolongación de la vida útil de los equipos: Un mantenimiento regular y adecuado ayuda a conservar los equipos en condiciones óptimas por más tiempo [12].
- Mejora de la seguridad: Al mantener los equipos en buen estado, se reducen los riesgos de accidentes laborales [12].
- Optimización de costos: La prevención de fallos suele ser más económica que las reparaciones correctivas o reemplazos de equipos [12].

3.2.2 Planeación de tareas de mantenimiento preventivo

La planificación efectiva del mantenimiento preventivo implica los siguientes pasos:

1. Inventario de activos:

Identificar y registrar todos los equipos y sistemas que requieren mantenimiento [13].

2. Determinación de prioridades:

Clasificar los equipos según su criticidad en el proceso productivo y las consecuencias de sus posibles fallos [13].

3. Establecimiento de frecuencias de mantenimiento:

Basarse en las recomendaciones del fabricante, historial de fallos y condiciones operativas para definir intervalos óptimos de mantenimiento [13].

4. Desarrollo de procedimientos estandarizados:

Crear listas de verificación y protocolos detallados para cada tarea de mantenimiento [13].

5. Asignación de recursos:

Asegurar la disponibilidad de personal capacitado, herramientas y repuestos necesarios para ejecutar las tareas planificadas [13].

3.2.3 Identificación de equipos críticos en procesos productivos

La identificación de equipos críticos es esencial para focalizar los esfuerzos de mantenimiento en aquellos componentes cuya falla podría causar mayores impactos negativos.

Para ello, se deben considerar factores como:

- Impacto en la producción: Evaluar cómo la falla de un equipo afectaría la continuidad y eficiencia del proceso productivo [13].
- Costos asociados a fallas: Incluir costos de reparación, reemplazo, tiempos de inactividad y posibles penalizaciones contractuales [13].

- Riesgos de seguridad: Determinar si la falla de un equipo podría poner en peligro la seguridad de los trabajadores o el entorno [13].
- Disponibilidad de repuestos: Considerar la facilidad o dificultad para obtener piezas de repuesto en caso de falla [13].

3.2.4 Indicadores clave para evaluar el mantenimiento preventivo (MTBF, MTTR)

Para medir la eficacia del mantenimiento preventivo, se utilizan indicadores clave de rendimiento (KPI) como:

- Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF):

Indica la confiabilidad de un equipo, representando el tiempo promedio de funcionamiento sin fallas. Se calcula dividiendo el tiempo total de operación por el número de fallas ocurridas en ese período.

Un MTBF alto sugiere una mayor confiabilidad del equipo [14].

- Tiempo Medio de Reparación (MTTR):

Mide la eficiencia en la reparación de equipos, representando el tiempo promedio necesario para restaurar un equipo tras una falla. Se calcula dividiendo el tiempo total dedicado a reparaciones por el número de fallas. Un MTTR bajo indica una rápida capacidad de respuesta y eficiencia en las reparaciones [14].

3.2.5 Herramientas tecnológicas para la gestión del mantenimiento preventivo

La implementación de herramientas tecnológicas mejora significativamente la gestión del mantenimiento preventivo.

Entre las más destacadas se encuentran:

- Sistemas Informatizados de Gestión del Mantenimiento (CMMS):

Software que facilita la planificación, seguimiento y registro de todas las actividades de mantenimiento, optimizando la asignación de recursos y mejorando la eficiencia operativa [15].

- Internet de las Cosas (IoT): Sensores conectados que monitorean en tiempo real el estado de los equipos, proporcionando datos cruciales para anticipar necesidades de mantenimiento y prevenir fallas [15].
- Mantenimiento Predictivo: Utiliza análisis de datos y algoritmos avanzados para predecir cuándo es probable que ocurra una falla, permitiendo intervenciones preventivas más precisas y efectivas [15].

La adopción de estas tecnologías contribuye a una gestión más proactiva y eficiente del mantenimiento, reduciendo tiempos de inactividad y costos operativos [15].

3.2.6 Capacitación del personal operativo en tareas preventivas

La eficacia del mantenimiento preventivo depende en gran medida de la competencia del personal encargado de ejecutarlo.

Es fundamental proporcionar formación continua para que el personal operativo esté actualizado en las mejores prácticas, nuevas tecnologías y procedimientos de seguridad [15].

3.2.7 Costos asociados al mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo implica diversos costos que, aunque inicialmente pueden parecer elevados, ofrecen beneficios a largo plazo al evitar fallas costosas y mantener los equipos en buen estado.

Los principales costos asociados a esta estrategia son: Mano de obra: Incluye los salarios del personal encargado de la programación y ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo, así como los gastos derivados de su capacitación continua para mejorar sus habilidades en técnicas de mantenimiento [12].

- Materiales y repuestos: Este tipo de mantenimiento requiere la adquisición de materiales como lubricantes, filtros, piezas de repuesto y herramientas. La planificación adecuada ayuda a reducir estos costos al prever la cantidad exacta de materiales necesarios [13].
- Equipos y herramientas especializadas: Algunas tareas de mantenimiento preventivo pueden necesitar equipos especializados, lo que genera una inversión en maquinaria o herramientas que optimicen los procesos de mantenimiento [14].

- Tiempo de inactividad programado: Aunque el mantenimiento preventivo está diseñado para minimizar los tiempos de inactividad, aún implica paradas programadas de equipos y sistemas. Estos tiempos, aunque planificados, representan una pérdida económica directa para la producción [12].
- Sistemas de gestión del mantenimiento: La implementación de software especializado para la programación y gestión de las actividades de mantenimiento preventivo conlleva costos asociados a su adquisición, instalación y mantenimiento. Sin embargo, estos sistemas ayudan a optimizar los recursos y reducir los costos a largo plazo [14].
- Capacitación del personal: Una parte importante de los costos está relacionada con la formación continua del personal operativo, que debe estar actualizado con las mejores prácticas de mantenimiento y las nuevas tecnologías disponibles [12].

Aunque el mantenimiento preventivo requiere una inversión considerable, diversas investigaciones han mostrado que, al destinar un 80% del presupuesto de mantenimiento a tareas preventivas y un 20% a tareas correctivas, las organizaciones logran optimizar costos y mejorar la eficiencia operativa [15].

3.3 Rol del Personal Operativo en el Mantenimiento

El mantenimiento es un aspecto crucial de la operación industrial, ya que garantiza el funcionamiento continuo de equipos, maquinaria e instalaciones.

El personal operativo es una parte esencial de este proceso, pues son ellos quienes realizan la mayoría de las actividades de mantenimiento y aseguran que los sistemas sigan funcionando sin interrupciones.

A continuación, se exploran las diferentes responsabilidades, desafíos y mejoras que los operativos enfrentan en este campo.

3.3.1 Responsabilidades del personal operativo en el mantenimiento

El personal operativo es responsable de llevar a cabo las actividades diarias de mantenimiento en las instalaciones industriales. Entre sus tareas más importantes se encuentran:

- Inspección regular: Verificación de equipos y sistemas para identificar posibles fallas antes de que ocurran.

- **Mantenimiento preventivo:** Realización de tareas programadas para evitar fallos, como el lubricado de maquinaria o la sustitución de piezas desgastadas.
- **Reparación y diagnóstico de fallas:** Identificación y resolución de problemas en equipos y maquinaria.
- **Mantenimiento correctivo:** Reemplazo de piezas defectuosas y ajuste de los sistemas para que vuelvan a funcionar correctamente después de un fallo.
- **Documentación de actividades:** Registro detallado de las actividades realizadas, lo que ayuda a crear un historial de mantenimiento para cada equipo. Esto es fundamental para la toma de decisiones y la mejora continua del proceso.

Una correcta ejecución de estas responsabilidades impacta directamente en la eficiencia operativa y en la reducción de tiempos de inactividad de la producción.

Las empresas que no logran cumplir con estas responsabilidades corren el riesgo de enfrentar altos costos operativos y pérdida de competitividad [16].

3.3.2 Importancia de la capacitación continua del personal operativo

La capacitación continua es esencial para el personal operativo, ya que el mantenimiento de equipos y sistemas avanzados requiere conocimientos técnicos actualizados.

Los cambios tecnológicos y la implementación de nuevas maquinarias demandan que los operativos estén al día con las últimas innovaciones en mantenimiento industrial.

La capacitación ofrece los siguientes beneficios:

- **Adaptación a nuevas tecnologías:**
- La capacitación permite que el personal se familiarice con nuevas herramientas y tecnologías, como sistemas de mantenimiento predictivo basados en Internet de las Cosas (IoT) o Inteligencia Artificial (IA) para anticipar fallas antes de que ocurran.
- **Mejora de la seguridad laboral:**
- El personal capacitado comprende los protocolos de seguridad, lo que reduce el riesgo de accidentes laborales.

- Incremento en la eficiencia operativa: La formación en la resolución eficiente de problemas y la reducción de tiempos de inactividad permite que el mantenimiento se realice de forma más rápida y eficaz.

La inversión en programas de formación y certificación, como los de instituciones como la Euroinnova Business School y Upkeep, es clave para mantener un equipo de trabajo altamente capacitado [17].

3.3.3 Impacto del mantenimiento en la carga laboral del personal

El mantenimiento tiene un impacto directo en la carga laboral del personal operativo. Si bien las tareas de mantenimiento son esenciales para el buen funcionamiento de los sistemas, estas pueden volverse abrumadoras si no se gestionan adecuadamente. Aquí algunos factores que afectan la carga laboral:

- Mantenimiento no planificado:

Los fallos imprevistos generan trabajos urgentes, lo que puede sobrecargar al personal y aumentar el estrés laboral.

- Falta de recursos y personal adecuado:

En algunas empresas, la escasez de herramientas o la insuficiencia de personal puede dificultar el trabajo y aumentar la carga de tareas para los operativos.

- Tareas repetitivas:

El trabajo continuo en la reparación de máquinas antiguas o la falta de procedimientos adecuados puede resultar en una sobrecarga de trabajo innecesaria.

Optimizar las tareas de mantenimiento mediante una buena planificación y el uso de tecnologías que prevén fallos puede equilibrar la carga de trabajo, asegurando que el personal opere de forma más eficiente y saludable [16].

3.3.4 Comunicación y coordinación entre áreas operativas y de mantenimiento

Una de las claves del éxito de un mantenimiento efectivo es la coordinación entre las áreas operativas y de mantenimiento.

Si ambas partes no trabajan juntas de manera fluida, los errores pueden ser comunes. Aquí algunas formas de mejorar esta comunicación:

- Reuniones periódicas:

Realizar reuniones de coordinación entre las áreas operativas y de mantenimiento para discutir las necesidades, posibles fallas y las tareas que se deben realizar.

- Planificación conjunta:

La planificación de actividades debe ser realizada de forma que se minimicen las interferencias en la producción y se logren resultados más eficientes.

- Sistemas de gestión de mantenimiento (CMMS):

Plataformas como Upkeep y Fractal permiten la integración de datos de mantenimiento, asegurando que todos los involucrados estén informados en tiempo real [18].

3.3.5 Métodos para optimizar la eficiencia del personal operativo

Existen varios métodos para mejorar la eficiencia del personal operativo en tareas de mantenimiento:

- Uso de tecnologías avanzadas:

El uso de plataformas de mantenimiento digitalizado como Fractal y Upkeep permite que el personal operativo se enfoque en tareas de mayor valor, mientras la tecnología automatiza la programación y el seguimiento del mantenimiento.

- Mantenimiento predictivo:

La implementación de sensores IoT que monitorizan la maquinaria permite identificar fallos antes de que ocurran, lo que reduce la intervención del personal operativo en situaciones de emergencia.

- Automatización de procesos:

La automatización de tareas repetitivas o de bajo valor, como la gestión de inventarios, puede liberar tiempo para que el personal operativo se enfoque en labores más críticas.

El impacto de estas tecnologías se puede ver en empresas como Value Hybrid, que implementó soluciones digitales para mejorar la eficiencia en la seguridad y el mantenimiento de maquinaria industrial, logrando reducir tiempos de inactividad entre un 20% y 40% [18].

3.3.6 Casos prácticos de mejora en eficiencia del personal operativo

Algunos ejemplos de cómo la mejora en las prácticas de mantenimiento ha optimizado la eficiencia del personal operativo incluyen:

- Caso de Fractal:

La empresa implementó una plataforma integral de mantenimiento para gestionar equipos en diferentes industrias, lo que permitió una mejora en la eficiencia operativa y la reducción de fallos imprevistos.

- Caso de Emaint: Con la implementación de un sistema CMMS, Emaint logró reducir los tiempos de respuesta ante fallas, y sus equipos operativos pasaron a enfocarse en actividades preventivas en lugar de reactivas.

3.3.7 Limitaciones y desafíos del personal operativo en entornos industriales

El personal operativo se enfrenta a diversos desafíos, como:

- Escasez de recursos:

En muchas empresas, la falta de equipos y materiales adecuados puede retrasar las tareas de mantenimiento, afectando tanto la eficiencia como la moral del personal.

- Condiciones laborales:

El trabajo en ambientes industriales puede ser peligroso, y las condiciones laborales (por ejemplo, ruido, temperaturas extremas, espacios confinados) son factores que aumentan el riesgo de accidentes y afectan la productividad.

3.4 Indicadores de Mantenimiento y Productividad

Los indicadores de mantenimiento son herramientas esenciales para evaluar y mejorar la eficiencia operativa de las organizaciones.

Permiten monitorear el desempeño de los equipos, identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas para optimizar los procesos de mantenimiento.

3.4.1 Concepto y relevancia de los indicadores de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento son métricas que proporcionan información sobre el estado y desempeño de los equipos y sistemas dentro de una organización. Su relevancia radica en que permiten:

- Monitorear el desempeño: Evaluar la eficacia de las actividades de mantenimiento y la confiabilidad de los equipos.
- Identificar áreas de mejora: Detectar procesos ineficientes o equipos propensos a fallas.
- Tomar decisiones informadas: Basar las estrategias de mantenimiento en datos objetivos.

La correcta implementación y seguimiento de estos indicadores son fundamentales para mantener la competitividad y eficiencia operativa de la empresa.

3.4.2 MTBF, MTTR y su relación con la eficiencia operativa

Dos de los indicadores más utilizados en mantenimiento son:

- MTBF (Mean Time Between Failures):

Tiempo medio entre fallas. Mide el tiempo promedio que un equipo opera sin fallar. Un MTBF alto indica alta confiabilidad del equipo. [19]

- MTTR (Mean Time to Repair):

Tiempo medio de reparación. Indica el tiempo promedio que se tarda en reparar un equipo después de una falla. Un MTTR bajo refleja una respuesta rápida y eficiente del equipo de mantenimiento. [20]

La relación entre estos indicadores es crucial para la eficiencia operativa. Un MTBF elevado combinado con un MTTR reducido contribuye a una mayor disponibilidad y confiabilidad de los equipos, lo que se traduce en una mayor productividad.

3.4.3 Disponibilidad de equipos y su impacto en la productividad

La disponibilidad de los equipos es un indicador clave que refleja el porcentaje de tiempo que un equipo está operativo y disponible para su uso. Se calcula como:

$$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\% \quad (3.1)$$

Una alta disponibilidad significa que los equipos están operativos la mayor parte del tiempo, lo que reduce los tiempos de inactividad y mejora la productividad. Por el contrario, una baja disponibilidad puede generar retrasos en la producción y aumentar los costos operativos. [19]

3.4.4 Monitoreo de tiempos muertos y su reducción

El monitoreo de tiempos muertos implica registrar y analizar los períodos en los que los equipos no están operativos debido a fallas, mantenimiento o inactividad. Reducir estos tiempos es esencial para mejorar la eficiencia operativa.

Estrategias como el mantenimiento preventivo, la capacitación del personal y la implementación de tecnologías de monitoreo en tiempo real pueden ayudar a minimizar los tiempos muertos.

3.4.5 Análisis de costos-beneficios del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo implica realizar intervenciones programadas para evitar fallas. Aunque requiere una inversión inicial, su análisis de costos-beneficios muestra que:

- Reducción de costos de reparación:

Al prevenir fallas mayores, se disminuyen los costos asociados a reparaciones extensas.

- Mejora de la vida útil de los equipos:

Las intervenciones regulares prolongan la vida útil de los activos.

- Aumento de la productividad:

Menos fallas inesperadas resultan en menos tiempos de inactividad y mayor producción.

Diversos estudios han demostrado que el mantenimiento preventivo es más rentable a largo plazo en comparación con el mantenimiento reactivo.

3.4.6 Uso de software para el análisis de indicadores de mantenimiento

La implementación de software de gestión de mantenimiento asistida por computadora (CMMS) facilita el seguimiento y análisis de los indicadores de mantenimiento.

Estas herramientas permiten:

- Automatizar la recolección de datos:

Reduciendo errores manuales y asegurando datos precisos.

- Generar informes detallados:

Facilitando la toma de decisiones informadas.

- Programar y realizar seguimientos de tareas de mantenimiento: Mejorando la planificación y ejecución de actividades.

El uso de software especializado optimiza la gestión del mantenimiento y contribuye a una mayor eficiencia operativa.

3.4.7 Tendencias actuales en la medición de productividad en el mantenimiento

Las tendencias actuales en la medición de productividad en mantenimiento incluyen:

- Integración de tecnologías avanzadas:

El uso de Internet de las Cosas (IoT) y análisis de datos para monitorear equipos en tiempo real.

- Mantenimiento predictivo:

Utilización de algoritmos y sensores para predecir fallas antes de que ocurran, permitiendo intervenciones más precisas y oportunas.

- Enfoque en la sostenibilidad: Implementación de prácticas de mantenimiento que reduzcan el impacto ambiental y mejoren la eficiencia energética.

3.5 Diseño de un Plan de Mantenimiento

El diseño de un plan de mantenimiento efectivo es fundamental para optimizar la vida útil de los equipos y mejorar la eficiencia operativa.

Un plan de mantenimiento bien estructurado ayuda a prevenir fallos y reduce el tiempo de inactividad de los equipos.

A continuación, se detallan algunos de los aspectos más importantes que deben considerarse:

3.5.1 Elementos clave de un plan de mantenimiento efectivo

Un plan de mantenimiento efectivo debe incluir objetivos claros, una lista de equipos a mantener, tareas específicas de mantenimiento preventivo y un calendario de mantenimiento.

- Este plan debe ser flexible y adaptable a las necesidades cambiantes de la empresa a largo plazo.

Además, se deben identificar los recursos necesarios para realizar el mantenimiento, como herramientas, repuestos y personal calificado [25].

3.5.2 Identificación y priorización de equipos en el plan de mantenimiento

- La identificación y priorización de los equipos que deben incluirse en el plan de mantenimiento son esenciales para garantizar que los equipos más críticos reciban la atención adecuada.
- Esto implica realizar un análisis de criticidad de los equipos y priorizar aquellos cuya falla tenga un mayor impacto en la producción y seguridad [26].

3.5.3 Formatos y registros para la ejecución del mantenimiento

Los formatos y registros son herramientas clave en el proceso de mantenimiento, ya que permiten llevar un control adecuado de las tareas realizadas, los repuestos utilizados y los tiempos de inactividad.

Estos registros también sirven para realizar un seguimiento de los costos asociados con el mantenimiento [27].

3.5.4 Asignación de responsabilidades en el plan de mantenimiento

Es importante asignar responsabilidades claras en el plan de mantenimiento.

El personal operativo debe estar capacitado para ejecutar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, mientras que los supervisores deben garantizar que se cumpla con el plan y se realicen las tareas de acuerdo con los plazos establecidos [28].

3.5.5 Factores económicos en el diseño del plan

El diseño de un plan de mantenimiento también debe considerar los factores económicos, como el presupuesto disponible, el costo de los repuestos y la mano de obra.

La estrategia de mantenimiento debe ser costo-efectiva, asegurando que las intervenciones se realicen solo cuando sea necesario y que el costo total del mantenimiento no sea excesivo [29].

3.5.6 Seguimiento y evaluación del plan de mantenimiento

El seguimiento y la evaluación del plan de mantenimiento son cruciales para asegurarse de que el plan sea efectivo. Se deben realizar auditorías periódicas y revisar los indicadores de rendimiento, como la disponibilidad de equipos y el tiempo medio entre fallos (MTBF), para identificar áreas de mejora [30].

3.5.7 Mejores prácticas internacionales en planes de mantenimiento

Las mejores prácticas internacionales en planes de mantenimiento incluyen el uso de tecnologías avanzadas, como el mantenimiento predictivo basado en datos de sensores, y la implementación de normas internacionales como la ISO 55000. Estas prácticas ayudan a mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos [31].

3.6 Propuesta de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

3.6.1 Conceptos básicos del Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de gestión que involucra a todos los empleados en el mantenimiento de los equipos y procesos, con el objetivo de eliminar pérdidas

y mejorar la productividad. Se basa en principios como la planificación proactiva, la autonomía de los operadores y la mejora continua.

La metodología TPM implica mejorar la formación de los operarios para que las máquinas funcionen con mayor eficacia y eficiencia, como señala [32].

3.6.2 Beneficios del TPM en industrias manufactureras

La implementación del TPM ofrece múltiples beneficios, incluyendo:

- Mayor disponibilidad de equipos: Reducción de tiempos de inactividad y fallos imprevistos.
- Reducción de costos de mantenimiento:
Optimización de recursos y disminución de reparaciones costosas.
- Mejora en la calidad: Procesos más estables y controlados.
- Aumento de la productividad: Operaciones más eficientes y menos interrupciones.

Estos beneficios contribuyen a una mayor competitividad en el mercado, según lo explica [33].

3.6.3 Relación del TPM con la mejora continua (Kaizen)

El TPM y la filosofía Kaizen están estrechamente relacionados, ya que ambos promueven la mejora continua.

Mientras que el TPM se centra en la eficiencia de los equipos y procesos, Kaizen enfatiza la participación activa de todos los empleados en la identificación y resolución de problemas, fomentando una cultura de mejora constante.

Kaizen destaca la importancia de las pequeñas mejoras constantes, lo que se complementa con los objetivos del TPM.

3.6.4 Implementación de pilares del TPM en la empresa

El TPM se estructura en varios pilares fundamentales, tales como:

- Mantenimiento autónomo:

Los operadores son responsables del mantenimiento básico de sus equipos.

- Mantenimiento planificado:

Programación de actividades de mantenimiento preventivo y predictivo.

- Mejora enfocada:

Equipos multidisciplinarios abordan problemas específicos para mejorar procesos.

- Educación y entrenamiento:

Capacitación continua del personal en técnicas de mantenimiento y mejora.

La implementación efectiva de estos pilares requiere un compromiso organizacional y una planificación detallada, como menciona [34].

3.6.5 Rol del personal operativo en la implementación del TPM

El personal operativo desempeña un papel crucial en el TPM, ya que son responsables del mantenimiento autónomo y de la identificación de áreas de mejora.

Su participación activa y capacitación son esenciales para el éxito del TPM, como subraya [35].

3.6.6 Medición del impacto del TPM en la eficiencia operativa

Para evaluar el impacto del TPM, se utilizan indicadores clave de rendimiento (KPIs) como:

- Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF):

Mide la fiabilidad de los equipos.

- Tiempo Medio para Reparar (MTTR): Evalúa la rapidez en la reparación de equipos.

- Eficiencia General de los Equipos (OEE): Combina disponibilidad, rendimiento y calidad.

Estos indicadores permiten monitorear mejoras y áreas que requieren atención, según la información proporcionada por [35].

3.6.7 Retos y oportunidades en la implementación del TPM

La implementación del TPM puede enfrentar desafíos como:

- Resistencia al cambio: Superar la inercia organizacional y la falta de compromiso.
- Falta de capacitación: Necesidad de entrenar al personal en nuevas prácticas y herramientas.
- Inversión inicial: Recursos necesarios para la implementación y mantenimiento del sistema.

Sin embargo, ofrece oportunidades significativas, como:

- Mejora de la cultura organizacional: Fomento de la colaboración y responsabilidad compartida.
- Optimización de recursos: Uso más eficiente de equipos y materiales.
- Ventaja competitiva: Mayor capacidad de respuesta y calidad en los productos.

Superar los retos iniciales puede conducir a una mejora sustancial en la eficiencia operativa y la competitividad de la empresa, como lo indican [36] y otros expertos en el tema.

4. METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se adoptará tanto un enfoque cualitativo así también como un enfoque cuantitativo, obteniendo como resultado un enfoque mixto ya que para el diseño de un plan de mantenimiento para mejorar la eficiencia del personal operativo en STAROSES, requiere un análisis de datos técnicos y operativos.

4.1.1 Investigación cuantitativa

Al adoptar este tipo de investigación, aportara en gran medida a la recolección y recopilación de datos medibles que ayuden a calcular la eficiencia actual del personal operativo, este tipo de investigación es favorable para:

- Medir los tiempos de respuesta ante la presencia de fallas.

- Identificar de la frecuencia con la que suscitan las fallas y proponer medidas de mantenimientos preventivos para de alguna forma reducir el número de fallas, esto se realizara a través de cálculos de MTBF y MTTR.

4.1.2 Investigación cualitativa

Por otro lado, este tipo de investigaciones se enfoca en la obtención de datos de manera descriptiva de tal forma que brinde o proporcione un punto de vista de percepciones y comentarios de los involucrados directos en los procesos operativos de la empresa. Además, a ello esta investigación es esencial para:

- Visualizar las áreas de mejora con ayuda de encuestas dirigidas al personal de mantenimiento de los equipos.
- Identificación de problemas recurrentes a través de visitas de campo a las instalaciones de la empresa.

4.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Para esta investigación, se optó por acoger un método descriptivo ya que ayuda en gran medida al abordaje del diseño de un plan de mantenimiento para mejorar la eficiencia del personal operativo en la empresa STAROSES, esto debido a que el método descriptivo proporciona una descripción detallada y precisa de los procesos operativos actuales así también nos ofrece un panorama de las percepciones y opiniones del personal. A través de una exhaustiva recopilación de datos cuantitativos y cualitativos, se espera obtener una idea clara de la situación actual que atraviesa el personal operativo de la empresa, identificando los desafíos que enfrentan día con día en su jornada laboral.

4.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

4.3.1 Análisis documental

La técnica de análisis documental es esencial para una mejor comprensión y evaluación de documentos internos en la empresa, los cuales proporcionan un mejor entendimiento y familiarización de los procesos formales establecidos los cuales también colaboran con una visión de las posibles discrepancias entre la teoría y la práctica, adicional a ello esta técnica también ayuda a la identificación de la posible introducción de mejoras en las áreas que lo requieran.

4.3.2 Observación directa

Esta técnica es una de las más importantes en el entorno de técnicas cualitativas, ya que proporciona la recolección de datos a través de una indagación visual directa y cuidadosa de las actividades en su entorno natural. También es una gran técnica para la obtención de información precisa de cómo se están llevando a cabo las tareas diarias.

4.3.3 Seguimiento de la gestión de mantenimientos preventivos actuales.

Por medio de una estructuración mucho mejor planificada, para un mejor entendimiento del lector se ha tomado la decisión de explicar lo realizado en cada una de las etapas.

Para la etapa inicial:

Se considera la importancia de brindar seguimiento a los procesos de mantenimiento preventivo actuales dentro de la empresa, además de ello las visitas progresivas a la misma. Además, la solicitud de documentación existente sobre los equipos a operar como: ficha técnica, bitácoras, manuales de mantenimiento preventivo, etc. Con la finalidad que otorgue una mayor cantidad de información sobre la gestión con la que se maneje el área de mantenimiento de tal forma que genere un panorama amplio sobre la investigación.

4.3.3.1 Identificación de los procesos.

Es innegable la increíble necesidad de recolección de datos que la investigación requiere, por lo cual las visitas de campo fueron fundamentales, para identificar los procesos, mismos que otorgan datos a tiempo real de cada una de las actividades desempeñadas por los operarios y técnicos de mantenimiento.

Esto abre un libro de oportunidades muy extenso en cuanto al estado actual de las maquinas, herramientas, materiales y personal operativo se refiere.

Las visitas de manera paulatina y planificada son de gran ayuda por lo cual es necesario tener un registro de estas visitas como se muestra en el anexo B.

4.3.3.2 Identificación de equipos críticos dentro de los procesos productivos.

La identificación de los equipos críticos dentro de la empresa Staroses es de gran importancia debido a que con la ayuda de este estudio se podrá enfocarse directamente en los equipos que más lo requieran. Por lo cual con la ayuda del anexo A podemos comprender por qué las flejadoras TP-202 son consideradas un equipo crítico, al igual que la cortadora eléctrica a motor,

los motocultores y las bombas de fumigación. Además, las siguientes tablas indican cuales son los fundamentos para lograr el nivel de criticidad que se obtuvo con cada equipo.

Tabla 4.1 Parte A Ponderación del estudio de criticidad

Factor	Descripción	Ponderación
Impacto Operacional (IO)	Pérdidas mayores 75% producción mes	5
	Pérdidas 50% a 74% producción mes	4
	Pérdidas 25% a 49% producción mes	3
	Pérdidas 10% a 24% producción mes	2
	Pérdidas inferiores 10% producción mes	1
Factor Flexibilidad Operacional (FO)	No existe stock, tiempos reparación altos	5
	Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
	Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
	Stock suficiente, procedimiento reparación	2
	Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1
Costos de Mantenimiento (CM)	Costos materiales superior 20000 USD	5
	Costos materiales superior 10000-20000 USD	4
	Costos materiales superior 3000-10000 USD	3
	Costos materiales superior 200-3000 USD	2
	Costos materiales inferior 200 USD	1
Impacto Medio Ambiente (IMA)	Daños irreversibles en el ambiente	5
	Daños severos al ambiente	4
	Daños medios al ambiente	3
	Daños mínimos al ambiente	2
	Sin daño ambiental	1

Tabla 4.2 Parte B Ponderación del estudio de criticidad

Muerte o incapacidad		5
Impacto Seguridad (IS)	Daños severos a personas	4
	Daños o enfermedades severas	3
	Daños leves en personas	2
	Sin impacto en la seguridad	1
Factor de Frecuencia (FF)	Frecuente, más de 3 eventos al año	5
	Probable, 1-3 eventos al año	4
	Posible, 1 evento en 3 años	3
	Improbable, 1 evento en 5 años	2
	Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1

4.3.4 Indicadores de mantenimiento.

La medición de los datos obtenidos a través de los indicadores de mantenimiento es crucial, al momento de realizar un estudio dentro de la empresa, dicho estudio arrojará los resultados necesarios para que los entes administrativos logren mitigar la presencia de inconvenientes imprevistos, con la finalidad de reducir gastos y mejorar la eficiencia.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado se llegó a la conclusión que los siguientes indicadores son los más relevantes para el sector donde se realizó el estudio.

MTBF (Tiempo medio entre fallos)

$$MTBF = \frac{\text{Suma de horas de trabajo en buen estado}}{\text{Número de averías para el mantenimiento correctivo}} \quad (4.1)$$

MTTR (Tiempo medio para reparación)

$$MTTR = \frac{\text{Número de horas de paros por averías}}{\text{Número de averías}} \quad (4.2)$$

Disponibilidad

$$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\% \quad (4.3)$$

Cada una de las ecuaciones fueron analizadas estrechamente con el trabajo que realiza los equipos y sus tipos de fallas más recurrentes, las cuales sirven para otorgar información estratégica respaldada por la matriz de datos que apoye la toma de decisiones. Es importante recalcar que la obtención de datos se realizó mediante las visitas programadas a la empresa y las entrevistas realizadas a los diferentes operarios, técnicos, supervisores.

Colaborando de tal manera que nos enfoquemos en las partes más esenciales presentes con el día a día que viven los encuestados antes mencionados.

4.3.5 Elaboración de plan de mantenimiento.

4.3.5.1 Planificación de funciones preventivas.

Tabla 4.3 Funciones preventivas

Planificación de funciones preventivas	
Funciones.	Caracterización
Mecánicas.	Se visualiza el funcionamiento de los equipos que poseen elementos mecánicos con la finalidad de generar diagnósticos del estado actual de sus elementos y su funcionamiento en tiempo real.
Lubricación.	Se monitorea de manera presencial los equipos que presentan partes móviles que tienden a causar fricción entre sus elementos. Con la finalidad de reducir dicha fricción, por consecuencia alargar su vida útil.
Instrumentación.	Se identifica los equipos que posean elementos que controlen variables medibles. De tal manera que ayude a controlar su correcto funcionamiento.

4.3.5.2 Planificación del plan de mantenimiento preventivo para los equipos.

Para el correcto acompañamiento para la realización del mantenimiento preventivo se debe contar con un formato del plan de mantenimiento preventivo que se realiza a los equipos.

Al no contar con un formato preestablecido dentro de la empresa, se propone un modelo que describe el código de la máquina, área de ubicación, su distribuidor, número de hoja o también llamado número de mantenimiento dado, la actividad que genera el equipo, la descripción del mantenimiento, el encargado y la duración del mantenimiento.

Tabla 4.4 Modelo plan de mantenimiento preventivo

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.				
Nombre del equipo.		Área.		Hoja N °
		Proveedor.		
Código del equipo.	Tipo de Actividad.	Descripción.	Encargado.	Duración.

4.3.6 Directrices para la gestión del mantenimiento preventivo.

4.3.6.1 Distribución organizativa.

Con la ayuda de las diferentes visitas programadas a la empresa se busca determinar la conformación actual del sistema jerárquico de los trabajadores, con la finalidad de abarcar la organización interna, la distribución de trabajo en las diferentes áreas y a su vez la organización administrativa.

4.3.6.2 Diagnostico de inventarios.

Un análisis correcto de los inventarios realizados dentro del área de trabajo es la forma más rápida de saber que elementos y repuestos están listos para usarse además de cuáles son las fallas que se logra reducir.

También ayuda en sobremedida a la empresa para la continuidad constante de las operaciones de producción mitigando tiempos muertos por paros de reparación.

Es por ello que se recomienda brindar un seguimiento cercano a las siguientes fases a tomar en cuenta a la hora de realizar el inventario.

Tabla 4.5 Fases para el diagnóstico del inventario

Fases para el diagnóstico del inventario.		
N °	Fases.	Descripción.
1	Control de stock.	Determinar los consumibles más frecuentes de cada equipo o maquinaria, identificar los niveles de existencia presentes.
2	Informes periódicos.	Llevar el control del inventario a través de su levantamiento frecuente mensual, de tal manera se podrá mitigar los paros de las maquinas innecesarios.
3	Controlar el inventario.	Realizar un estudio del estado actual del inventariado, de tal forma que controle los consumibles más usados en las máquinas y dar paso al pedido de más repuestos críticos para cada equipo.
4	Seguimiento de piezas.	Algo muy importante es el control del Stock dentro del inventario, nos ayuda a generar una mejor reacción ante problemáticas recurrentes.

4.3.7 Propuesta del TPM.

Otro punto a destacar dentro de la empresa Staroses es que, si bien las paradas inesperadas son generadas en su mayoría dentro del área de trabajo de cada equipo, el personal de mantenimiento se traslada al lugar de la falla de manera inmediata, sin embargo, el tiempo de traslado en ocasiones es excesivo.

Es por ello que se propone a la empresa empezar con un programa de TPM, el cual ayude a reducir la carga de trabajo del personal de mantenimiento, la reducción de tiempo de parada de los equipos importantes y el mejoramiento de la eficiencia del personal operativo.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Después de analizar el contenido antes mencionado, se da paso al diseño del plan de mantenimiento para mejorar la eficiencia del personal operativo en la empresa STAROSES, por lo cual se define la información más relevante que ayude a diagnosticar el estado actual de la empresa, la elaboración de los manuales de mantenimiento de cada uno de los quipos dados el seguimiento previo.

5.1.1 Star Roses

Star Roses se estableció en 2007, con la intención de la familia Negrete Ramos de producir y exportar las rosas más destacadas e inigualables de Ecuador.

Donde su propiedad más destacada se encuentra en el núcleo de la provincia de Cotopaxi, un sitio idóneo para la producción de flores de la más alta calidad.

Debido a sus diversos elementos geográficos que los conforma, tales como la altitud de 3.100 metros sobre el nivel del mar, el clima frío, el sol y los extensos ciclos productivos, facilita el cumplimiento de una calidad excepcional que se manifiesta en el tamaño de la floración, los colores intensos, el follaje abundante y los tallos largos.

Es importante destacar que además de los elementos naturales previamente mencionados, tienen la dedicación y tenacidad de su destacado equipo de trabajo, reconocidos por su cuidado al detalle más ínfimo que pueda presentarse, innovación y amor por sus labores.

Su equipo siempre se encuentra altamente calificado para afrontar los retos que surgen día con día.

Actualmente, la compañía posee más de 56 hectáreas de rosas en producción constante.

Esto ha sido factible gracias a la rigurosa administración del suelo y el cuidado de la planta y la colaboración y compromiso de nuestros trabajadores.

5.1.2 Misión

Ser líderes en el mundo de la floricultura, produciendo las mejores flores de Ecuador que superen las expectativas de nuestros clientes mientras generamos rentabilidad y crecimiento sostenible junto a nuestros socios estratégicos.

Alcanzaremos esta meta mediante la innovación constante en nuestras prácticas la formación de relaciones a largo plazo basadas en la confianza y la transparencia, y el continuo desarrollo y contribución de nuestro mejor talento humano.

5.1.3 Visión

Ser el líder global en la entrega de las flores ecuatorianas más finas y de la más alta calidad, enriqueciendo los momentos más significativos de nuestros clientes en todo el mundo.

Cultivar un lugar de trabajo excepcional e inclusivo donde nuestro equipo se sienta inspirado y empoderado para sobresalir cada día.

Establecer una red próspera de aliados estratégicos, fomentando la lealtad y el éxito mutuo. Ser una organización responsable y sostenible que, a través de una gestión ejemplar, calidad y rentabilidad, deje una huella positiva en el mundo.

5.1.4 Estructura de procesos estratégicos

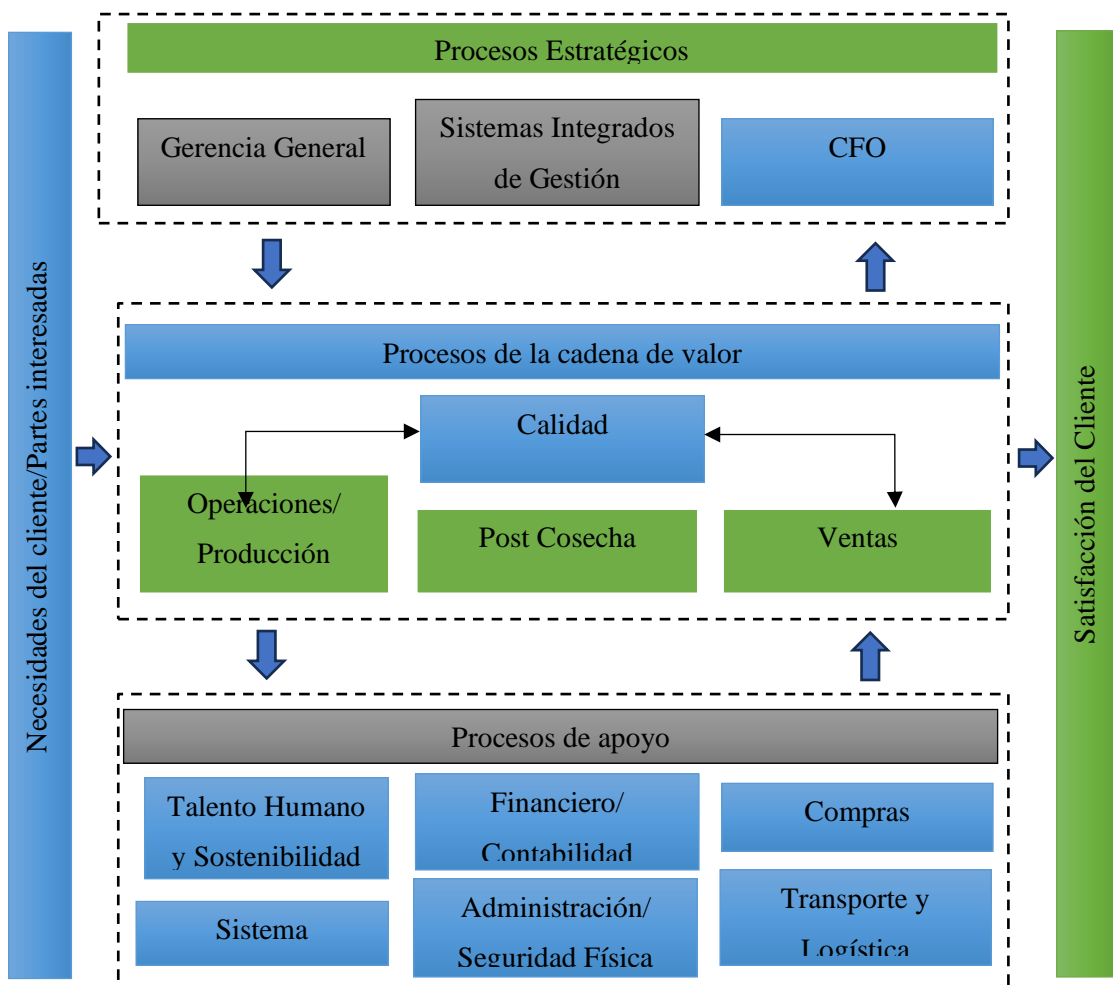


Figura 5.1 Mapa de procesos estratégicos

5.1.5 Valores corporativos

- **RESPECTO:** Es la base sobre la cual construimos nuestra relación. Es un pilar fundamental para dar lugar y valorar las contribuciones individuales, promover la tolerancia y la diversidad.
- **CONFIANZA:** Es la firme confiabilidad que construimos con credibilidad y honestidad en las relaciones con nuestros equipos y socios estratégicos al actuar y hacer lo correcto de manera consistente.
- **LEALTAD:** Es nuestra capacidad fomentar el compromiso de nuestros socios estratégicos, su dedicación y reciprocidad con la empresa y su crecimiento, ya que consideran que formar parte de esta organización es lo mejor para su propio desarrollo.
- **CALIDAD:** ¡NUESTRO DIFERENCIADOR! Seguimos los más altos estándares en cada área de la empresa, y mantenemos una cultura de mejora continua con el fin de satisfacer las expectativas de nuestros socios estratégicos.
- **RESPONSABILIDAD:** Seguimos adelante con los compromisos y expectativas de nuestros socios estratégicos. Asumimos las consecuencias de nuestras decisiones. Somos responsables y actuamos de acuerdo con los procesos establecidos para lograr objetivos comunes.

5.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL PRIMER OBJETIVO

5.2.1 Primera actividad: Visitas progresivas a las instalaciones de la empresa y entrevistas con el personal de mantenimiento.

La obtención de datos reales fue un punto clave para el desarrollo de la investigación, ya que gracias a las visitas realizadas a la empresa durante un periodo de 9 semanas como se muestra en el anexo B, se logró identificar los puntos fuertes y puntos débiles que posee el área de mantenimiento, adicional a ello durante el tiempo de las visitas se logró charlar con el personal encargado del mantenimiento de los equipos, lo que facilitó en su gran medida la identificación de los equipos que requerían mayor atención.

5.2.2 Segunda actividad: Visualización de los procedimientos en acción de los equipos

La actividad fue realizada durante las visitas programadas a las instalaciones de la empresa, durante cuyo periodo se logró obtener datos reales de los procedimientos y procesos que realizan los equipos día con día, además se logró levantar una matriz de tiempos como se la muestra en el anexo C,D,E y F en la cual describe el número de fallas que se presentador durante

las 9 semanas en los 4 equipos críticos identificados como nos muestra en anexo A, también se logró tener un estimado del número de personas que son afectados directamente por dichas paradas como se muestra en el anexo G,H,I y J

5.2.3 Tercera Actividad: Análisis de documentación existente relacionada a los procedimientos de mantenimiento.

Gracias a las visitas se logró obtener información valiosa por parte de los técnicos y supervisor del área de mantenimiento, donde los datos arrojaban un alto índice de paradas drásticas por la presencia de fallas en los equipos, otro factor importante es que las bitácoras de cada equipo mostraba una tendencia alta de fallas, las cuales fueron de ayuda para entender de mejor manera la situación actual del área de mantenimiento y su proceso al momento de registrar algún tipo de falla en cualquier equipo notificado. Por lo cual se consideró prudente el levantamiento de un flujograma de procesos pre – mantenimiento como se lo muestra en el anexo L. Este flujograma es una visión general del proceso que se realiza antes de acudir a reparar la falla del equipo.

5.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL SEGUNDO OBJETIVO

5.3.1 Primera actividad: Determinación de los equipos más utilizados

Se evidencio que todos los equipos dentro de la empresa trabajan un total de 8 horas al día por los 5 días de la semana laborable y esto multiplicado por las 9 semanas de obtención de datos nos da un total de 360 horas que los equipos deben trabajar, por lo cual fue necesario realizar el cálculo de criticidad para los equipos, donde se determinó que únicamente existen 4 tipos de equipos críticos que no alcanzaron sus 360 horas por la constante parada por fallas como se muestra en el anexo M.

Una vez ya identificados los equipos críticos y el número de fallas existente nos centraremos únicamente en estudiar dichos equipos de tal forma que se logre obtener la eficiencia actual del equipo y del personal.

5.3.2 Segunda actividad: Análisis de las mejores prácticas de mantenimiento.

Con el levantamiento de datos y su análisis podemos deducir que algo está pasando dentro de la empresa ya que no es normal obtener un número tan alto de fallas durante un periodo de tiempo tan corto como lo es 9 semanas, por lo cual es imprescindible el desarrollo de una

encuesta al personal de mantenimiento para darnos una perspectiva mucho más amplia sobre las necesidades y falencias que tiene el personal de dicha área.

Como nos muestra en anexo N, tras realizar la encuesta se logró obtener varios resultados con la finalidad de proponer posibles acciones que mejoren la estabilidad funcional de los equipos críticos, guiándonos de las diversas opiniones y respuestas del personal de mantenimiento.

El siguiente banco de preguntas va dirigido a indagar sobre la opinión de cada uno de los técnicos que colaboran a la correcta funcionalidad de los equipos presentes en la empresa.

1.- ¿Con qué frecuencia se realizan las tareas de mantenimiento preventivo en su área de trabajo?

- a) Diariamente
- b) Semanalmente
- c) Mensualmente
- d) Ocasionalmente

2.- ¿Cuenta con todas las herramientas necesarias para realizar sus tareas de mantenimiento?

- a) Sí, siempre
- b) A veces
- c) No, nunca

3.- ¿Recibe capacitación periódica sobre procedimientos de mantenimiento y uso de equipos?

- a) Sí, regularmente
- b) Solo ocasionalmente
- c) No, nunca

4.- ¿Considera que el tiempo asignado para realizar sus tareas de mantenimiento es suficiente?

- a) Sí
- b) No

5.- ¿Existen procedimientos claros y documentados para realizar el mantenimiento en la empresa?

- a) Sí
- b) No
- c) No estoy seguro

6.- ¿Con qué frecuencia se presentan fallos en los equipos después del mantenimiento?

- a) Nunca
- b) Rara vez
- c) Frecuentemente
- d) Muy frecuentemente

7.- ¿Considera que la comunicación entre el personal operativo y el equipo de mantenimiento es efectiva?

- a) Sí, siempre
- b) A veces
- c) No, nunca

8.- ¿Se realiza un seguimiento adecuado después de realizar las tareas de mantenimiento?

- a) Sí
- b) No

9.- ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza con mayor frecuencia en su área?

- a) Preventivo
- b) Correctivo
- c) Predictivo

10.- ¿Qué aspectos considera más importantes para mejorar la eficiencia del área de mantenimiento?

(Pregunta abierta para comentarios y sugerencias)

5.3.2.1 Frecuencia de mantenimiento preventivo

Según los datos recolectados durante la encuesta se tiene que para la pregunta 1, el mantenimiento preventivo que se realiza tiene la misma importancia en tres periodos importantes que son: diario, semanal y mensualmente es decir un porcentaje del 33.3% para cada uno de estos periodos. Lo que claramente indica una falta de uniformidad en la planificación del mantenimiento, es decir la generación de inconsistencias entre estos periodos ya que es necesario la correcta distribución de mantenimientos.

5.3.2.2 Disponibilidad de herramientas necesarias

Los datos arrojados para la segunda pregunta, evidencian que el 50% de los entrevistados afirma que siempre poseen las herramientas requeridas cuando se las necesitan, y por otro lado se tiene que a su vez el 50% restante afirma poseer ocasionalmente los repuestos y deben interrumpir la reparación completa hasta que arriben los repuestos necesarios.

Esto abre la posibilidad de una evidente mejora en la optimización y administración de recursos e inventarios, esto debido a que la ausencia de las herramientas esenciales para el mantenimiento podría postergar las labores de los técnicos dando como consecuencia el aumentando de las horas de cese en el beneficio.

5.3.2.3 Capacitación periódica

Uno de los campos más importantes dentro de una organización y cualquier área de trabajo es la capacitación constante, sin embargo, los datos obtenidos en el contexto de la pregunta 3 indica todo lo contrario es decir que únicamente el 83.3% del personal ha sido capacitado de manera ocasional, esto podría ser por una falta de interés por parte de los entes administrativos del área de mantenimiento.

Por otro lado, es necesario mencionar que el 16.7% del personal nunca ha recibido una capacitación formal en tema de los mantenimientos, podría ser una consecuencia de únicamente brindar breves explicaciones del tema en general.

Es más que evidente que la implementación de un programa de capacitación es crucial si la empresa desea mitigar las fallas, además estas capacitaciones deben ir dirigidas a todo el personal que este incluido en el área de mantenimiento.

5.3.2.4 Tiempo suficiente para realizar tareas

Después de analizar los datos en conjunto se logra llegar a la conclusión que el 66.7% de los encuestados considera que el tiempo es suficiente para realizar sus tareas de mantenimiento, al tiempo que el 33.3% sostiene que no es suficiente el tiempo que se les brinda para realizar su tarea de mantenimiento. Esto sugiere y refuerza la idea de las capacitaciones para todo el personal, aunque la mayoría logra completar sus tareas con éxito en el menor tiempo posible, existe otra proporción muy significativa que podría estar trabajando en un puesto para el que no está capacitado o a su vez no logra acomodarse al ritmo de trabajo.

5.3.2.5 Procedimientos claros y documentados

Mientras que el 83.3% de los participantes de la encuesta argumentan que los procedimientos son claros y concisos, también existe un 16.7% que no está seguro sobre los procedimientos que se toman a la hora de realizar el mantenimiento respectivo.

Por consecuencia se muestra una cultura de desinformación en cuanto a los procedimientos, las causas pueden ser múltiples, sin embargo, una hipótesis de esta problemática es la falta de capacitaciones en cuanto a los procedimientos que se requieren.

Es decir, la capacitación a los involucrados con el mantenimiento realizado, y la creación de un registro o bitácora del equipo en cuestión.

5.3.2.6 Frecuencia de fallos tras mantenimiento

Bajo el contexto de esta pregunta en particular se evidencia una falta de claridad en cuanto a la frecuencia que se reporta una falla después de haberla reparada, es por ello que el 33.3% reporta fallos "frecuentemente" al igual que argumentan también haber sido notificados de la falla "rara vez", y el restante 33.3% asegura ser notificado de la misma falla en periodos "muy frecuentes".

Es claro que esto abre un mar de posibilidades para la mejora de los procedimientos que se realizan en el área de mantenimiento, debido a que ninguno de los encuestados menciona que nunca han sido reportados por la falla después de haberla reparado, lo que da el surgimiento de procesos repetitivos, las causas pueden ser la falta de repuestos apropiados para la reparación de la falla o a su vez el uso de materiales ya caducos.

5.3.2.7 Comunicación efectiva

Para esta pregunta tenemos una clara división de opiniones ya que el 50% de los participantes en la encuesta argumentan que la comunicación es efectiva todas las veces que se realiza o se necesita recolectar alguna información importante “siempre” y por otro lado el 50% sobrante sostiene que no siempre, la comunicación es la más adecuada o apropiada. Las causas pueden ser múltiples, pero la más importante a considerar es la falta de comunicación entre el supervisor que da aviso de la falla y el supervisor del área de mantenimiento.

5.3.2.8 Seguimiento adecuado después del mantenimiento

Los encuestados tienen presente que no existe una política preestablecida que aborde el tema de post-mantenimiento, es decir no se brinda un seguimiento a las actividades del equipo reparado, sin embargo, a pesar de lo antes mencionado el 66.6 % de los encuestados argumentan que, si se da el seguimiento respectivo a los equipos, mientras que el otro 33.3% asegura que no se brinda ningún tipo de seguimiento.

5.3.2.9 Tipo de mantenimiento más frecuente

Para el área de mantenimiento es esencial la actividad de mantenimientos preventivos, sin embargo, a pesar de estos, los equipos continúan con su ciclo de fallas, por lo que el 83.3% de los encuestados asevera que el mantenimiento que se realiza con frecuencia es el mantenimiento correctivo, y únicamente el 16.7% afirma realizar más mantenimientos preventivos que correctivos.

Comentario:

Al realizar este tipo de encuestas a los técnicos de cualquier empresa siempre resalta sus defectos, que si bien para quienes conforman su organización es normal debido al tiempo de convivencia que tienen con sus procesos, vistos desde otro enfoque son más que evidentes las áreas de mayor posibilidad de mejora.

Por lo cual es necesario la planificación de las actividades del plan de mantenimiento en pro de mejorar las deficiencias antes mencionadas

5.3.3 Tercera actividad: Redacción del contenido del manual.

Gracias a las constantes visitas a la empresa se logro evidenciar de primera mano las falencias presentes en el área de mantenimiento, una de estas falencias mas importante es la falta de un documento que describa detalladamente y paso por paso las actividades que se deben realizar al momento de otorgar un mantenimiento correctivo a los equipos, si bien los técnicos de mantenimiento conoces sus actividades de memoria no está por demás tener un respaldo de las actividades que se deben realizar, es por ello que surge la necesidad de levantar un manual de mantenimiento para los equipos críticos. Como lo muestra en anexo Ñ, O, P y Q.

5.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DEL TERCER OBJETIVO

5.4.1 Primera actividad: Reducción de actividades ineficientes

Después de coleccionar todos los datos necesarios y familiarizarse con las actividades de mantenimiento es crucial proponer un plan de mantenimiento y de actividades para los equipos de tal manera que ayude a la erradicación de posibles fallas técnicas.

5.4.1.1 Elaboración plan de mantenimiento

Con ayuda del anexo Ñ, O, P, y Q se plantea a detalle las actividades que el personal de mantenimiento debe cumplir en cada uno de los equipos que requieran su atención.

Además, que con la recomendación del jefe del área de mantenimiento se logró llegar a un periodo de tiempos para brindar un mantenimiento preventivo a los mismos.

Sin embargo;

dentro de los anexos no están divididas las actividades según su tipo de funcionalidad por lo cual es esencial crear una planificación extra para cubrir todas las tareas que se deben acatar, esto con la finalidad de mejorar la eficiencia operacional del equipo y por ende del personal que lo opera. Es por ello que el mejor camino para alcanzar una eficiencia mejorada dentro del personal operativo es mejorar la vida útil de los equipos que operan y a su vez el seguimiento correcto de las actividades de mantenimiento que se brindan a los mismos, por lo cual es necesario:

La división de las actividades antes mencionadas en actividades mecánicas y actividades de lubricación, estas actividades están divididas en subactividades que buscan abarcar en su totalidad la buena integridad funcional de los mismos.

Además, estas actividades van previstas para un rango de tiempo mensual y semanal para de tal manera mantener en su mayoría el control de fallas que podrían presentarse durante su jornada operacional.

También con la ayuda del anexo R, se podrá lograr una clara idea del área de mantenimiento en la que ocurre la mayoría de los mantenimientos correctivos.

Así también se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas de los motores que energizan a estos equipos por lo que se consideró pertinente mostrar esta información en el anexo S.

5.4.1.2 Actividades mecánicas para todos los equipos separadas por gama

5.4.1.3 Actividades mecánicas mensuales

Tabla 5.1 Actividades mecánicas mensuales

Actividad	Descripción
Detección de vibraciones inusuales	Debido a que el equipo está sometido a estrés continuo por su operatividad, es recomendable revisar las vibraciones y ruidos fuertes que pueden presentarse durante su uso, por ejemplo, si el equipo genera un ruido fuerte debido a una complicación en sus rodamientos, tornillos flojos, piezas mal sujetas, etc.
Lubricación y limpieza periódica	Al igual que el punto anterior, el funcionamiento consecutivo de las piezas dentro del equipo puede generar calor debido a un rozamiento entre piezas. Además, los equipos pueden estar en un ambiente con partículas de polvo, partes pequeñas arrastradas de la flor, etc. Por lo cual es recomendable brindar una limpieza consistente al igual que lubricar los equipos que así lo requieran.

5.4.1.4 Actividades mecánicas trimestrales

Tabla 5.2 Actividades mecánicas trimestrales

Actividad	Descripción
Funcionamiento de los rodamientos y engranajes	Este punto es uno de los más importantes para el correcto funcionamiento de los equipos, esto es debido a que, gracias a sus componentes, generan el movimiento necesario para que el equipo funcione sin presentar fallas. Uno de los casos más comunes es la presencia de sobrecalentamiento de las carcasas o piezas que se desgastan rápidamente.

5.4.1.5 Actividades mecánicas bimensuales

Tabla 5.3 Actividades mecánicas bimensuales

Actividad	Descripción
Revisión de las partes del motor	Con la ayuda de nuestros sentidos cognitivos, se puede realizar un chequeo rápido de los equipos que probablemente estén con una posible falla debido a los puntos antes mencionados. Por lo cual es recomendable verificar signos de sobrecalentamiento o malas condiciones que pueden causar fallas en el equipo.

5.4.1.6 Actividades mecánicas semestrales

Tabla 5.4 Actividades mecánicas semestral

Actividad	Descripción
Comprobar el bobinado del motor	Si bien al realizar todos los puntos anteriores se logrará evitar fallas, también se debe tener en consideración la opción de un desgaste interno del motor que usa el equipo, por lo cual es necesario desmontar el motor cada período de tiempo para verificar que los devanados estén en perfectas condiciones.

5.4.1.7 Actividades de lubricación y complementos extra de los equipos separadas por gamas

5.4.1.8 Actividades de lubricación y complementos extra de los equipos semanal

Tabla 5.5 Actividades de lubricación semanales

Actividad	Descripción
Comprobación de conexiones	Las conexiones son esenciales para todo equipo. Su correcta conexión ayuda a brindar una mejor vida útil para el equipo. Si las conexiones están en mal estado, existe la posibilidad de que genere una pérdida de potencia en el equipo.
Evaluación del estado de aceite	Esta parte es muy importante, ya que la correcta lubricación de los equipos evita en gran medida el desgaste de los componentes internos de los mismos.

5.4.1.9 Actividades de lubricación y complementos extra de los equipos quincenal (2 semanas)

Tabla 5.6 Actividades de lubricación quincenales

Actividad	Descripción
Comprobación del funcionamiento de válvulas	Al igual que las conexiones, si las válvulas se encuentran en mal estado, pueden generar un sobreesfuerzo al equipo o la pérdida de potencia del mismo.

5.4.1.10 Planificación para el plan de mantenimiento preventivo

Con ayuda de los datos recolectados, se considera que para la obtención de una correcta funcionalidad de los equipos de la empresa StaRoses, es importante llevar a cabo varios procesos de mantenimiento preventivo a cada uno de los equipos para de esta forma lograr mitigar en su mayoría el aumento de la frecuencia en la que suceden paros drásticos por la presencia de una falla inesperada.

Por lo cual esta planificación se muestra en el anexo T, U, V, y W donde se detalla el tipo de equipo y el tipo de revisión que se la debe brindar, además que también está conformado por la frecuencia en la que se deben realizar dichos mantenimientos.

Esto reducirá drásticamente la presencia de fallos y por ende la reducción de paradas de los operadores, lo que genera una mayor estabilidad de trabajo para los operadores, reduciendo también su estrés o carga laboral.

Las ventajas de un buen seguimiento a estos mantenimientos son muy extensas, pero a breve rasgos se podrá cumplir con el trabajo establecido para el equipo y para su operador, lo que generalmente también afectará en beneficio de alcanzar el máximo de eficiencia del personal y la eficacia del equipo.

Es importante detallar que se debe calcular la eficiencia actual tanto del personal como de los equipos para tener un punto de referencia y lograr comparar los resultados obtenidos y los que se espera obtener después de realizar las actividades del plan de mantenimiento, por lo cual se utilizara las siguientes formulas:

5.4.1.11 Indicadores de mantenimiento

5.4.1.12 Indicadores para las bombas de fumigación

Según lo expuesto en el anexo C:

Matriz de tiempos de ejecución para reparar una falla, nos brinda información crucial para lograr interpretar los siguientes indicadores clave para definir un valor real de pérdida por las constantes fallas presentes en este equipo.

5.4.1.13 MTBF (Tiempo medio entre fallos)

En un periodo de 9 semanas las bombas de fumigación de la empresa Staroses, deben operar un total de 360 horas con normalidad, sin embargo, dentro de este periodo presentaron varias fallas constantes que redujeron ese tiempo esperado, la sumatoria de estas fallas da como resultado un total de 60.58 horas de acuerdo al anexo C, por lo que se debe restar las 360 horas operativas esperadas menos las 60.58 horas, lo que nos da como resultado un total de 299.42 horas de trabajo en buen estado.

$$MTBF = \frac{\text{Suma de horas de trabajo en buen estado}}{\text{Número de averías para el mantenimiento correctivo}}$$

$$MTBF = \frac{299.42 \text{ horas}}{27 \text{ fallas}} = 11.08 \text{ HORAS/FALLAS} \quad (5.1)$$

Con estos cálculos se obtiene el tiempo medio entre la presencia de una falla a otra, en otras palabras, la frecuencia con la que suscitan estas fallas, por lo cual es crucial proponer un programa de actividades de mantenimiento preventivo e inspecciones necesarias que nos ayude a mitigar estas fallas, de tal manera que ayude a mejorar la eficiencia operacional del personal.

Los diversos sitios web de proveedores de este tipo de equipos recomiendan calcular el 70% del tiempo medio entre fallas para realizar un mantenimiento preventivo.

$$\text{Mantenimiento preventivo} = MTBF * 0.7 \quad (5.2)$$

$$\text{Mantenimiento P.} = 11.08 \text{ HORAS/FALLAS} * 0.7 = 7.76 \text{ horas} \quad (5.3)$$

Al interpretar los resultados arrojados se logra evidenciar que, si las bombas de fumigación alcanzan un tiempo de operacionalidad de 11.08 horas, es recomendable brindar un chequeo

preventivo al cumplir las 7.76 horas, para de esta forma controlar las fallas y reducir la frecuencia de las mismas.

Es evidente que mientras mayor sea el número del MTBF se podrá mantener en operabilidad normal a los equipos antes de que llegue su tiempo de chequeo.

5.4.1.14 MTTR (Tiempo medio para reparación)

Como se muestra en el anexo C:

se logra visualizar el tiempo que tarda la reparación del equipo o maquinaria, cabe destacar que la matriz de tiempos está basada en el mismo periodo de 9 semanas, durante este transcurso de tiempo el encargado de brindar mantenimiento a los equipos realizo las correcciones necesarias para corregirlas y ponerlos en operación.

$$MTTR = \frac{\text{Número de horas de paros por averías}}{\text{Número de averías}}$$

$$MTTR = \frac{60,58}{27 \text{ FALLAS}} = 2.24 \text{ HORAS/FALLAS} \quad (5.4)$$

Con este cálculo se muestra los gastos operacionales extra que debe cubrir la empresa por cada hora de parada de estos equipos.

Considerando que existen un total de 8 bombas de fumigación y todas son de un mismo grupo, si una de las bombas se avería todo el personal de las bombas no tiene permitido dejar las instalaciones de la empresa hasta que se cumpla el trabajo esperado por su equipo, obviamente las horas extra se cancelan como tal a todos los operarios presentes en dicha hora de lucro cesante que presento el equipo comprometido.

Con ayuda del anexo G, se logra conocer el número total de personas a las cuales se debe cubrir sus horas extra.

Dicho todo lo anterior se puede deducir que por cada hora de lucro cesante de este equipo la empresa debe cubrir un total de 7 \$ por hora extra por empleado.

$$\text{Costo de hora} = 7\$ * 40 \text{ PERSONAS} = 280\$ * \text{personas/horas} \quad (5.5)$$

$$\text{Perdida de dinero por fallo} = \text{costo de hora} * MTTR \quad (5.6)$$

$$\text{Perdida de dinero por fallo} = 280\$ * 2.24 \text{ HORAS} = 627.20\$ \quad (5.7)$$

5.4.1.15 Disponibilidad

Gracias a todos los datos obtenidos con anterioridad se logra tener un panorama sobre la disponibilidad que el equipo presenta para el operador.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{11.08 \text{ HORAS}}{11.08 \text{ HORAS} + 2.24 \text{ HORAS}} * 100\% \quad (5.8)$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = 83\% \quad (5.9)$$

La interpretación de este resultado es más que evidente, debido a la alta frecuencia de fallas dentro del periodo de operacionalidad del equipo este presenta un 83% de disponibilidad lo que da como consecuencia que el equipo este no disponible un 17% del tiempo.

5.4.1.16 Indicadores para las flejadoras

Según lo expuesto en el anexo D: Matriz de tiempos de ejecución para reparar una falla, nos brinda información crucial para lograr interpretar los siguientes indicadores clave para definir un valor real de perdida por las constantes fallas presentes en este equipo.

5.4.1.17 MTBF (Tiempo medio entre fallos)

En un periodo de 9 semanas las flejadoras de la empresa Staroses, deben operar un total de 360 horas con normalidad, sin embargo dentro de este periodo presentaron varias fallas constantes que redujeron ese tiempo esperado, la sumatoria de estas fallas da como resultado un total de 74 horas con 25 minutos de acuerdo al anexo D, por lo que se debe restar las 360 horas operativas esperadas menos las 74.41 horas de fallas, lo que nos da como resultado un total de 285.59 horas de trabajo en buen estado.

$$MTBF = \frac{\text{Suma de horas de trabajo en buen estado}}{\text{Número de averías para el mantenimiento correctivo}}$$

$$MTBF = \frac{285.59 \text{ horas}}{5 \text{ fallas}} = 57.11 \text{ HORAS/FALLAS.} \quad (5.10)$$

Con estos cálculos se obtiene el tiempo medio entre la presencia de una falla a otra, en otras palabras, la frecuencia con la que suscitan estas fallas, por lo cual es crucial proponer un programa de actividades de mantenimiento preventivo e inspecciones necesarias que nos ayude a mitigar estas fallas, de tal manera que ayude a mejorar la eficiencia operacional del personal. Los encargados del subcontrato de mantenimiento sugieren calcular el 73% del tiempo medio entre fallas para realizar un mantenimiento preventivo.

$$\text{Mantenimiento preventivo} = MTBF * 0.73 \quad (5.11)$$

$$\text{Mantenimiento preventivo} = 57.11 * 0.73 \quad (5.12)$$

$$\text{Mantenimiento preventivo} = 41.69 \text{ HORAS} \quad (5.13)$$

Al interpretar los resultados arrojados se logra evidenciar que si las flejadoras alcanzan un tiempo de operacionalidad de 57.11 horas, es recomendable brindar un chequeo preventivo al cumplir las 41.69 horas, para de esta forma controlar las fallas y reducir la frecuencia de las mismas. Es evidente que mientras mayor sea el número del MTBF se podrá mantener en operacionalidad normal a los equipos antes de que llegue su tiempo de chequeo.

5.4.1.18 MTTR (Tiempo medio para reparación)

Como se muestra en el anexo D:

se logra visualizar el tiempo que tarda la reparación del equipo o maquinaria, cabe destacar que la matriz de tiempos está basada en el mismo periodo de 9 semanas, durante este transcurso de tiempo el encargado de brindar mantenimiento a los equipos realizó las correcciones necesarias para corregirlas y ponerlos en operación.

$$MTTR = \frac{\text{Número de horas de paros por averías}}{\text{Número de averías}}$$

$$MTTR = \frac{74.41 \text{ HORAS}}{5 \text{ FALLAS}} = 14.88 \text{ HORAS/FALLAS} \quad (5.14)$$

Con este cálculo se muestra los gastos operacionales extra que debe cubrir la empresa por cada hora de parada de estos equipos.

Considerando que existen un total de 2 flejadoras y todas son de un mismo grupo, si una de las flejadoras se avería todo el personal de las flejadoras no tiene permitido dejar las instalaciones de la empresa hasta que se cumpla el trabajo esperado por su equipo, obviamente las horas extra se cancelan como tal a todos los operarios presentes en dicha hora.

Con ayuda del anexo H, se logra conocer el número total de personas a las cuales se debe cubrir sus horas extra.

Dicho todo lo anterior se puede deducir que por cada hora de lucro cesante de este equipo la empresa debe cubrir un total de 7 \$ por hora extra por empleado.

$$\text{Costo de hora} = 7\$ * 8\text{PERSONAS} = 56\$ * \text{persona/horas} \quad (5.15)$$

$$\text{Pérdida de dinero por fallo} = \text{costo de hora} * \text{MTTR}$$

$$\text{Pérdida de dinero por fallo} = 56\$ * 14.88 \text{ HORAS} \quad (5.16)$$

$$\text{Pérdida de dinero por fallo} = 823.18\$ \quad (5.17)$$

5.4.1.19 Disponibilidad

Gracias a todos los datos obtenidos con anterioridad se logra tener un panorama sobre la disponibilidad que el equipo presenta para el operador.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100\%$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{57.11 \text{ HORAS}}{57.11 \text{ HORAS} + 14.88 \text{ HORAS}} * 100\% \quad (5.18)$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = 79\% \quad (5.19)$$

La interpretación de este resultado es más que evidente, debido a la alta frecuencia de fallas dentro del periodo de operacionalidad del equipo este presenta un 79% de disponibilidad lo que da como consecuencia que el equipo este no disponible un 21% del tiempo.

5.4.1.20 Indicadores para los motocultores.

Según lo expuesto en el anexo E:

Matriz de tiempos de ejecución para reparar una falla, nos brinda información crucial para lograr interpretar los siguientes indicadores clave para definir un valor real de perdida por las constantes fallas presentes en este equipo.

5.4.1.21 MTBF (Tiempo medio entre fallos)

En un periodo de 9 semanas los motocultores de la empresa Staroses, deben operar un total de 360 horas con normalidad, sin embargo, dentro de este periodo presentaron varias fallas constantes que redujeron ese tiempo esperado, la sumatoria de estas fallas da como resultado un total de 40.55 horas de acuerdo al anexo E, por lo que se debe restar las 360 horas operativas esperadas menos las 40.55 horas de fallas, lo que nos da como resultado un total de 319.45 horas de trabajo en buen estado.

$$MTBF = \frac{\text{Suma de horas de trabajo en buen estado}}{\text{Número de averías para el mantenimiento correctivo}}$$

$$MTBF = \frac{319.45 \text{ horas}}{2 \text{ fallas}} = 159.73 \text{ HORAS/falla.} \quad (5.20)$$

Con estos cálculos se obtiene el tiempo medio entre la presencia de una falla a otra, en otras palabras, la frecuencia con la que suscitan estas fallas, por lo cual es crucial proponer un programa de actividades de mantenimiento preventivo e inspecciones necesarias que nos ayude a mitigar estas fallas, de tal manera que ayude a mejorar la eficiencia operacional del personal.

El encargado de mantenimiento sugiere calcular el 70% del tiempo medio entre fallas para realizar un mantenimiento preventivo.

$$\text{Mantenimiento preventivo} = MTBF * 0.70 \quad (5.21)$$

$$\text{Mantenimiento preventivo} = 159.73 * 0.70 = 111.81 \text{ HORAS} \quad (5.22)$$

Al interpretar los resultados arrojados se logra evidenciar que si los motocultores alcanzan un tiempo de operacionalidad de 159.73 horas, es recomendable brindar un chequeo preventivo al cumplir las 111.81 horas, para de esta forma controlar las fallas y reducir la frecuencia de las mismas.

Es evidente que mientras mayor sea el número del MTBF se podrá mantener en operacionalidad normal a los equipos antes de que llegue su tiempo de chequeo.

5.4.1.22 MTTR (Tiempo medio para reparación)

Como se muestra en el anexo E, se logra visualizar el tiempo que tarda la reparación del equipo o maquinaria, cabe destacar que la matriz de tiempos está basada en el mismo periodo de 9 semanas, durante este transcurso de tiempo el encargado de brindar mantenimiento a los equipos realizo las correcciones necesarias para corregirlas y ponerlos en operación.

$$MTTR = \frac{\text{Número de horas de paros por averías}}{\text{Número de averías}}$$

$$MTTR = \frac{40.55 \text{ HORAS}}{2 \text{ averías}} = 20.28 \text{ HORAS/avería} \quad (5.23)$$

Con este cálculo se muestra los gastos operacionales extra que debe cubrir la empresa por cada hora de parada de estos equipos.

Considerando que existen un total de 3 motocultores y todos son de un mismo grupo, si una de los motocultores se avería todo el personal de los motocultores no tiene permitido dejar las instalaciones de la empresa hasta que se cumpla el trabajo esperado por su equipo, obviamente las horas extra se cancelan como tal a todos los operarios presentes en dicha hora.

Con ayuda del anexo I, se logra conocer el número total de personas a las cuales se debe cubrir sus horas extra.

Dicho todo lo anterior se puede deducir que por cada hora de lucro cesante de este equipo la empresa debe cubrir un total de 7 \$ por hora extra por empleado.

$$\text{Costo de hora} = \frac{7\$}{\text{hora}} * 3 \text{ PERSONAS} = 21\$ * \text{persona/hora} \quad (5.24)$$

$$\text{Pérdida de dinero por fallo} = \text{costo de hora} * MTTR$$

$$\text{Pérdida de dinero por fallo} = 21\$ * 20.28 \text{ HORAS} = 425.88\$ \quad (5.25)$$

5.4.1.23 Disponibilidad

Gracias a todos los datos obtenidos con anterioridad se logra tener un panorama sobre la disponibilidad que el equipo presenta para el operador.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$$

$$DISPONIBILIDAD = \frac{159.73 \text{ HORAS}}{159.73 \text{ HORAS} + 20.28 \text{ HORAS}} * 100\% \quad (5.26)$$

$$DISPONIBILIDAD = 88\% \quad (5.27)$$

La interpretación de este resultado es más que evidente, debido a la alta frecuencia de fallas dentro del periodo de operacionalidad del equipo este presenta un 88% de disponibilidad lo que da como consecuencia que el equipo este no disponible un 12% del tiempo.

5.4.1.24 Indicadores para las sierras eléctricas.

Según lo expuesto en el anexo F: Matriz de tiempos de ejecución para reparar una falla, nos brinda información crucial para lograr interpretar los siguientes indicadores clave para definir un valor real de perdida por las constantes fallas presentes en este equipo.

5.4.1.25 MTBF (Tiempo medio entre fallos)

En un periodo de 9 semanas las sierras eléctricas de la empresa Staroses, deben operar un total de 360 horas con normalidad, sin embargo, dentro de este periodo presentaron una falla que redujo ese tiempo esperado, la sumatoria de esta falla da como resultado un total de 35 horas de acuerdo al anexo F, por lo que se debe restar las 360 horas operativas esperadas menos las 35 horas de falla, lo que nos da como resultado un total de 325 horas de trabajo en buen estado.

$$MTBF = \frac{\text{Suma de horas de trabajo en buen estado}}{\text{Número de averías para el mantenimiento correctivo}}$$

$$MTBF = \frac{325 \text{ horas}}{1 \text{ falla}} \quad (5.28)$$

$$MTBF = 325 \text{ HORAS/falla.} \quad (5.29)$$

Con estos cálculos se obtiene el tiempo medio entre la presencia de una falla a otra, en otras palabras, la frecuencia con la que suscitan estas fallas, por lo cual es crucial proponer un programa de actividades de mantenimiento preventivo e inspecciones necesarias que nos ayude a mitigar estas fallas, de tal manera que ayude a mejorar la eficiencia operacional del personal.

El encargado de mantenimiento sugiere calcular el 70% del tiempo medio entre fallas para realizar un mantenimiento preventivo.

$$\text{Mantenimiento preventivo} = \text{MTBF} * 0.70 \quad (5.30)$$

$$\text{Mantenimiento preventivo} = 325 * 0.70 \quad (5.31)$$

$$\text{Mantenimiento preventivo} = 227.5 \text{ HORAS} \quad (5.32)$$

Al interpretar los resultados arrojados se logra evidenciar que, si las sierras eléctricas alcanzan un tiempo de operacionalidad de 325 horas, es recomendable brindar un chequeo preventivo al cumplir las 227.5 horas, para de esta forma controlar las fallas y reducir la frecuencia de las mismas. Es evidente que mientras mayor sea el número del MTBF se podrá mantener en operacionalidad normal a los equipos antes de que llegue su tiempo de chequeo.

5.4.1.26 MTTR (Tiempo medio para reparación)

Como se muestra en el anexo F:

Se logra visualizar el tiempo que tarda la reparación del equipo o maquinaria, cabe destacar que la matriz de tiempos está basada en el mismo periodo de 9 semanas, durante este transcurso de tiempo el encargado de brindar mantenimiento a los equipos realizó las correcciones necesarias para corregirlas y ponerlos en operación.

$$MTTR = \frac{\text{Número de horas de paros por averías}}{\text{Número de averías}}$$

$$MTTR = \frac{35 \text{ HORAS}}{1} = 35 \text{ HORAS} \quad (5.33)$$

Con este cálculo se muestra los gastos operacionales extra que debe cubrir la empresa por cada hora de parada de estos equipos.

Considerando que existen un total de 3 sierras eléctricas y todos son de un mismo grupo, si una de los motocultores se avería todo el personal de los motocultores no tiene permitido dejar las instalaciones de la empresa hasta que se cumpla el trabajo esperado por su equipo, obviamente las horas extra se cancelan como tal a todos los operarios presentes en dicha hora.

Con ayuda del anexo J, se logra conocer el número total de personas a las cuales se debe cubrir sus horas extra.

Dicho todo lo anterior se puede deducir que por cada hora de lucro cesante de este equipo la empresa debe cubrir un total de 7 \$ por hora extra por empleado.

$$\text{Costo de hora} = 7\$ * 3 \text{ PERSONAS} = 21 \$ * \text{personas/horas} \quad (5.34)$$

$$\text{Perdida de dinero por fallo} = \text{costo de hora} * \text{MTTR}$$

$$\text{Perdida de dinero por fallo} = 21\$ * 17.5 \text{ HORAS} = 367.5\$ \quad (5.35)$$

5.4.1.27 Disponibilidad

Gracias a todos los datos obtenidos con anterioridad se logra tener un panorama sobre la disponibilidad que el equipo presenta para el operador.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100\%$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{325 \text{ HORAS}}{325 \text{ HORAS} + 17.5 \text{ HORAS}} * 100\% \quad (5.36)$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = 94\% \quad (5.37)$$

La interpretación de este resultado es más que evidente, debido a la alta frecuencia de fallas dentro del periodo de operacionalidad del equipo este presenta un 94% de disponibilidad lo que da como consecuencia que el equipo este no disponible un 6% del tiempo.

5.4.1.28 Análisis de resultados de indicadores de mantenimiento

Según lo expuesto en el anexo K:

Se logra evidenciar que a mayores horas de lucro cesante mayor será la cantidad de dinero que pierde la empresa, por lo cual es imperativo que los entes administrativos del área de mantenimiento implementen contra medidas para reducir en gran medida este tipo de fallos imprevistos. Es necesario destacar que la falta de repuestos en stock es un factor importante para brindar el mantenimiento correctivo a los equipos.

5.4.2 Segunda Actividad: Calculo del valor de la eficiencia proyectada

5.4.2.1 Calculo de la Eficiencia esperada de los equipos

Con la ayuda del anexo K, donde se muestra el número de fallos existente en los equipos más críticos o más utilizados dentro de la empresa, las horas de lucro cesante y los gastos extra, podremos realizar cálculos que muestre en panorama completo a la hora de mejorar la eficiencia

del personal, todo esto según las actividades de mantenimiento preventivo que se describen en el anexo T al W.

5.4.2.2 Calculo de eficiencia para las bombas de fumigación

Para calcular la eficiencia que se espera alcanzar con el correcto cumplimiento de las actividades descritas en el anexo T, y los datos del anexo K se debe tener en cuenta la siguiente formula.

La cual nos ayuda a porcentuar la eficiencia esperada.

La eficiencia inicial está dada como un estado ideal de 10 fallas por lo cual si se tiene un total de 27 fallas actuales es porque se refleja un desempeño poco optimo debido a una falta de control en los cuidados de los equipos, lo que se traduce como una eficiencia inicial del 37 %.

Es por ello que al acatar las actividades del mantenimiento preventivo para las bombas de fumigación se espera tener una reducción drástica de únicamente 10 fallas en el mismo periodo que se tomó la muestra de datos (9semanas).

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{\text{Número esperado de fallas}}{\text{Número inicial de fallas}} * 100\% \quad (5.38)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{10}{27} * 100\% \quad (5.39)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = 37\% \quad (5.40)$$

Claramente al reducir las fallas de manera paulatina a un número máximo de 10 fallas por 9 semanas la eficiencia del equipo y por ende del personal que lo opera alcanza un máximo del 62.96% de mejora.

$$\begin{aligned} &EFICIENCIA PROYECTADA \\ &= \frac{\text{Número inicial de fallas} - \text{Número esperado de fallas}}{\text{Número inicial de fallas}} \quad (5.41) \\ &* 100\% \end{aligned}$$

$$EFICIENCIA = \frac{27 - 10}{27} * 100\% \quad (5.42)$$

$$EFICIENCIA = 62.96\% \quad (5.43)$$

5.4.2.3 Reducción de horas cesantes de lucro

HORAS CESANTES

$$= \text{Horas cesantes de lucro actuales} \quad (5.44)$$

$$* \frac{\text{Número de fallas esperadas}}{\text{Número inicial de fallas}}$$

$$HORAS CESANTES = 60.58 \text{ HORAS} * \frac{10 \text{ fallas esperadas}}{27 \text{ fallas actuales}} \quad (5.45)$$

$$HORAS CESANTES = 22.46 \text{ HORAS} * \text{fallas} \quad (5.46)$$

Al momento que se reduce el número de fallas presentes en las 9 semanas a únicamente 10, las horas cesantes de lucro del equipo también se ven afectadas de manera positiva, debido a esto las horas cesantes de lucro se redujeron de 60.58 HORAS a únicamente 22.46 HORAS, sin embargo se debe tener en cuenta que se debe sumar la cantidad de horas que se utilizara en las actividades de mantenimiento descritas en el anexo T que son de 18.51 HORAS, por lo que al sumar las horas de lucro cesante proyectadas más las horas de lucro cesante por tareas de mantenimiento nos da un total de 40.97 HORAS de lucro cesante.

5.4.2.4 Gastos extra

$$GASTOS EXTRA = GASTOS EXTRA ACTUALES * \frac{\text{fallas esperadas}}{\text{fallas actuales}} \quad (5.47)$$

$$GASTOS EXTRA = 627.20\$ * \frac{10 \text{ fallas esperadas}}{27 \text{ fallas actuales}} \quad (5.48)$$

$$GASTOS EXTRA = 232.30\$ \quad (5.49)$$

Al igual que las horas cesantes de lucro, los gastos extra también se ven afectados de manera positiva, esto debido a que con la reducción de fallas también se reducen las horas extra que

debe costear la empresa a sus empleados, teniendo un gasto extra inicial de 627.20\$ a un total de 232.30\$.

5.4.2.5 Calculo de eficiencia para las flejadoras TP-202

Para calcular la eficiencia que se espera alcanzar con el correcto cumplimiento de las actividades descritas en el anexo U, y los datos del anexo K se debe tener en cuenta la siguiente formula.

La cual nos ayuda a porcentuar la eficiencia esperada.

La eficiencia inicial está dada como un estado ideal de 1 fallas por lo cual si se tiene un total de 5 fallas actuales es porque se refleja un desempeño poco optimo debido a una falta de control en los cuidados de los equipos, lo que se traduce como una eficiencia inicial del 20%, al acatar las actividades del mantenimiento preventivo para las flejadoras TP-202 se espera tener una reducción drástica de únicamente 1 falla en el mismo periodo que se tomó la muestra de datos (9semanas).

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{\text{Número esperado de fallas}}{\text{Número inicial de fallas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{1}{5} * 100\% \quad (5.50)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = 20 \% \quad (5.51)$$

Claramente al reducir las fallas de manera paulatina a un número máximo de 1 falla por 9 semanas la eficiencia del equipo y por ende del personal que lo opera alcanza un máximo del 80% de mejora.

$$EFICIENCIA = \frac{\text{Número inicial de fallas} - \text{Número esperado de fallas}}{\text{Número inicial de fallas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA = \frac{5 - 1}{5} * 100\% \quad (5.52)$$

$$EFICIENCIA = 80\% \quad (5.53)$$

5.4.2.6 Reducción de horas cesantes de lucro

HORAS CESANTES

$$= \text{Horas cesantes de lucro actuales} * \frac{\text{Número de fallas esperadas}}{\text{Número inicial de fallas}}$$

$$HORAS CESANTES = 74.41 HORAS * \frac{1 \text{ fallas esperadas}}{5 \text{ fallas actuales}} \quad (5.54)$$

$$HORAS CESANTES = 14.88 HORAS * \text{fallas} \quad (5.55)$$

Al momento que se reduce el número de fallas presentes en las 9 semanas a únicamente 1 falla, las horas cesantes de lucro del equipo también se ven afectadas de manera positiva, debido a esto las horas cesantes de lucro se redujeron de 74.41 HORAS a únicamente 14.88 HORAS. sin embargo, se debe tener en cuenta que se debe sumar la cantidad de horas que se utilizara en las actividades de mantenimiento descritas en el anexo U que son de 27 HORAS, por lo que al sumar las horas de lucro cesante proyectadas más las horas de lucro cesante por tareas de mantenimiento nos da un total de 41.88 HORAS de lucro cesante.

5.4.2.7 Gastos extra

$$GASTOS EXTRA = GASTOS EXTRA ACTUALES * \frac{\text{fallas esperadas}}{\text{fallas actuales}}$$

$$GASTOS EXTRA = 823.18\$ * \frac{1 \text{ fallas esperadas}}{5 \text{ fallas actuales}} \quad (5.56)$$

$$GASTOS EXTRA = 164.63\$ \quad (5.57)$$

Al igual que las horas cesantes de lucro, los gastos extra también se ven afectados de manera positiva, esto debido a que con la reducción de fallas también se reducen las horas extra que debe costear la empresa a sus empleados, teniendo un gasto extra inicial de 823.18\$ a un total de 164.64\$.

5.4.2.8 Calculo de eficiencia para los motocultores

Para calcular la eficiencia que se espera alcanzar con el correcto cumplimiento de las actividades descritas en el anexo V, y los datos del anexo K se debe tener en cuenta la siguiente formula.

La cual nos ayuda a porcentuar la eficiencia esperada.

La eficiencia inicial está dada como un estado ideal de 0 fallas por lo cual si se tiene un total de 2 fallas actuales es porque se refleja un desempeño poco optimo debido a una falta de control en los cuidados de los equipos, lo que se traduce como una eficiencia inicial del 0%, al acatar las actividades del mantenimiento preventivo para los motocultores se espera tener una reducción drástica de únicamente 0 falla en el mismo periodo que se tomó la muestra de datos (9semanas).

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{\text{Número esperado de fallas}}{\text{Número inicial de fallas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{0}{2} * 100\% \quad (5.58)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = 0 \% \quad (5.59)$$

Claramente al reducir las fallas de manera paulatina a un número máximo de 1 falla por 9 semanas la eficiencia del equipo y por ende del personal que lo opera alcanza un máximo del 100% de mejora.

$$EFICIENCIA = \frac{\text{Número inicial de fallas} - \text{Número esperado de fallas}}{\text{Número inicial de fallas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA = \frac{2 - 0}{2} * 100\% \quad (5.60)$$

$$EFICIENCIA PROYECTADA = 100 \% \quad (5.61)$$

5.4.2.9 Reducción de horas cesantes de lucro

HORAS CESANTES

$$= \text{Horas cesantes de lucro actuales} * \frac{\text{Número de fallas esperadas}}{\text{Número inicial de fallas}}$$

$$HORAS CESANTES = 40.55 HORAS * \frac{0 \text{ fallas esperadas}}{2 \text{ fallas actuales}} \quad (5.62)$$

$$HORAS CESANTES = 0 HORAS * \text{fallas} \quad (5.63)$$

Al momento que se reduce el número de fallas presentes en las 9 semanas a únicamente 1 falla, las horas cesantes de lucro del equipo también se ven afectadas de manera positiva, debido a esto las horas cesantes de lucro se redujeron de 40.55 HORAS a únicamente 20.275 HORAS. sin embargo, se debe tener en cuenta que se debe sumar la cantidad de horas que se utilizara en las actividades de mantenimiento descritas en el anexo V que son de 27.6 HORAS, por lo que al sumar las horas de lucro cesante proyectadas más las horas de lucro cesante por tareas de mantenimiento nos da un total de 27.6 HORAS de lucro cesante.

5.4.2.10 Gastos extra

$$GASTOS\ EXTRA = GASTOS\ EXTRA\ ACTUALES * \frac{fallas\ esperadas}{fallas\ actuales}$$

$$GASTOS\ EXTRA = 425.88\$ * \frac{0\ fallas\ esperadas}{2\ fallas\ actuales} \quad (5.64)$$

$$GASTOS\ EXTRA = 0 \$ \quad (5.65)$$

Al igual que las horas cesantes de lucro, los gastos extra también se ven afectados de manera positiva, esto debido a que con la reducción de fallas también se reducen las horas extra que debe costear la empresa a sus empleados, teniendo un gasto extra inicial de 425.88\$ a un total de 212.94\$.

5.4.2.11 Calculo de eficiencia para las sierras eléctricas

Para calcular la eficiencia que se espera alcanzar con el correcto cumplimiento de las actividades descritas en el anexo W, y los datos del anexo K se debe tener en cuenta la siguiente formula.

La cual nos ayuda a porcentuar la eficiencia esperada.

La eficiencia inicial está dada como un estado ideal de 0 fallas por lo cual si se tiene un total de 1 falla actual es porque se refleja un desempeño poco optimo debido a una falta de control en los cuidados de los equipos, lo que se traduce como una eficiencia inicial del 0%, al acatar las actividades del mantenimiento preventivo para los motocultores se espera tener una reducción drástica de 0 fallas en el mismo periodo que se tomó la muestra de datos recordando que es un periodo de (9semanas).

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{\text{Número esperado de fallas}}{\text{Número inicial de fallas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{0}{1} * 100\% \quad (5.66)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = 0\% \quad (5.67)$$

Claramente al reducir las fallas de manera paulatina a un número máximo de 0 falla por 9 semanas la eficiencia del equipo y por ende del personal que lo opera alcanza un máximo del 100% de mejora.

$$EFICIENCIA = \frac{\text{Número inicial de fallas} - \text{Número esperado de fallas}}{\text{Número inicial de fallas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA = \frac{1 - 0}{1} * 100\% \quad (5.68)$$

$$EFICIENCIA = 100\% \quad (5.69)$$

5.4.2.12 Reducción de horas cesantes de lucro

HORAS CESANTES

$$= \text{Horas cesantes de lucro actuales} * \frac{\text{Número de fallas esperadas}}{\text{Número inicial de fallas}}$$

$$HORAS CESANTES = 35 HORAS * \frac{0 \text{ fallas esperadas}}{1 \text{ fallas actuales}} \quad (5.70)$$

$$HORAS CESANTES = 0 HORAS * \text{fallas} \quad (5.71)$$

Al momento que se reduce el número de fallas presentes en las 9 semanas a únicamente 1 falla, las horas cesantes de lucro del equipo también se ven afectadas de manera positiva, debido a esto las horas cesantes de lucro se redujeron de 35 HORAS a 0 HORAS.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que se debe sumar la cantidad de horas que se utilizara en las actividades de mantenimiento descritas en el anexo W que son de 21.6 HORAS, por lo que al sumar las horas de lucro cesante proyectadas más las horas de lucro cesante por tareas de mantenimiento nos da un total de 21.6 HORAS de lucro cesante.

5.4.2.13 Gastos extra

$$GASTOS\ EXTRA = GASTOS\ EXTRA\ ACTUALES * \frac{fallas\ esperadas}{fallas\ actuales}$$

$$GASTOS\ EXTRA = 367.5\$ * \frac{0\ fallas\ esperadas}{1\ fallas\ actuales} \quad (5.72)$$

$$GASTOS\ EXTRA = 0\$ \quad (5.73)$$

Al igual que las horas cesantes de lucro, los gastos extra también se ven afectados de manera positiva, esto debido a que con la reducción de fallas también se reducen las horas extra que debe costear la empresa a sus empleados, teniendo un gasto extra inicial de 367.5\$ a un total de 0\$.

5.4.2.14 Análisis de la eficiencia proyectada de los equipos.

Es importante hacer hincapié en lo mucho que puede cambiar la vida útil de un equipo con simplemente establecer una cultura de regularidad más cotidiana.

Al cumplir la lista de actividades para cada uno de los equipos antes analizados se obtiene una gran cantidad de mejora en la eficiencia del mismo equipo y del personal que lo opera dentro del mismo tiempo que se tomó los datos.

Además, que esto trae consigo la oportunidad de obtener más ganancias para la empresa como se lo muestra en el anexo X, donde no solo se mejoró la eficiencia sino también se redujeron los tiempos de paros en la producción debido a fallas lo que da como consecuencia:

La obtención una ganancia de 394\$ para las bombas de fumigación, 658.55\$ para las flejadoras TP-202, 212.94\$ para los motocultores y, por último, pero no menos importante 367.5\$ para las sierras eléctricas.

Lo que nos da un total de 1633.89\$ de ganancias en un lapso de 9 semanas.

5.4.2.15 Cálculo de la Eficiencia esperada del personal

Como resultado tras el análisis previo a los equipos, se logra obtener datos importantes para lograr una consideración aceptable sobre la eficiencia del personal que opera estos equipos, por lo cual con ayuda del anexo Y, se logra evidenciar una clara mejoría de la eficiencia de cada uno de los operadores de los equipos analizados con anterioridad.

5.4.2.16 Calculo de la Eficiencia esperada del personal del equipo de bombas de fumigación

5.4.2.17 Calculo eficiencia actual

Como se muestra en el anexo Y:

La jornada laboral de los operadores dentro de un periodo de 9 semanas debería ser de 360 horas, pero por consecuencia de las múltiples fallas obtenidas este número varia en gran cantidad ya que como nos muestra el anexo Y actualmente las horas reales de trabajo son de 299.42 horas, esta cantidad es resultado de la resta de las horas de lucro cesante actuales con las horas de trabajo en el periodo de 9 semanas.

$$\begin{aligned} \text{HORAS DE USO ACTUAL} \\ &= \text{HORAS DE LUCRO CESANTE} \\ &- \text{HORAS DE USO REAL 9 SEMANAS} \end{aligned} \quad (5.74)$$

$$\text{HORAS DE USO ACTUAL} = 60.58 \text{ HORAS} - 360 \text{ HORAS} \quad (5.75)$$

$$\text{HORAS DE USO ACTUAL} = 299.42 \text{ HORAS} \quad (5.76)$$

Por ende, para calcular la eficiencia actual es necesario tomar el valor previamente calculado y dividirlo para las 360 horas de trabajo dentro del periodo de 9 semanas, lo que nos arroja un resultado del 83% de eficiencia actual para el personal.

$$\text{EFICIENCIA INICIAL} = \frac{\text{Horas de uso actual}}{\text{horas de uso real 9 semanas}} * 100\% \quad (5.77)$$

$$\text{EFICIENCIA INICIAL} = \frac{299.42 \text{ horas}}{360 \text{ horas}} * 100\% \quad (5.78)$$

$$\text{EFICIENCIA INICIAL} = 83\% \quad (5.79)$$

5.4.2.18 Calculo eficiencia proyectada

Para llegar al valor de la eficiencia proyectada, se debe realizar una resta entre las horas de lucro cesante proyectadas con las horas de trabajo real en 9 semanas.

HORAS DE USO PROYECTADAS

$$= \text{HORAS DE LUCRO CESANTE PROYECTADAS} \quad (5.80)$$

$$- \text{HORAS DE USO REAL 9 SEMANAS}$$

$$\text{HORAS DE USO ACTUAL} = 40.58 \text{ HORAS} - 360 \text{ HORAS} \quad (5.81)$$

$$\text{HORAS DE USO PROYECTADA} = 319.42 \text{ HORAS} \quad (5.82)$$

Por ende, para calcular la eficiencia proyectada es necesario tomar el valor previamente calculado y dividirlo para las 360 horas de trabajo dentro del periodo de 9 semanas, lo que nos arroja un resultado del 88.72 % de eficiencia proyectada para el personal operativo directamente relacionado con el equipo.

EFICIENCIA PROYECTADA

$$= \frac{\text{Horas de uso proyectadas}}{\text{horas de uso real 9 semanas}} * 100\% \quad (5.83)$$

$$\text{EFICIENCIA INICIAL} = \frac{319.42 \text{ horas}}{360 \text{ horas}} * 100\% \quad (5.84)$$

$$\text{EFICIENCIA INICIAL} = 0.8872 * 100\% \quad (5.85)$$

$$\text{EFICIENCIA INICIAL} = 88.72\% \quad (5.86)$$

5.4.2.19 Calculo de la Eficiencia esperada del personal del equipo Flejadora TP-202

5.4.2.20 Calculo eficiencia actual

Como se muestra en el anexo Y, la jornada laboral de los operadores dentro de un periodo de 9 semanas debería ser de 360 horas, pero por consecuencia de las múltiples fallas obtenidas este número varia en gran cantidad ya que como nos muestra el anexo Y actualmente las horas reales de trabajo son de 285.59 horas, esta cantidad es resultado de la resta de las horas de lucro cesante actuales con las horas de trabajo en el periodo de 9 semanas.

HORAS DE USO ACTUAL

$$= \text{HORAS DE LUCRO CESANTE} - \text{HORAS DE USO REAL 9 SEMANAS}$$

$$HORAS DE USO ACTUAL = 74.41 HORAS - 360 HORAS \quad (5.87)$$

$$HORAS DE USO ACTUAL = 285.59 HORAS \quad (5.88)$$

Por ende, para calcular la eficiencia actual es necesario tomar el valor previamente calculado y dividirlo para las 360 horas de trabajo dentro del periodo de 9 semanas, lo que nos arroja un resultado del 79.3% de eficiencia proyectada para el personal operativo directamente relacionado con el equipo.

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{\text{Horas de uso actual}}{\text{horas de uso real 9 semanas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{285.59 \text{ horas}}{360 \text{ horas}} * 100\% \quad (5.89)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = 79.3\% \quad (5.90)$$

5.4.2.21 Calculo eficiencia proyectada

Para llegar al valor de la eficiencia proyectada, se debe realizar una resta entre las horas de lucro cesante proyectadas con las horas de trabajo real en 9 semanas.

$$\begin{aligned} HORAS DE USO PROYECTADAS \\ &= HORAS DE LUCRO CESANTE PROYECTADAS \\ &- HORAS DE USO REAL 9 SEMANAS \end{aligned}$$

$$HORAS DE USO ACTUAL = 41.88 HORAS - 360 HORAS \quad (5.91)$$

$$HORAS DE USO PROYECTADA = 318.12 HORAS \quad (5.92)$$

Por ende, para calcular la eficiencia proyectada es necesario tomar el valor previamente calculado y dividirlo para las 360 horas de trabajo dentro del periodo de 9 semanas, lo que nos arroja un resultado del 88.72 % de eficiencia proyectada para el personal operativo directamente relacionado con el equipo.

$$EFICIENCIA PROYECTADA = \frac{\text{Horas de uso proyectadas}}{\text{horas de uso real 9 semanas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{318.12 \text{ horas}}{360 \text{ horas}} * 100\% \quad (5.93)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = 88.36\% \quad (5.94)$$

5.4.2.22 Calculo de la Eficiencia esperada del personal del equipo Motocultor

5.4.2.23 Calculo eficiencia actual

Como se muestra en el anexo Y:

La jornada laboral de los operadores dentro de un periodo de 9 semanas debería ser de 360 horas, pero por consecuencia de las múltiples fallas obtenidas este número varia en gran cantidad ya que como nos muestra el anexo Y actualmente las horas reales de trabajo son de 319.45 horas, esta cantidad es resultado de la resta de las horas de lucro cesante actuales con las horas de trabajo en el periodo de 9 semanas.

HORAS DE USO ACTUAL

$$= \text{HORAS DE LUCRO CESANTE} - \text{HORAS DE USO REAL 9 SEMANAS}$$

$$\text{HORAS DE USO ACTUAL} = 40.55 \text{ HORAS} - 360 \text{ HORAS} \quad (5.95)$$

$$\text{HORAS DE USO ACTUAL} = 319.45 \text{ HORAS} \quad (5.96)$$

Por ende, para calcular la eficiencia actual es necesario tomar el valor previamente calculado y dividirlo para las 360 horas de trabajo dentro del periodo de 9 semanas, lo que nos arroja un resultado del 88.8 % de eficiencia actual para el personal.

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{\text{Horas de uso actual}}{\text{horas de uso real 9 semanas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{319.45 \text{ horas}}{360 \text{ horas}} * 100\% \quad (5.97)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = 88.8\% \quad (5.98)$$

5.4.2.24 Calculo eficiencia proyectada

Para llegar al valor de la eficiencia proyectada, se debe realizar una resta entre las horas de lucro cesante proyectadas con las horas de trabajo real en 9 semanas.

$$\begin{aligned} & \text{HORAS DE USO PROYECTADAS} \\ & = \text{HORAS DE LUCRO CESANTE PROYECTADAS} \\ & - \text{HORAS DE USO REAL 9 SEMANAS} \end{aligned}$$

$$\text{HORAS DE USO ACTUAL} = 27.6 \text{ HORAS} - 360 \text{ HORAS} \quad (5.99)$$

$$\text{HORAS DE USO PROYECTADA} = 332.4 \text{ HORAS} \quad (5.100)$$

Por ende, para calcular la eficiencia proyectada es necesario tomar el valor previamente calculado y dividirlo para las 360 horas de trabajo dentro del periodo de 9 semanas, lo que nos arroja un resultado del 92.33 % de eficiencia actual para el personal.

$$\text{EFICIENCIA PROYECTADA} = \frac{\text{Horas de uso proyectadas}}{\text{horas de uso real 9 semanas}} * 100\%$$

$$\text{EFICIENCIA INICIAL} = \frac{332.45 \text{ horas}}{360 \text{ horas}} * 100\% \quad (5.101)$$

$$\text{EFICIENCIA INICIAL} = 92.33 \% \quad (5.102)$$

5.4.2.25 Calculo de la Eficiencia esperada del personal del equipo Sierra Eléctrica**5.4.2.26 Calculo eficiencia actual**

Como se muestra en el anexo Y:

La jornada laboral de los operadores dentro de un periodo de 9 semanas debería ser de 360 horas, pero por consecuencia de las múltiples fallas obtenidas este número varia en gran cantidad ya que como nos muestra el anexo Y actualmente las horas reales de trabajo son de 325 horas, esta cantidad es resultado de la resta de las horas de lucro cesante actuales con las horas de trabajo en el periodo de 9 semanas.

$$\begin{aligned} & \text{HORAS DE USO ACTUAL} \\ & = \text{HORAS DE LUCRO CESANTE} - \text{HORAS DE USO REAL 9 SEMANAS} \end{aligned}$$

$$HORAS DE USO ACTUAL = 35 HORAS - 360 HORAS \quad (5.103)$$

$$HORAS DE USO ACTUAL = 325 HORAS \quad (5.104)$$

Por ende, para calcular la eficiencia actual es necesario tomar el valor previamente calculado y dividirlo para las 360 horas de trabajo dentro del periodo de 9 semanas, lo que nos arroja un resultado del 90.27 % de eficiencia actual para el personal.

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{\text{Horas de uso actual}}{\text{horas de uso real 9 semanas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{325 \text{ horas}}{360 \text{ horas}} * 100\% \quad (5.105)$$

$$EFICIENCIA INICIAL = 90.27 \% \quad (5.106)$$

5.4.2.27 Calculo eficiencia proyectada

Para llegar al valor de la eficiencia proyectada, se debe realizar una resta entre las horas de lucro cesante proyectadas con las horas de trabajo real en 9 semanas.

$$\begin{aligned} HORAS DE USO PROYECTADAS \\ &= HORAS DE LUCRO CESANTE PROYECTADAS \\ &- HORAS DE USO REAL 9 SEMANAS \end{aligned}$$

$$HORAS DE USO ACTUAL = 21.6 HORAS - 360 HORAS \quad (5.107)$$

$$HORAS DE USO PROYECTADA = 338.4 HORAS \quad (5.108)$$

Por ende, para calcular la eficiencia proyectada es necesario tomar el valor previamente calculado y dividirlo para las 360 horas de trabajo dentro del periodo de 9 semanas, lo que nos arroja un resultado del 94 % de eficiencia actual para el personal.

$$EFICIENCIA PROYECTADA = \frac{\text{Horas de uso proyectadas}}{\text{horas de uso real 9 semanas}} * 100\%$$

$$EFICIENCIA INICIAL = \frac{325 \text{ horas}}{360 \text{ horas}} * 100\% \quad (5.109)$$

$$EFICIENCIA\ INICIAL = 0.9027 * 100\% \quad (5.110)$$

$$EFICIENCIA\ INICIAL = 94\% \quad (5.111)$$

5.4.2.28 Análisis de resultados de la eficiencia del personal por equipos

Es más que evidente que los datos que nos muestra el anexo Y, son datos positivos en cuanto al incremento de la eficiencia del personal, donde tras realizar los cálculos correspondientes se logra mostrar que: para el personal operativo de las bombas de fumigación se incrementó a un máximo del 88.72% en comparación con su eficiencia actual del 83% , de igual forma para las flejadoras tenemos una eficiencia actual del 79.3% y alcanzó un máximo de eficiencia del 88.3%, también para los motocultores se empezó con una eficiencia del 88.8% y se logró proyectar un incremento considerable a un total del 92.33%, y por ultimo pero no menos importante con las sierras eléctrica se obtuvo un máximo de eficiencia del 94% dándonos un incremento en comparación con su eficiencia inicial del 90.27%.

5.4.3 Tercera actividad: Redacción de un cronograma de la propuesta TPM

5.4.3.1 Cronograma de actividades del TPM

Las actividades detalladas en el anexo Z, son de gran relevancia para un correcto desarrollo de un Mantenimiento Productivo Total, si bien se alcanzó una mejora considerable a la eficiencia del personal únicamente con el diseño del plan de mantenimiento, este último será una de sus bases primordiales para el comienzo del TPM, ya que brinda mucha información importante sobre la situación actual de la empresa, los puntos a mejorar, recomendaciones de tareas para mejorar la eficiencia de equipos y del personal operativo.

No se debe dejar de lado las actividades mencionadas en el anexo Z ya que son de gran utilidad para incluir al personal operativo en tareas básicas de mantenimiento, lo que obviamente reducirá aún más la presencia de paradas drásticas de funcionalidad de los equipos además de reducir los tiempos de reparación de los equipos, también contribuirá a mejorar la vida útil de los equipos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Una de las partes más fundamentales a la hora de realizar un plan de mantenimiento, es la identificación de los equipos críticos que se van a estudiar, sin este análisis todo el trabajo no tendría un inicio y un fin, esto debido que gracias al estudio de criticidad se logra dar una idea del camino que se debe tomar para llegar a una obtención de resultados propicios, además que con este estudio sabemos dónde enfocarnos para mejorar las falencias existentes.
- Se logro alcanzar un aumento en la eficiencia del personal operativo de dichos equipos donde: para el personal de las bombas de fumigación pasaron de un 83% a un 88.72%, para las flejadoras pasaron de un 79.3% a un 88.34%, para los motocultores pasaron de un 88.8% a un 92.333% y por último para las sierras eléctricas pasaron de un 90.27% a un 94%, lo que impacto de manera positiva la eficiencia del personal operativo dentro de la empresa. Otro punto importante a destacar es que gracias a las visitas paulatinas y de manera constante se obtiene mucha información por parte de los técnicos encargados del mantenimiento, dándonos una gran ventaja para la recolección de datos a tiempo real y de fuentes que conocen el proceso de mantenimiento. Lo que ayudo a la generación de los manuales de mantenimiento de los equipos que más tarde será un pilar importante para la capacitación de nuevo personal.
- Con ayuda de la planificación de actividades, se logra una mejor guía de las tareas que se deben realizar paulatinamente para la reducción de fallas en su mayoría, lo cual también facilita la utilización de diversos indicadores de mantenimiento que logran mostrar una visión más clara y concisa de la situación actual de los equipos, dándonos como resultado un camino para llegar a mejorar su eficiencia.
- Es crucial mencionar que no solo se mejoró la eficiencia sino también se redujeron los tiempos de paros en la producción debido a fallas lo que da como consecuencia obtener una ganancia de 394\$ para las bombas de fumigación, 658.55\$ para las flejadoras TP-202, 212.94\$ para los motocultores y, por último, pero no menos importante 367.5\$ para las sierras eléctricas.

Lo que nos da un total de 1633.89\$ de ganancias en un lapso de 9 semanas.

- Es imprescindible recordar que, si se realiza las actividades mencionadas a través de todo este documento y las usan de manera correcta, la eficiencia proyectada lograra llegar a ser una realidad, esto se lograra únicamente con la colaboración y buena disposición de los involucrados en las tareas de mantenimiento.

6.2 Recomendaciones

- Es recomendable antes de realizar cualquier tipo de estudio en beneficio de cualquier empresa, conocer cuál es su visión y misión, esto nos da una idea de cuáles son las actividades que realiza dicha empresa y cuáles son sus objetivos primordiales.
- Se debe gestionar de manera correcta las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo para que estas no paralicen las actividades normales de las maquinas en horas de gran flujo de trabajo.
- Se debe tener un manual de mantenimiento de cada equipo cerca del mismo, para de tal forma los operadores logren evidenciar cual es la posible falla del equipo y puedan reportar la falla de manera correcta a los técnicos de mantenimiento.
- Se debe tener en orden el área de trabajo y el equipo que se utilice para realizar cualquier tipo de mantenimiento, además se debe controlar de manera correcta los niveles de lubricación de cada equipo, también se debe asegurar de tener el combustible necesario para el funcionamiento del equipo durante su jornada laboral esperada.
- Se debe tener un conocimiento amplio de los repuestos y herramientas que se disponen de inmediato para el mantenimiento necesario.
- Se recomienda utilizar los indicadores de mantenimiento en un periodo de 3 meses con datos reales, de tal forma de saber cuál es el patrón de mejora que los equipos han ido obteniendo.

7. REFERENCIAS

- [1] S. Mora, «Concepto e importancia del mantenimiento,» en *Introducción al Mantenimiento Industrial*, México, 2019, pp. 10-15.
- [2] P. Díaz, «Principios del mantenimiento industrial,» en *Gestión de Activos y Mantenimiento*, Lima, 2020, pp. 23-28.

- [3] Kaizen Institute, «Tipos de mantenimiento,» en *Guía práctica de gestión industrial*, Barcelona, 2020, pp. 30-35.
- [4] J. López, «Monitoreo y mantenimiento predictivo,» en *Mantenimiento Avanzado*, Bogotá, 2021, pp. 45-50.
- [5] Seguas S.A., «Impacto del mantenimiento en la eficiencia,» en *Manual de Gestión Operativa*, Quito, 2021, pp. 33-36.
- [6] F. Ortega, «Relación entre mantenimiento y productividad,» en *Revista de Innovación Industrial*, Madrid, 2022, pp. 56-60.
- [7] Cimelsa S.L., «Beneficios económicos del mantenimiento,» en *Sostenibilidad y mantenimiento*, Madrid, 2022, pp. 45-50.
- [8] L. Pérez, «Estrategias sostenibles en mantenimiento,» en *Mantenimiento Industrial Sustentable*, Buenos Aires, 2023, pp. 40-44.
- [9] Fracttal, «Cómo Härtling implementó un 60% de mantenimiento preventivo,» en *Boletín Técnico Fracttal One*, Santiago, 2023, pp. 21-24.
- [10] Fracttal, «Fracttal y la optimización de la eficiencia operativa,» en *Casos de Éxito Empresariales*, Santiago, 2023, pp. 58-62.
- [11] Engeman, «Suprema: agilidad en mantenimiento,» en *Revista Engeman: Innovación y Tecnología*, São Paulo, 2023, pp. 12-15.
- [12] Emaint, «¿Qué es el mantenimiento preventivo?,» en *Emaint Maintenance Management Solutions*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [13] Dimomaint, «5 pasos para un plan de mantenimiento preventivo,» en *Dimomaint Software de Mantenimiento*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.dimomaint.es/tipos-de-mantenimiento/5-pasos-plan-de-mantenimiento-preventivo/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [14] Emaint, «MTBF, MTTR y otros KPIs de mantenimiento,» en *Emaint Maintenance Management Solutions*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.emaint.com/es/mtbf-mttf-mttr-maintenance-kpis/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [15] El País, «Fracttal, la empresa que hace que las cosas funcionen,» en *El País Economía*, 16-ene-2025, pp. 1-5. [En línea]. Disponible: <https://elpais.com/economia/negocios/2025-01-16/fracttal-la-empresa-que-hace-que-las-cosas-funcionen.html>. [Accedido: 23-ene-2025].

- [16] Dimomaint, «5 pasos para un plan de mantenimiento preventivo,» en *Dimomaint Software de Mantenimiento*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.dimomaint.es/tipos-de-mantenimiento/5-pasos-plan-de-mantenimiento-preventivo/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [17] Emaint, «MTBF, MTTR y otros KPIs de mantenimiento,» en *Emaint Maintenance Management Solutions*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.emaint.com/es/mtbf-mttf-mtr-maintenance-kpis/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [18] El País, «Fractal, la empresa que hace que las cosas funcionen,» en *El País Economía*, 16-ene-2025, pp. 1-5. [En línea]. Disponible: <https://elpais.com/economia/negocios/2025-01-16/fractal-la-empresa-que-hace-que-las-cosas-funcionen.html>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [19] Dimomaint, «5 pasos para un plan de mantenimiento preventivo,» en *Dimomaint Software de Mantenimiento*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.dimomaint.es/tipos-de-mantenimiento/5-pasos-plan-de-mantenimiento-preventivo/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [20] Emaint, «MTBF, MTTR y otros KPIs de mantenimiento,» en *Emaint Maintenance Management Solutions*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.emaint.com/es/mtbf-mttf-mtr-maintenance-kpis/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [21] El País, «Fractal, la empresa que hace que las cosas funcionen,» en *El País Economía*, 16-ene-2025, pp. 1-5. [En línea]. Disponible: <https://elpais.com/economia/negocios/2025-01-16/fractal-la-empresa-que-hace-que-las-cosas-funcionen.html>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [22] Euroinnova, «Perfil de un personal de mantenimiento,» en *Euroinnova Business School*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.euroinnova.com/blog/personal-de-mantenimiento-perfil>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [23] Tractian, «8 indicadores de mantenimiento indispensables para la gestión del mantenimiento,» en *Tractian*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://tractian.com/es/blog/8-indicadores-indispensables-para-la-gestion-del-mantenimiento>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [24] SPM Instrument, «La importancia de los indicadores de mantenimiento,» en *SPM Instrument*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.spminstrument.com/es/blog/la-importancia-de-los-indicadores-de-mantenimiento>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [25] DIMO Maint, "Buenas prácticas y retos del mantenimiento industrial," DIMO Maint, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dimomaint.es/mantenimiento-industrial/buenas-practicas-mantenimiento/>. [Accedido: 23-ene-2025].

- [26] Simpliroute, "Plan de Mantenimiento en una Empresa: Cómo Hacerlo," Simpliroute, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://simpliroute.com/es/blog/plan-de-mantenimiento-en-una-empresa>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [27] Fracttal, "Los 6 Principios de la Planificación del Mantenimiento," Fracttal, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.fracttal.com/es/blog/principios-planificacion-mantenimiento>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [28] Fracttal, "Normas ISO importantes en la Gestión del Mantenimiento," Fracttal, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.fracttal.com/es/mantenipedia/que-son-las-normas-iso>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [29] DIMO Maint, "Plan de mantenimiento preventivo: 5 pasos detallados a seguir," DIMO Maint, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dimomaint.es/tipos-de-mantenimiento/5-pasos-plan-de-mantenimiento-preventivo/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [30] Fracttal, "Las 14 claves del modelo de gestión de mantenimiento," Festo, 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.festo.com/es/es/e/journal/learning/las-14-claves-del-modelo-de-gestion-de-mantenimiento-id_981261/. [Accedido: 23-ene-2025].
- [31] Reliabilityweb, "Las Mejores Prácticas en Mantenimiento," Reliabilityweb, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://reliabilityweb.com/sp/articulos/entry/las-mejores-practicas-en-mantenimiento>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [32] Fracttal, "Qué es el mantenimiento productivo Total (TPM) y cómo implementarlo," Fracttal, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.fracttal.com/es/guias-mantenimiento/que-es-el-tpm-mantenimiento-productivo-total-y-como-implementarlo>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [33] DIMO Maint, "¿Qué es el Mantenimiento Productivo Total (TPM)?," DIMO Maint, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dimomaint.es/mantenimiento-industrial/que-es-el-tpm/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [34] Kaizen, "Mantenimiento Planificado," Kaizen, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://kaizen.com/es/insights-es/mantenimiento-planificado/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [35] eMaint, "Mantenimiento Productivo Total (TPM) - eMaint," eMaint, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.emaint.com/es/blog-what-is-total-productive-maintenance-tpm/>. [Accedido: 23-ene-2025].

- [36] UpKeep, "Guía de Mantenimiento Productivo Total (TPM)," UpKeep, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://upkeep.com/maintenance-management/tpm/>. [Accedido: 23-ene-2025].
- [37] Distribuidora EME, "Mantenimiento Cero Horas y sus Características," Distribuidora EME, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://distribuidoraeme.com/que-es-el-mantenimiento-cero-horas-y-cuales-son-sus-caracteristicas>. [Accedido: 29-ene-2025].
- [38] Suministros Web, "Tipos de Mantenimiento Industrial," Suministros Web, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.suministrosweb.com/blog/tipos-de-mantenimiento-industrial>. [Accedido: 29-ene-2025].
- [39] IBM, "Mantenimiento Reactivo," IBM, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/reactive-maintenance>. [Accedido: 29-ene-2025].

ANEXOS

AVAL DE TRADUCCIÓN



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA ESTAROSÉS”** presentado por: **Chulca Lema Jonathan Javier**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 20 de febrero de 2025

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nelson Guanchinga'.

Mg. Sc Nelson Guanchinga
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0503246415

A. ANEXO A

Estudio de criticidad Flejadora TP-202

		Ponderacion																				
Equipo	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT														
Maquina de flejado semi-automatica TP-202	5	1	5	2	1	1	10	50	EQUIPO IMPORTANTE													
La flejadora presenta un total de criticidad de valor 50 , por lo que es un equipo Critico																						
		CRITICIDAD																				
Frecuencia (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		CONSECUENCIAS (CO)																				

Figura A.1 Estudio criticidad Flejadora

Estudio de criticidad sierras eléctricas.

		Ponderacion																				
Equipo	FF	IO	FO	CM	IS	IMA	CO	CT														
Sierra Eléctrica	5	1	4	2	2	2	11	55	EQUIPO IMPORTANTE													
La Sierra eléctrica presenta un total de criticidad de valor 55, por lo que es un equipo Critico																						
		CRITICIDAD																				
Frecuencia (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		CONSECUENCIAS (CO)																				

Figura A.2 Estudio de criticidad Sierra Eléctrica

Estudio de criticidad del Motocultor

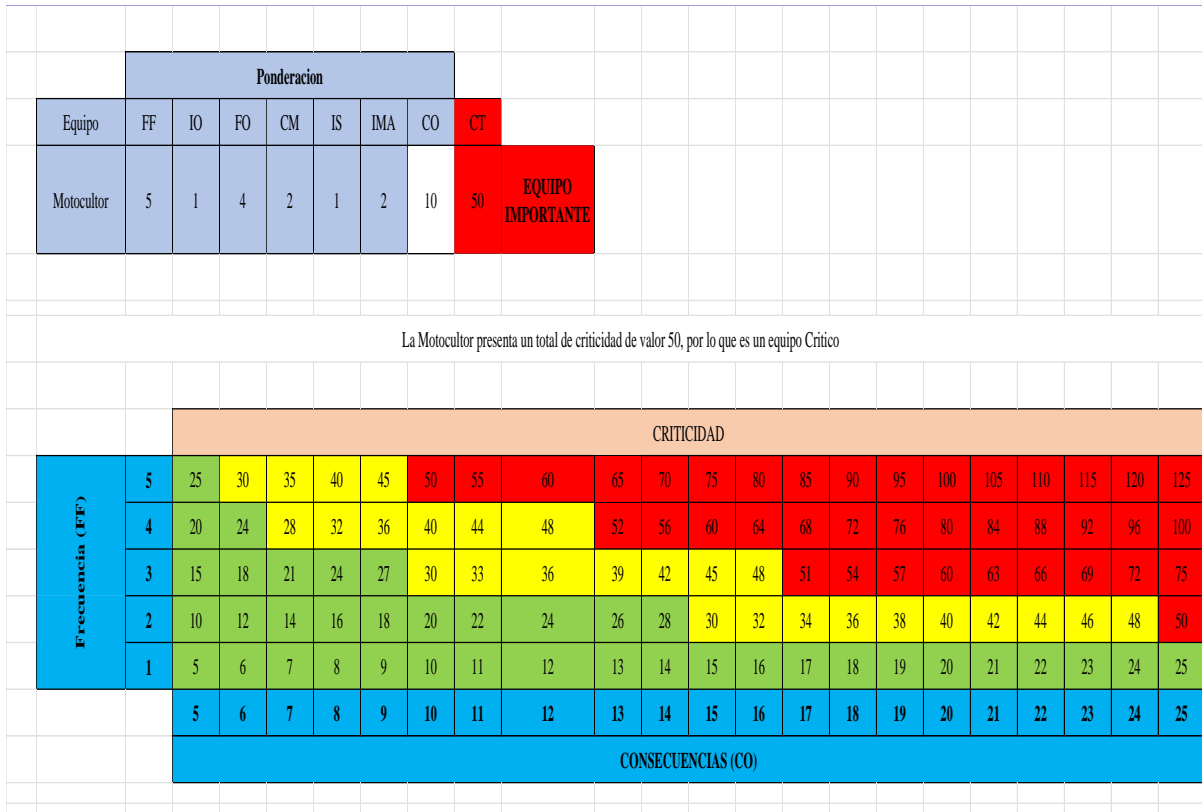


Figura A.3 Estudio criticidad Motocultor

Estudio de criticidad de Bomba de fumigación AR-50

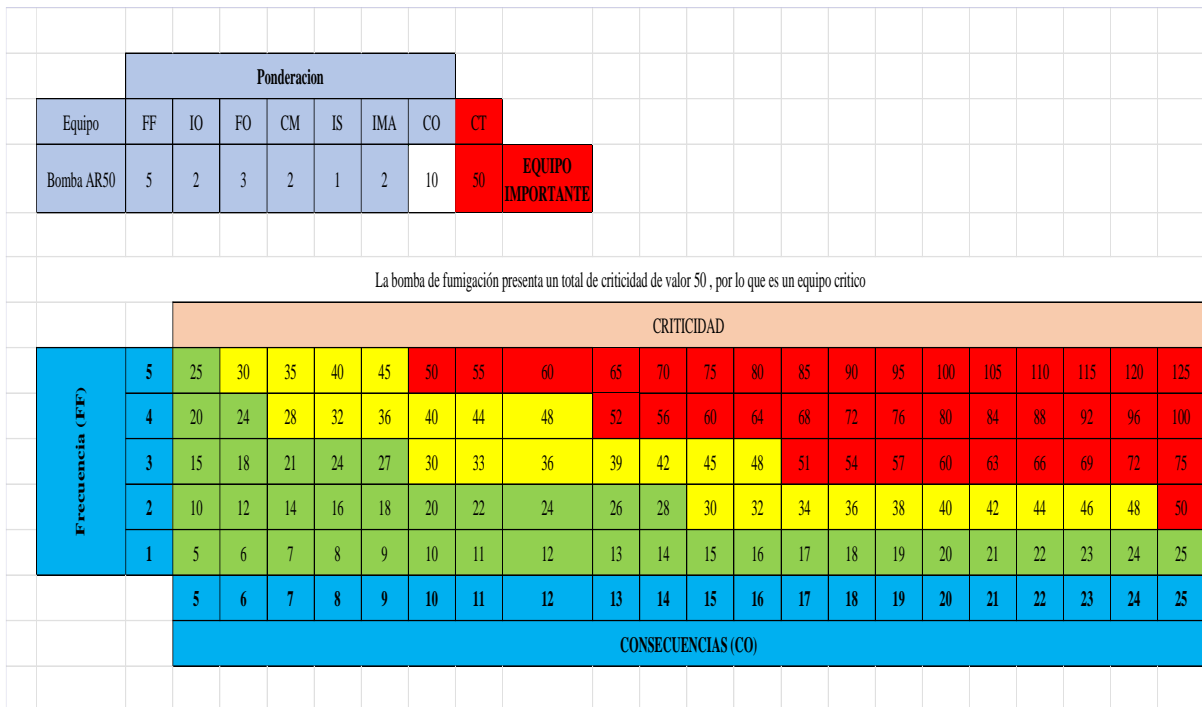


Figura A.4 Estudio de criticidad Bomba de fumigación

Objetivo 1: Levantar información de los procedimientos actuales de mantenimiento en la empresa StaRoses para la determinación de áreas de mejora.

Actividad: 1.1 Visitas progresivas a las instalaciones de la empresa y entrevistas con el personal de mantenimiento.

Medio de verificación: 1.1.1 Hoja de asistencia.

ANEXO B

INGENIEROS TÉCNICOS CONVOCADO		CICLO ACADÉMICO OCTUBRE 2024 - MARZO 2025		STAR ROSES Manteniendo el estándar		
FACULTAD: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas		CARRERA DE: Ingeniería Industrial				
PROYECTO: "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA ESTAROSSES"						
EMPRESA, INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN: STAROSSES						
NOMBRE DEL ESTUDIANTE/GRUPO: CRISTALEMA JONATHAN JAVIER						
DOCENTE TUTOR UTC : Dr. Jonathan Ruiz						
TUTOR EXTERNO: Ing. Carlos						
		FECHA DE INICIO: 29/10/2024		Mes: Octubre		
DIA (dd/mm/aaaa)	ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN	ENTRADA	SALIDA	TOTAL DE HORAS	OBSERVACIONES
29/10/2024	Recolección de información	Hoja de asistencia.	07:30:00 a. m.	12:01:50 p. m.	10	SN
30/10/2024					10	
		FECHA DE INICIO: 05/11/2024		Mes: Noviembre		
DIA (dd/mm/aaaa)	ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN	ENTRADA	SALIDA	TOTAL DE HORAS	OBSERVACIONES
05/11/2024	Recolección de información y entrevistas con el personal de mantenimiento	Hoja de asistencia.	07:30:00 a. m.	12:01:50 p. m.	10	SN
06/11/2024					10	
12/11/2024					10	
13/11/2024					10	
19/11/2024					10	
20/11/2024					10	
26/11/2024	10					
27/11/2024	10					
		FECHA DE INICIO: 05/12/2024		Mes: Diciembre		
DIA (dd/mm/aaaa)	ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN	ENTRADA	SALIDA	TOTAL DE HORAS	OBSERVACIONES
03/12/2024	Recolección de información y entrevistas con el personal de mantenimiento	Hoja de asistencia.	07:30:00 a. m.	12:01:50 p. m.	10	SN
04/12/2024					10	
10/12/2024					10	
11/12/2024					10	
17/12/2024					10	
18/12/2024					10	
		FECHA DE INICIO: 07/01/2025		Mes: Enero		
DIA (dd/mm/aaaa)	ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN	ENTRADA	SALIDA	TOTAL DE HORAS	OBSERVACIONES
07/01/2025	Recolección de información y entrevistas con el personal de mantenimiento	Hoja de asistencia.	07:30:00 a. m.	12:01:50 p. m.	10	SN
08/01/2025					10	
14/01/2025					10	
15/01/2025					10	
21/01/2025					10	
22/01/2025					10	
28/01/2025					10	
29/01/2025					10	
					120	
Ing. Carlos Jefe del área de mantenimiento				Jonathan Quiñica Estudiante		

Figura B. 1 Hoja de asistencia

ANEXO C

Actividad 1.2: Visualización de los procedimientos en acción de los equipos.

Medio de verificación: 1.2.1 Matriz de tiempos de ejecución para reparar una falla.

Tabla C. 1 Parte A Matriz de tiempos de reparación bomba de fumigación

EMPRESA STAROSES					
MATRIZ DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN PARA REPARAR FALLAS DE LA BOMBA DE FUMIGACIÓN AR50					
# SEMANA	EQUIPO	FALLA	FECHA	HORAS DE PARO	AFECCIÓN MONETARIA
1	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	05/11/2024	30 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	06/11/2024	50 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	07/11/2024	35 minutos	
2	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	11/11/2024	40 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	12/11/2024	15 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	15/11/2024	30 minutos	

Tabla C. 2 Parte B Matriz de tiempos de reparación bomba de fumigación

Bombas de fumigación		Cambio de resortes en la válvula de succión.	19/11/2024	20 minutos	
3	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	20/11/2024	30 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	22/11/2024	15 minutos	
4	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	26/11/2024	30 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	27/11/2024	45 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	29/11/2024	25 minutos	
5	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	03/12/2024	20 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	04/12/2024	25 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	06/12/2024	15 minutos	

Tabla C. 3 Parte C Matriz de tiempos de reparación bomba de fumigación

6	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	10/12/2024	30 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	11/12/2024	40 minutos	
	Bombas de fumigación	Daño dentro del cabezote de la cámara de aire.	12/12/2024	48 horas	
7	Bombas de fumigación	Reajuste y cambio de abrazaderas.	17/12/2024	40 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	18/12/2024	30 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	19/12/2024	15 minutos	
8	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	07/01/2025	35 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes	08/01/2025	20 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes	09/01/2025	25 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes en la válvula de succión.	14/01/2024	45 minutos	

Tabla C. 4 Parte D Matriz de tiempos de reparación bomba de fumigación

9	Bombas de fumigación	Cambio de resortes	15/01/2024	30 minutos	
	Bombas de fumigación	Cambio de resortes	16/01/2024	20 minutos	
En un periodo de 9 semanas se obtuvo 27 fallas con un total de 60.58 horas de paro por fallas y un total de 627.20\$ de perdida.				60 horas 35 minutos. Es igual a 60.58 horas	627.20 \$

ANEXO D

Tabla D. 1 Matriz de tiempos de reparación Flejadora

EMPRESA STAROSES					
MATRIZ DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN PARA REPARAR FALLAS DE LA FLEJADORA TP-202					
# SEMANA	EQUIPO	FALLA	FECHA	HORAS DE PARO	AFECTACIÓN MONETARIA
1	Flejadora TP-202	Remordimiento en la lengüeta de calor.	11/11/2024	30 minutos	
	Flejadora TP-202	Falta de ajuste en el fleje.	14/11/2024	40 minutos	
2	Flejadora TP-202	Cambio de switch y fusible de encendido.	09/12/2024	25 minutos	
	Flejadora TP-202	Falla critica para rebobinar el motor.	17/12/2024	2horas y 50 minutos	
	Flejadora TP-202	Mantenimiento total por falta de fuerza de ajuste en el fleje y falta de un motor.	18/12/2024	70 horas	
En un periodo de 9 semanas se obtuvo 5 fallas con un total de 14.88 HORAS de paro por fallas y un total de 823.18\$ de perdida.				74 horas y 25 minutos Es igual a 74.41 horas	823.18\$

ANEXO E

Tabla E. 1 Matriz de tiempos de reparación Motocultor

EMPRESA STAROSES					
MATRIZ DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN PARA REPARAR FALLAS DE LOS MOTOCULTORES					
# MES	EQUIPO	FALLA	FECHA	HORAS DE PARO	AFECCIÓN MONETARIA
1	Motocultor	Cambio de cuchillas.	20/12/2024	1 hora y 23 minutos	
2	Motocultor	Cambio de polea y revisión de engranajes internos.	09/12/2024	39 horas y 10 minutos	
En un periodo de 9 semanas se obtuvo 2 fallas con un total de 40.55 horas de paro por fallas y un total de 425.88\$ de pérdida.				40 horas y 33 minutos Esto es igual a 40.55 horas	

ANEXO F

Tabla F. 1 Matriz de tiempos de reparación Sierra Eléctrica

EMPRESA STAROSES					
MATRIZ DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN PARA REPARAR FALLAS DE SIERRA ELÉCTRICAS					
# MES	EQUIPO	FALLA	FECHA	HORAS DE PARO	AFECCIÓN MONETARIA
1	Sierra eléctrica	Cambio de switch de encendido.	13/11/2024	35 horas	
En un periodo de 9 semanas se obtuvo 1 fallas con un total de 35 horas de paro por fallas y un total de 367.5\$				35 horas	

ANEXO G

Tabla G. 1 Número de operadores de la bomba de fumigación

Número de operadores de las bombas de fumigación.		
Número de bombas.	Operador	Fumigadores
8	1 por bomba	4 por bomba
TOTAL	8 operadores	32 fumigadores
Un total de 40 personas son afectadas directamente por la falla de una de las bombas de fumigación.		

ANEXO H

Tabla H. 1 Número de operadores de las flejadoras

Número de operadores de las flejadoras.		
Número de flejadoras	Operador	Acomodadores de la flor
2	1 por flejadora	3 por flejadora
TOTAL	2 operadores	6 acomodadores
Un total de 8 personas son afectadas directamente por la falla de una de las flejadoras.		

ANEXO I

Tabla I. 1 Número de operadores de los motocultores

Número de operadores de los motocultores.		
Número de motocultores	Operador	
3	1 por motocultor	
TOTAL	3 operadores	
Un total de 3 personas son afectadas directamente por la falla de un de los motocultores.		

ANEXO J

Tabla J. 1 Número de operadores de las sierras eléctricas

Número de operadores de las sierras eléctricas.		
Número de sierras eléctricas	Operador	
3	1 por sierra	
TOTAL	3 operadores	

Un total de 3 personas son afectadas directamente por la falla de una de las bombas de las sierras.

ANEXO K

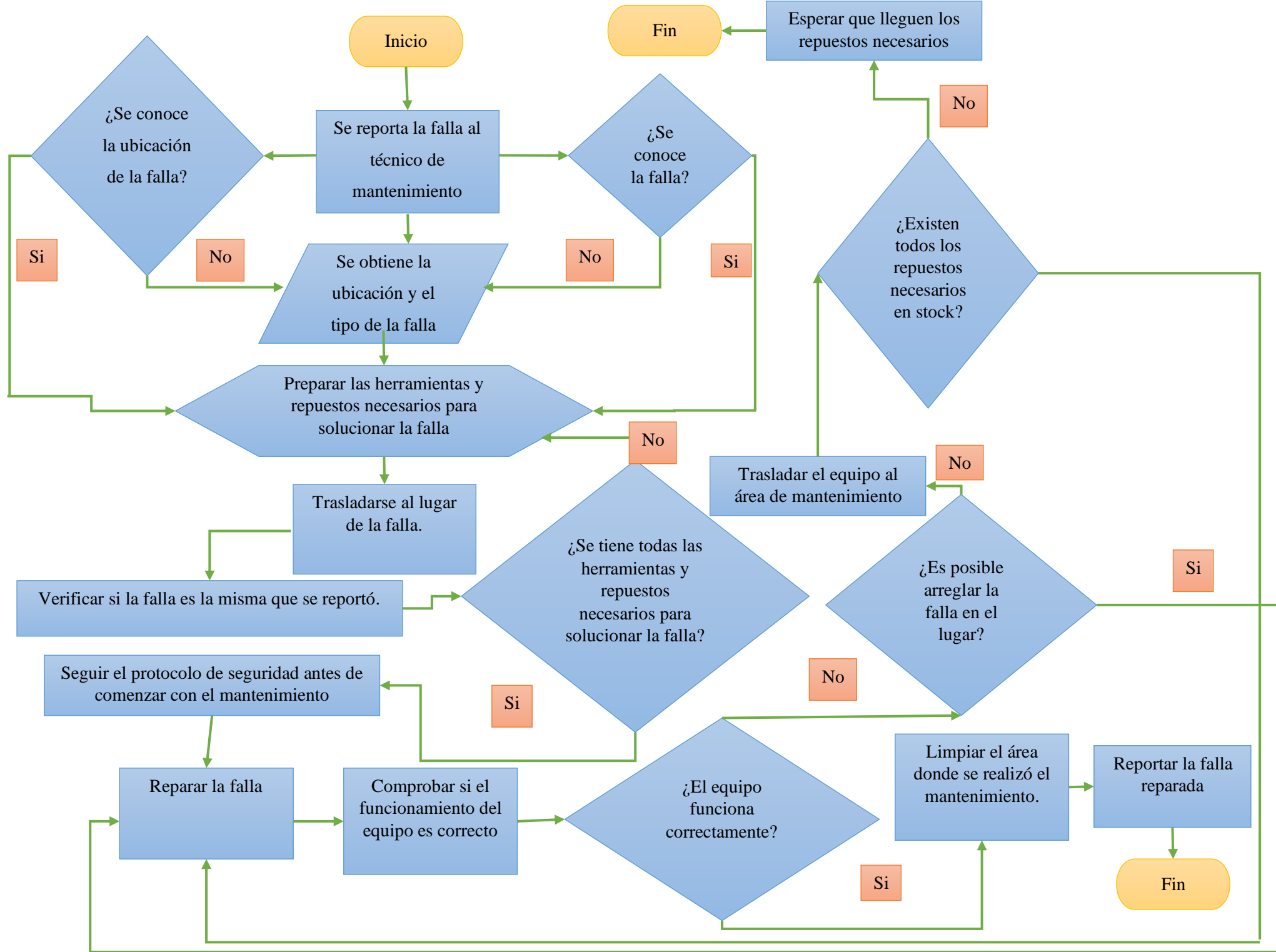
Tabla K. 1 Ficha resumen de horas de trabajo cesante de los equipos críticos

FICHA RESUMEN					
	Número de Equipos	Número de fallos	Número de afectados directos	Horas de lucro cesante	Gastos extra
Bomba de fumigación	8	27	40	60.58 HORAS	627.20 \$
Flejadora TP-202	2	5	8	74.41 HORAS	823.18\$
Motocultor	3	2	3	40.55 HORAS	425.88\$
Sierra eléctrica	3	1	3	35 HORAS	367.5\$

ANEXO L

1.3 Análisis de la documentación existente relacionada a los procedimientos de mantenimiento.

1.3.1 Registro del proceso pre-mantenimiento (flujograma)



Objetivo 2: Diseñar un manual para el mantenimiento específico de los equipos más utilizados, que ayude como una guía práctica y detallada para el personal operativo.

2.1 Determinación de los equipos más utilizados.

2.1.1 Horas de uso de los equipos críticos en la empresa.

ANEXO M

Tabla M. 1 Ficha resumen horas de usos de los equipos críticos

FICHA RESUMEN				
	Número de Equipos	Número de Horas usadas a las 9 semanas	Horas de lucro cesante	Horas de uso totales
Bomba de fumigación	8	360 HORAS	60.58 HORAS	299.42 HORAS
Flejadora TP-202	2	360 HORAS	74.41 HORAS	285.59 HORAS
Motocultor	3	360 HORAS	40.55 HORAS	319.45 HORAS
Sierra eléctrica	3	360 HORAS	35 HORAS	325 HORAS

ANEXO N

2.2 Análisis de las mejores prácticas de mantenimiento

2.2.1 Resultados de las entrevistas realizadas a los técnicos del área de mantenimiento.

Tabla N. 1 Parte A Resultados de la entrevista a los técnicos del área de mantenimiento

Pregunta	Opciones	Respuestas	Porcentaje
1. Frecuencia de mantenimiento preventivo	a) Diariamente	2	33.3%
	b) Semanalmente	2	33.3%
	c) Mensualmente	2	33.3%
	d) Ocasionalmente	0	0 %

Tabla N. 2 Parte B Resultados de la entrevista a los técnicos del área de mantenimiento

2. Herramientas necesarias	a) Sí, siempre	3	50.0%
	b) A veces	3	50.0%
	c) No, nunca		
3. Capacitación periódica	a) Sí, regularmente		
	b) Solo ocasionalmente	5	83.3%
	c) No, nunca	1	16.7%
4. Tiempo suficiente para tareas	a) Sí	4	66.7%
	b) No	2	33.3%
5. Procedimientos claros y documentados	a) Sí	5	83.3%
	b) No		
	c) No, estoy seguro	1	16.7%
6. Frecuencia de fallos tras mantenimiento	a) Nunca	1	16.7%
	b) Rara vez	2	33.3%
	c) Frecuentemente	2	33.3%
	d) Muy frecuentemente	1	16.7%
7. Comunicación efectiva	a) Sí, siempre	3	50.0%
	b) A veces	3	50.0%
	c) No, nunca		
8. Seguimiento adecuado después del mantenimiento	a) Sí	4	66.6%
	b) No	2	33.3%
9. Tipo de mantenimiento más frecuente	a) Preventivo	1	16.7%
	b) Correctivo	5	83.3%
	c) Predictivo		
10. Aspectos importantes para mejorar la eficiencia del mantenimiento	(Respuestas abiertas)	<ul style="list-style-type: none"> • Más herramientas y capacitación. • Mejor comunicación con operativos. • Documentación clara de procesos. 	

ANEXO Ñ

2.3 Redacción de manuales

2.3.1 Manuales de mantenimientos

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA BOMBA DE FUMIGACIÓN AR50



Leer todas las instrucciones para una mejor operación de la maquinaria.

Especificaciones técnicas.

Indicaciones Generales.

1.- Protocolo de seguridad para realizar cualquier tipo de mantenimiento.

2.- Mantenimiento preventivo diario.

3.- Mantenimiento preventivo Semanal.

4.Herramientas Utilizadas para el mantenimiento.

5.- Recomendaciones Generales

Índice de imágenes.

Figura Ñ. 1 Nivel máximo y mínimo de aceite	99
Figura Ñ. 2 Acumulador de presión y entrada de aire.....	99
Figura Ñ. 3 Tornillos de sujeción parte superior.....	99
Figura Ñ. 4 Resorte de la válvula de succión: MALO, BUENO, UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS	100
Figura Ñ. 5 Encajes en buen estado de las válvulas de succión.....	100
Figura Ñ. 6 Cubierta de los resortes.	100
Figura Ñ. 7 Desfogue y guía para retirar el aceite usado.....	101
Figura Ñ. 8 Recipiente de aceite usado y encaje del tornillo de desfogue.	101
Figura Ñ. 9 Aceite 20W-50.....	102
Figura Ñ. 10 Entrada de aceite de la bomba	102
Figura Ñ. 11 Desfogue y medidor de aceite.....	103
Figura Ñ. 12 Recipiente aceite	103
Figura Ñ. 13 Probeta plástica a nivel de 1000ml	104
Figura Ñ. 14 Salida y entrada de aceite.....	104
Figura Ñ. 15 Embudo metálico flexible.	104
Figura Ñ. 16 Pernos de sujeción, guía para la membrana y membrana de la cámara de aire.....	105
Figura Ñ. 17 Lavado de residuos de aceite	106

Índice de tablas.

Tabla Ñ. 1 Parte A Herramientas Utilizadas	106
Tabla Ñ. 2 Parte B Herramientas Utilizadas.....	107

Especificaciones técnicas.

- Modelo = Bomba de fumigación AR50
- Caudal máximo = 65,8 l/min
- Presión máxima = 40 bar (580psi)
- Temperatura máxima = 60 °C
- Peso 39,3 Kg
- Revoluciones por minuto = 550 rpm
- Grado máximo de inclinación de su base = 5°

Indicaciones Generales.

Este manual será su recurso más esencial para el correcto funcionamiento y sostenibilidad de la *bomba de fumigación*. Esta guía proporcionará detallada información sobre procedimientos de mantenimiento. Antes de proceder a manipular la máquina es muy importante que se revise el contenido completo del manual.

1.- Protocolo de seguridad para realizar cualquier tipo de mantenimiento.

- 1.1 Apague la bomba.
- 1.2 Visualice el daño presente a reparar.
- 1.3 Asegúrese de que la bomba ya no este generando presión.
- 1.4 Use guantes con cubierta de nitrilo.
- 1.5 No opera la bomba con algún seguro o tapa sin colocar.
- 1.6 Nunca ponga ninguna parte de su cuerpo cerca, debajo o dentro de la bomba en funcionamiento.
- 1.7 No altere el equipo a menos que este autorizado.
- 1.8 Asegúrese de tener a la mano las herramientas necesarias para intervenir con el mantenimiento.

2.- Mantenimiento preventivo diario.

NOTA: Si se visualiza algún tornillo flojo, ajústelo usando la herramienta que corresponda.

2.1 visualice que el nivel del aceite este entre el valor mínimo y máximo, requerido por la bomba como se muestra en Figura Ñ 1.

2.2 Si hace falta complételo hasta el nivel máximo. No sobrepasar el nivel máximo de aceite, si lo sobrepaso retire el exceso.

2.3 Visualizar que no exista fugas de aceite.

2.4 Visualizar que no exista fugas de agua.

2.5 Visualizar que no exista tornillos flojos.

2.6 Completar el aire dentro del acumulador de presión durante un tiempo aproximado de 5 segundos. Mostrado en la Figura Ñ 2.



Figura Ñ. 1 Nivel máximo y mínimo de aceite

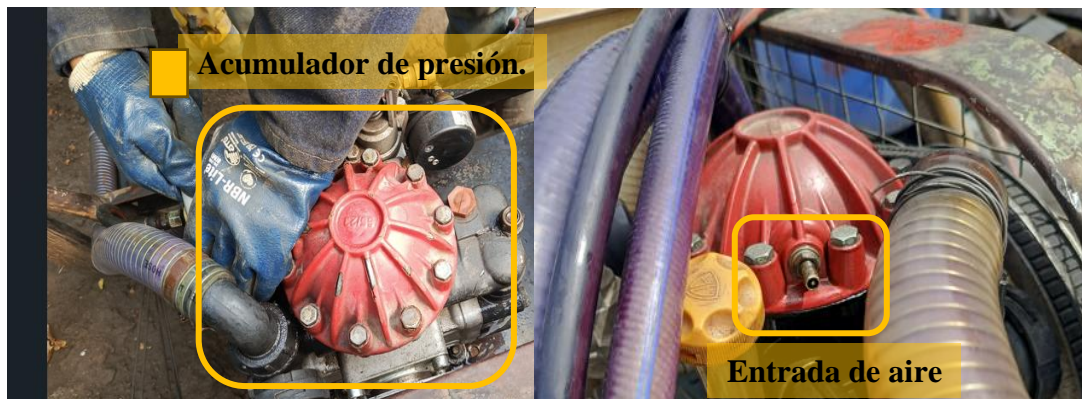


Figura Ñ. 2 Acumulador de presión y entrada de aire.

3.- Mantenimiento preventivo Semanal.

3.1.1 Con ayuda de una llave mixta 19mm, desatornille los pernos de fijación de la bomba, y desmonte la cubierta superior mostrado en la Figura Ñ 3.



Figura Ñ. 3 Tornillos de sujeción parte superior.

3.1.2 Retire y coloque a un costado la parte superior y revise la integridad física de los resortes dentro de las válvulas de succión mostradas en la Figura Ñ 4.



Figura Ñ. 4 Resorte de la válvula de succión: MALO, BUENO, UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS

3.1.3 Si algún resorte se encuentra en mal estado reemplácelo.

3.1.4 Visualizar que los encajes de las válvulas estén en buen estado. Como se muestra en la Figura Ñ 5

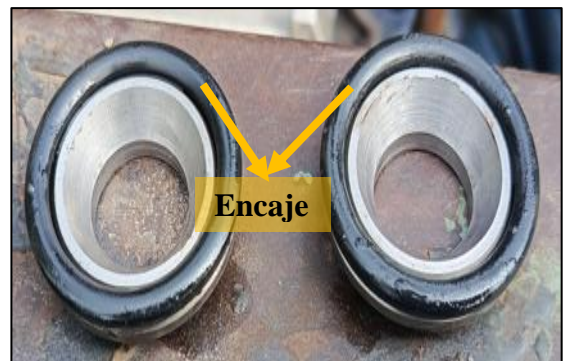


Figura Ñ. 5 Encajes en buen estado de las válvulas de succión.

3.1.5 Visualizar si la cubierta de los resortes de las válvulas de succión está en buen estado como se muestra en la Figura Ñ 6.

3.1.6 Si alguno de estos elementos presenta fisuras, reemplácelos.

3.2 Cambie el aceite de la bomba.

3.2.1 Con ayuda de una llave mixta 19mm, desatornille el desfogue de la bomba. Mostrado en la Figura Ñ 7.

3.2.2 Coloque una guía de PVC que ayude a controlar la dirección del aceite que saldrá por el desfogue, hacia un recipiente. Mostrado en la Figura Ñ 7.



Figura Ñ. 6 Cubierta de los resortes.

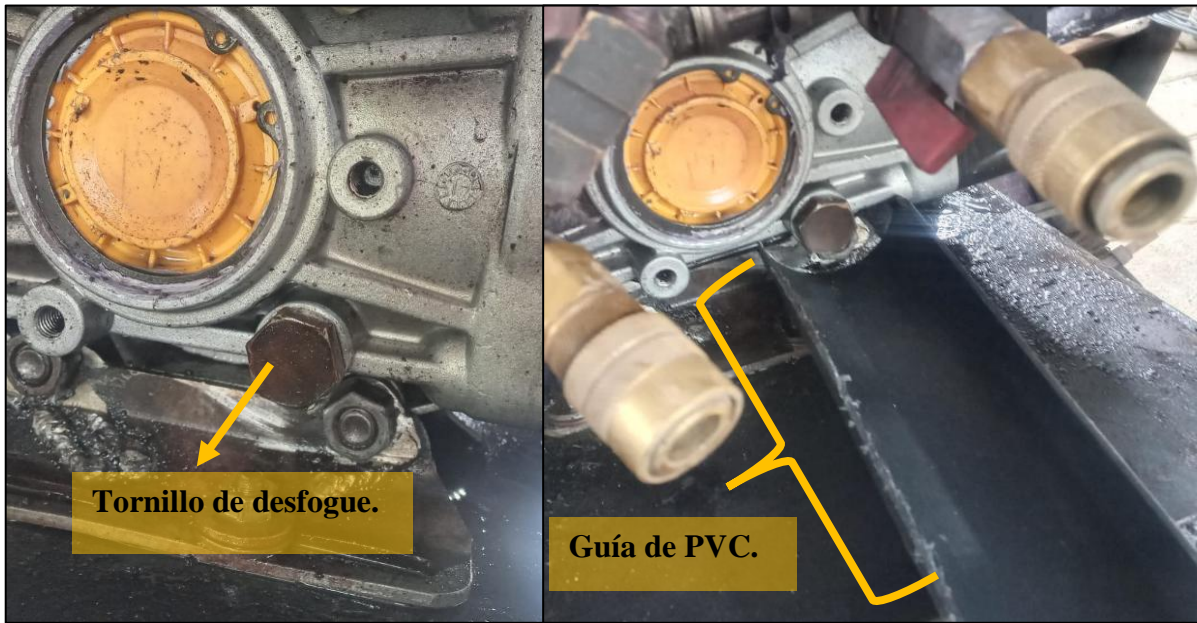


Figura Ñ. 7 Desfogue y guía para retirar el aceite usado.

3.2.3 Retire el tornillo de desfogue y coloque un recipiente debajo de la guía. Mostrado en la Figura Ñ 8.

3.2.4 Asegúrese que el encaje del tornillo de desfogue este en perfectas condiciones. Mostrado en la Figura Ñ 8.

3.2.5 Asegúrese que el aceite desfogado no presente limalla.

3.2.6 Espere hasta que se desfogue todo el aceite usado dentro de la bomba.

3.2.7 Coloque el tornillo del desfogue y ajústelo con una fuerza moderada.

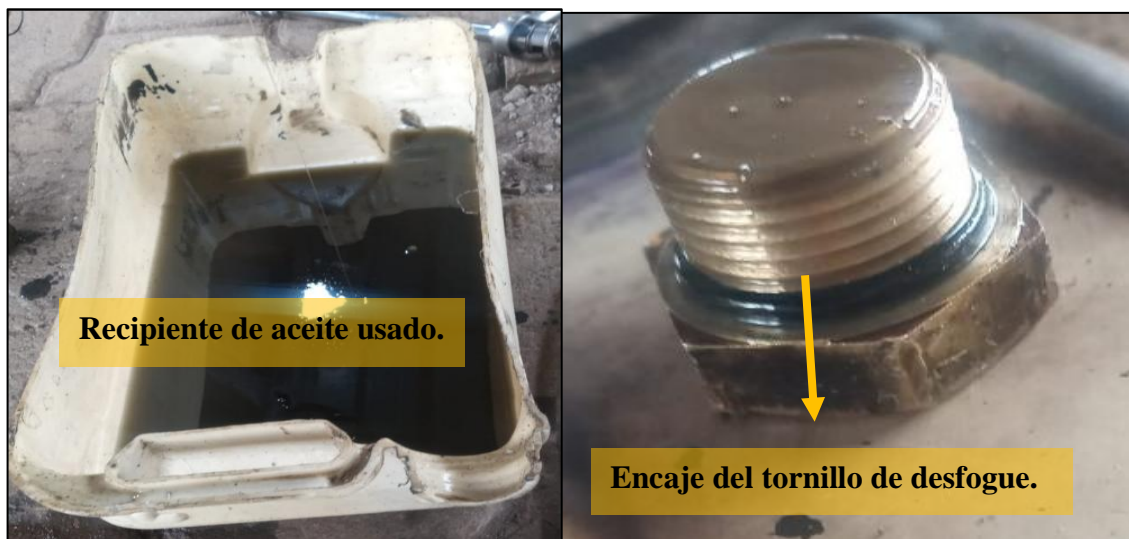


Figura Ñ. 8 Recipiente de aceite usado y encaje del tornillo de desfogue.

3.3 Con ayuda de una probeta plástica mida el aceite 20W-50 a un nivel de 850ml. Mostrado en la Figura Ñ 9.



Figura Ñ. 9 Aceite 20W-50.

3.3.2 Asegúrese de que el nivel de aceite no sobrepase el nivel máximo marcado. Mostrada en la Figura Ñ 1.

3.3.3 Asegúrese de colocar de manera correcta la tapa de la entrada de aceite.

3.3.1 Coloque con cuidado los 850ml de aceite 20W-50 en la bomba, a través de la entrada de aceite. Mostrada en la Figura Ñ 10.

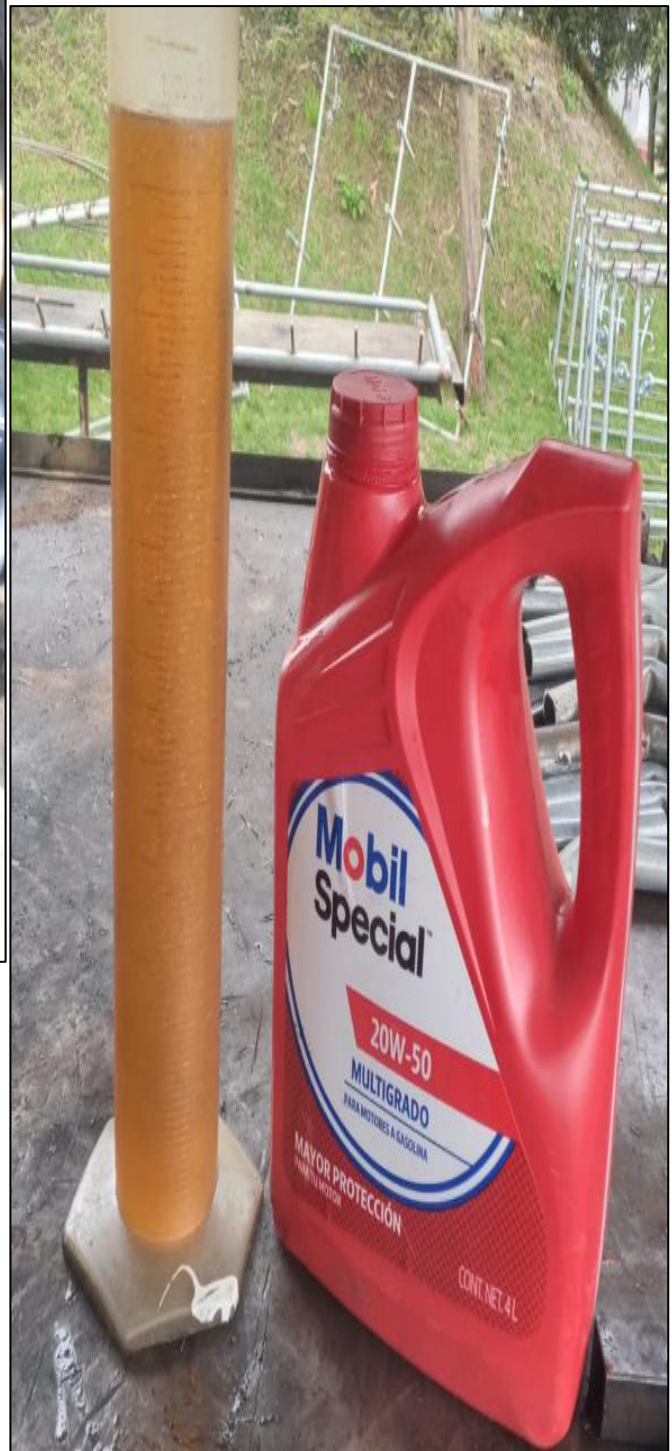


Figura Ñ. 10 Entrada de aceite de la bomba

3.4 Cambie el aceite del motor de la bomba.

3.4.1 Con ayuda de sus manos desmonte el medidor de aceite del motor de la bomba. Mostrado en la Figura Ñ 11

3.4.2 Asegúrese que el encaje del medidor de aceite este en perfectas condiciones. Mostrado en la Figura Ñ 11.

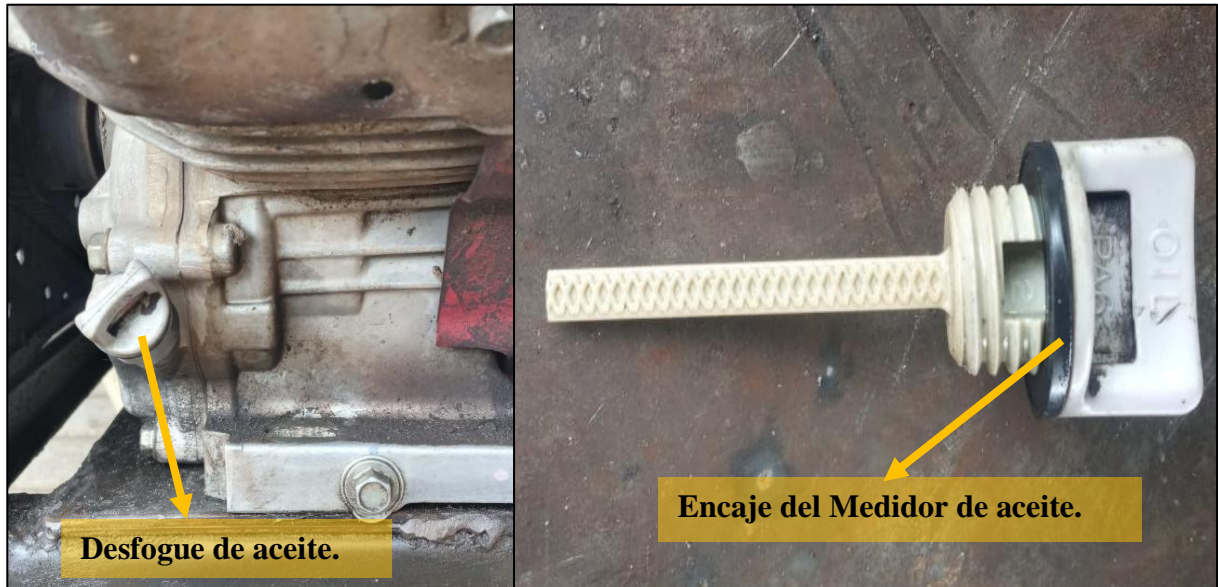


Figura Ñ. 11 Desfogue y medidor de aceite.

3.4.3 Coloque un recipiente debajo del desfogue de aceite y levante levemente toda la estructura que conforma la bomba, de tal manera que salga todo el aceite usado por el motor. Mostrado en la Figura Ñ 12.

3.4.4 Asegúrese que el aceite desfogado no presente limalla.



Figura Ñ. 12 Recipiente aceite

3.4.5 Espere hasta que se desfogue todo el aceite usado dentro del motor de la bomba.

3.5 Con ayuda de una probeta plástica mida el aceite 20W-50 a un nivel de 1000ml. Mostrado en la Figura Ñ 13.



Figura Ñ. 14 Salida y entrada de aceite.



Figura Ñ. 13 Probeta plástica a nivel de 1000ml

3.5.1 Levante la estructura de la bomba y pósela en el suelo de tal forma que la salida del desfogue quede apuntando al cielo. Como se muestra en la Figura Ñ 14.

3.5.1 Con ayuda de un embudo metálico flexible coloque con cuidado el aceite previamente medido en su totalidad. Como se muestra en la Figura Ñ 15.



Figura Ñ. 15 Embudo metálico flexible.

3.5.2 Coloque el medidor de aceite y ajústelo con una fuerza moderada.

3.6 Con ayuda de una llave mixta 19mm, afloje y desmonte los 4 tornillos que sujetan la cubierta de la cámara de aire de la bomba. Como se muestra en la Figura Ñ 16.

3.6.1 Asegúrese que la parte interior de la cubierta este en perfectas condiciones y sin fisuras en su guía para la membrana de la cámara de aire. Mostrada en la Figura Ñ 16.

3.6.2 Asegúrese que la rosca donde van los tornillos previamente desmontados esté en perfectas condiciones y no presente limallas. Como se muestra en la Figura Ñ 16.

3.6.3 Asegúrese que la membrana de la cámara de aire y el tornillo de sujeción de la

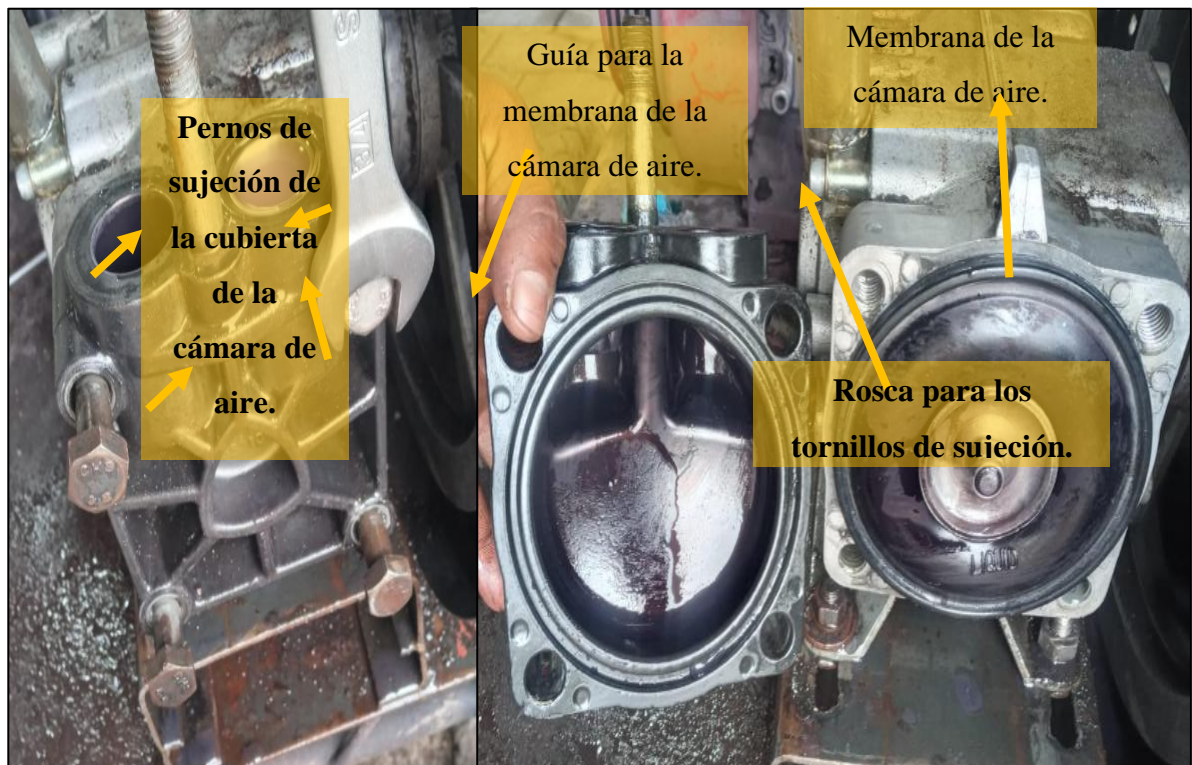


Figura Ñ. 16 Pernos de sujeción, guía para la membrana y membrana de la cámara de aire.

misma, se encuentren en perfecto estado sin ningún tipo de desgaste o fisura.

3.7 Ensamble la cubierta de la cámara de aire.

3.7.1 Coloque la membrana en la guía de manera correcta.

3.7.1 Asegure de atornillar con bastante fuerza los 4 tornillos que sujetan la cubierta.

3.7.2 Ensamble la cubierta superior.

3.7.3 Asegúrese que las tuercas estén bien ajustadas.

3.7.4 Asegúrese que no exista fugas de agua.

3.8 Con ayuda de la pistola de lavado a presión, lave muy bien los residuos de aceite presentes en toda la estructura de la bomba. Como se muestra en la Figura Ñ 17.

3.8.1 Utilice gasolina para el lavado de la estructura.

3.8.2 Asegúrese de que no exista presencia de residuos de aceite después del lavado



Figura Ñ. 17 Lavado de residuos de aceite

4.Herramientas Utilizadas para el mantenimiento.

Tabla Ñ. 1 Parte A Herramientas Utilizadas

Herramientas para mantenimiento preventivo.	
Herramienta	Representación gráfica.
Desatornillador de plano.	
Llave mixta 19mm	
Pistola para completar aire.	
Guantes	

Tabla N. 2 Parte B Herramientas Utilizadas

<p>Embudo metálico flexible.</p>	 A flexible metal funnel with a long, curved, braided hose attached to its narrow end.
<p>Pistola para limpieza a presión de aire.</p>	 A high-pressure air cleaning gun with a black handle and trigger, a white nozzle, and an orange cylindrical tank.
<p>Gasolina.</p>	 A clear glass jar containing a yellowish liquid, representing gasoline.
<p>Probeta plástica de 1010 ml</p>	 A white plastic graduated cylinder with a scale on its side.

5.- Recomendaciones Generales

- 5.1 Asegurarse que tener a la mano todas las herramientas necesarias para el mantenimiento.
- 5.2 Asegurarse que los guantes sean de la medida correcta para el tamaño de su mano.
- 5.3 Limpiar toda la estructura de la bomba al finalizar el mantenimiento semanal.
- 5.4 Limpiar la zona donde se realizó el mantenimiento, visualice y asegúrese que todas las conexiones de producto, sean de salida o de entrada estén correctamente colocadas y sin fugas.

ANEXO O

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA MÁQUINA DE FLEJADO SEMI-AUTOMÁTICA

TP-202



Leer todas las instrucciones para una mejor operación de la maquinaria

Índice de Contenido

Especificaciones técnicas.....	¡Error! Marcador no definido.
Indicaciones Generales.....	110
1.-Protocolo de seguridad para realizar cualquier tipo de mantenimiento.....	110
2.-Mantenimiento preventivo diario.	111
3.-Mantenimiento preventivo mensual.	112
4.- Mantenimiento preventivo semestral.	113
5.- Observaciones generales para todos los periodos de mantenimiento.....	114
6.- Herramientas Utilizadas para el mantenimiento.	114
7.-Recomendaciones Generales	115

Índice de Imágenes.

Figura O. 1 ZONA A y ZONA B.....	111
Figura O. 2 PIÑONES Y CADENAS.....	111
Figura O. 3 Cabezal de flejado.....	112
Figura O. 4 Base del cabezal de flejado.....	112
Figura O. 5 Cabezal.....	112
Figura O. 6 Residuos de plástico.	112
Figura O. 7 Tornillos de la Guía de fleje	113
Figura O. 8 Guía de fleje limpia	113
Figura O. 9 Sujetadores de los piñones.....	113
Figura O. 10 Cubierta de seguridad	114

Índice de tablas

Tabla O. 1 Parte A Herramientas para el mantenimiento preventivo.	114
Tabla O. 2 Parte B Herramientas para el mantenimiento preventivo.	115

Especificaciones técnicas.

- Voltaje de suministro: De 0.9 a 1.1 del voltaje nominal.
- Frecuencia de la fuente: De 0.99 a 1.01 de la frecuencia nominal.
- Temperatura ambiente: De 5°C a 40°C (41°F a 104°F).
- Humedad relativa: No debe exceder el 50% a 40°C.
- Iluminación: Asegúrese de proporcionar una iluminación adecuada alrededor de la máquina para garantizar una operación segura.
- Método de sellado: Calor o Peso neto: 85 kg (187 lbs)
- Ancho del fleje: 6 mm a 15.5 mm (1/4" a 5/8")
- Máxima tensión: No especificado
- Emisión de ruido: 78 dB (A)
- Temperatura ambiente: 5°C - 40°C (41°F - 104°F)
- Conectar la máquina a una fuente de corriente de 110V o 220V/230V/240V, según el modelo.

Indicaciones Generales.

Este manual será su recurso más esencial para el correcto funcionamiento y sostenibilidad de la máquina de flejado.

Esta guía proporcionará detallada información sobre procedimientos de mantenimiento. Antes de proceder a manipular la máquina es muy importante que se revise el contenido completo del manual.

1.-Protocolo de seguridad para realizar cualquier tipo de mantenimiento.

1.1 Apague la máquina.

1.2 Desconecte la máquina de su fuente de poder.

1.3 Espere unos segundos hasta que el ventilador se detenga en su totalidad.

1.4 Esperé 5 minutos para permitir que el calentador se enfrié.

1.5 Use guantes con cubierta de nitrilo.

1.6 No altere los interruptores de seguridad.

1.7 No altere el equipo ni el circuito a menos que este autorizado.

1.8 No opere la maquina con las cubiertas y mesas retiradas.

1.9 Nunca ponga ninguna parte de su cuerpo cerca, debajo o dentro de la maquina en movimiento.

2.-Mantenimiento preventivo diario.

Recomendaciones: Asegúrese de tener todas las herramientas a su disponibilidad inmediata antes de iniciar con el proceso de mantenimiento.

2.1 Abra la cubierta superior y asegúrela correctamente.

2.2 Observe y asegúrese que todos los tornillos y piezas estén correctamente ajustados.

2.3 Use una pistola de aire para limpiar las piezas como: la guía para la correa, ventilador, piñones, etc. (ZONA B) visible en la Figura O 1.

2.4 Elimine los residuos de plástico presentes en la máquina.

2.5 Con el aceitero, lubrique los piñones y cadenas visibles en la Figura O 2.



Figura O. 1 ZONA A y ZONA B



Figura O. 2 PIÑONES Y CADENAS

3.-Mantenimiento preventivo mensual.

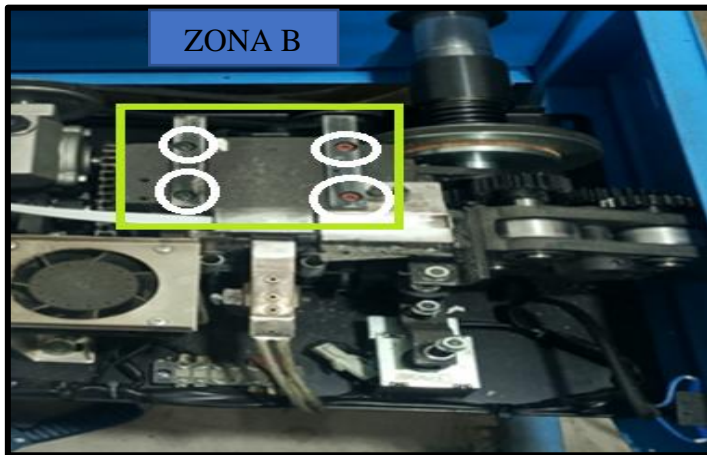


Figura O. 3 Cabezal de flejado.

3.1 Abra la cubierta superior y asegúrela correctamente.

3.2 Desatornille los sujetadores del cabezal de flejado ayúdese con un hexagonal CR-V5 y CR-V5/32. Mostrado en la Figura O 3 y 4.

3.3 Desprenda la pieza y colóquela en un lugar seguro.

3.4 Tirar el cabezal hacia atrás y desengancharlo de su base. Como se muestra en la Figura O 5.



Figura O. 4 Cabezal

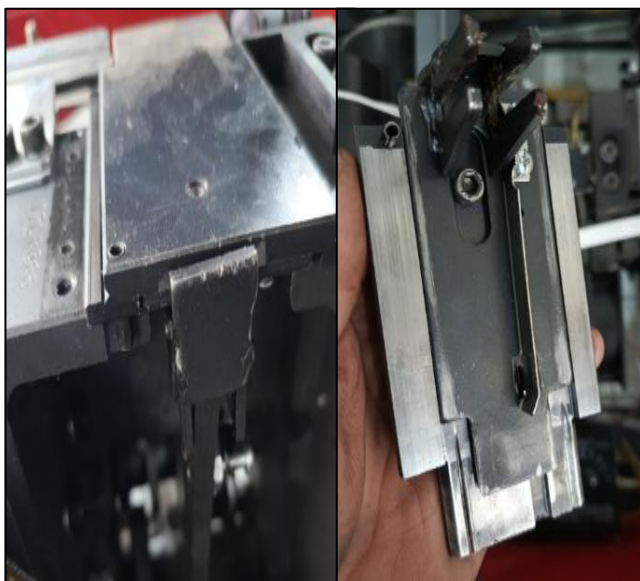


Figura O. 5 Base del cabezal de flejado.

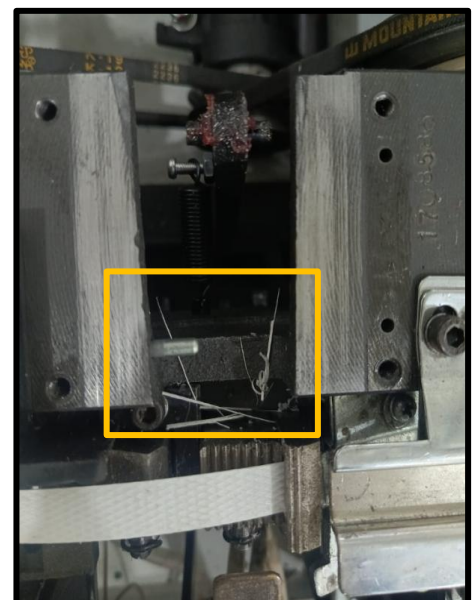


Figura O. 6 Residuos de plástico.

3.5 Limpiar los residuos de plástico presente en la base del cabezal de flejado. Mostrados en la Figura O 6.

3.6 Desatornillar los pernos que sujetan a la guía de fleje. Mostrados en la Figura O 7.

3.7 Desprender la guía de fleje.

3.8 Limpiar y retirar los residuos de plástico presentes.

3.9 Eliminar marcas de quemadura. Como e muestra en la Figura O 8

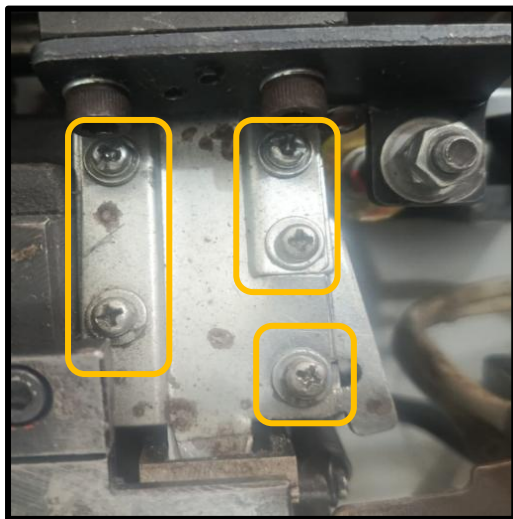


Figura O. 7 Tornillos de la Guía de fleje



Figura O. 8 Guía de fleje limpia

4.- Mantenimiento preventivo semestral.

4.1 Desatornillar los sujetadores de los piñones.

4.2 Retirar los piñones y colocarlos en un lugar seguro.

4.3 Visualizar si los piñones están en buen estado sin ninguna fisura. Como se muestra en la Figura O 9

4.4 Limpiar la zona de los piñones.

4.5 Limpiar los piñones con aire comprimido y retirar cualquier tipo de residuo de plástico presente.

4.6 Revise la placa de calentamiento, reemplácela y ajústela si es necesario.



Figura O. 9 Sujetadores de los piñones

4.7 Revise el cortador de la correa en la cabeza de sellado, reemplácelo si es necesario.

4.8 Si escucha ruido fuerte de parte de los piñones reemplácelos si es necesario.

5.- Observaciones generales para todos los periodos de mantenimiento.

5.1 Visualizar si todos los cables de electricidad están perfectamente conectados y en buen estado.

5.2 Visualizar que ningún cable tenga fisuras en su cubierta de aislante.

5.3 Retirar todos los residuos de plásticos presentes dentro de la flejadora.

5.4 Retirar todas las herramientas utilizadas.

5.5 Asegurarse que todos los tornillos y pernos estén correctamente ajustados.

5.6 Asegurarse de colocar todas las cubiertas de protección.

5.7 Visualizar que las cubiertas estén con su pegatina de seguridad. Como lo muestra la Figura O 10.

5.8 Encender la maquina y Probarla.





Figura O. 10 Cubierta de seguridad

6.- Herramientas Utilizadas para el mantenimiento.

Tabla O. 1 Parte A Herramientas para el mantenimiento preventivo.

Herramientas para mantenimiento preventivo.	
Herramienta	Representación gráfica.
Desatornillador de estrella y plano.	
Llave hexagonal CR-V5	

Tabla O. 2 Parte B Herramientas para el mantenimiento preventivo.

Llave hexagonal CR-V5/32.	
Llave mixta 10mm	
Llave mixta 12mm	
Guantes	
Playo	
Pistola de aire comprimido.	

7.-Recomendaciones Generales

- 7.1 Asegurarse que tener a la mano todas las herramientas necesarias para el mantenimiento.
- 7.2 Asegurarse que los guantes sean de la medida correcta para su mano.
- 7.3 Siempre retirar los objetos del interior de la flejadora, después de terminar el mantenimiento respectivo.
- 7.4 Limpiar la zona donde se realizó el mantenimiento.

ANEXO P

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UN REGULADOR DE AIRE.



Leer todas las instrucciones para una mejor operación de la maquinaria.

Índice

Indicaciones Generales.....	118
1.- Protocolo de seguridad para realizar cualquier tipo de mantenimiento.	118
2.- Mantenimiento preventivo trimestral.....	119
3.- Mantenimiento preventivo cada 9meses.....	120

4.- Observaciones generales para todos los mantenimientos a realizarse.	126
5.- Herramientas utilizadas para el mantenimiento.	126
6.- Recomendaciones Generales.....	127

Índice de tablas

Tabla P. 1 Parte A Herramientas utilizadas.	126
Tabla P. 2 Parte B Herramientas utilizadas.	127

Índice de imágenes.

Figura P. 1 Cubierta del filtro de aire	119
Figura P. 2 Empaque y tubo del filtro de aire.....	119
Figura P. 3 Sistema de Filtro de aire sin impurezas.	119
Figura P. 4 Filtro de aire y lubricador	120
Figura P. 5 Tubo y filtro del lubricador.....	120
Figura P. 6 Codos galvanizados.	120
Figura P. 7 Filtro de aceite.....	121
Figura P. 8 Limpieza de bases.	121
Figura P. 9 Desmontaje del filtro de aire	122
Figura P. 10 Corona dentada.	122
Figura P. 11 Soporte del filtro de aire y encaje del soporte de aire.....	122
Figura P. 12 Base del lubricador.	123
Figura P. 13 Sistema de regulador de presión.	124
Figura P. 14 Resorte del sistema de regulación de aire.	124
Figura P. 15 Purgador automático, válvula de alivio e indicador visual.	125
Figura P. 16 Válvula de alivio y empaque.....	125

Especificaciones técnicas.

- **Presión Máxima de Trabajo:**

1.0 MPa (\approx 10 bar, 145 PSI).

- **Rango de Ajuste de Presión:**

0.05 MPa a 0.85 MPa (0.5 a 8.5 bar).

- **Temperatura de Operación:**

5°C a 60°C.

- **Capacidad del Filtro:**

Retención de partículas hasta **5 micras**.

- **Capacidad del Lubricador:**

Suministra aceite controlado al flujo de aire comprimido.

- **Materiales de Construcción:**

Cuerpo principal: Aleación de aluminio.

Copa del filtro y lubricador: Policarbonato transparente con cubierta metálica opcional para protección.

- **Presión de Prueba:**

Hasta **1.5 MPa** (15 bar, \approx 217 PSI).

Indicaciones Generales.

Este manual será su recurso más esencial para el correcto funcionamiento y sostenibilidad DEL REGULADOR DE AIRE. Esta guía proporcionará detallada información sobre procedimientos de mantenimiento. Antes de proceder a manipular la pieza es muy importante que se revise el contenido completo del manual.

1.- Protocolo de seguridad para realizar cualquier tipo de mantenimiento.

1.1 Asegúrese que el compresor en el cual este instalado el regular de aire este totalmente apagado.

1.2 Desconecte el compresor de su fuente de poder.

1.3 Espere unos segundos, hasta que el compresor ya no este generando presión de aire.

1.4 Asegúrese de disponer de las herramientas necesarias para desmontar el regulador de aire.

1.5 Asegúrese de tener otro regulador de aire operativo.

1.6 Use guantes con cubierta de nitrilo.

1.7 No altere las conexiones al momento de montar el nuevo regulador de aire.

1.8 Nunca ponga ninguna parte de su cuerpo cerca, debajo o dentro de la maquina en movimiento.

2.- Mantenimiento preventivo trimestral.

2.1 Apague el compresor de aire donde este acoplado el regulador de aire.

2.2 Con el pulgar sujete firmemente y tire hacia abajo el seguro de la cubierta del filtro de aire.

Como se muestra en la Figura P 1.

2.2.1 Gire en el sentido contrario de las manecillas del reloj y tire hacia atrás.

2.2.2 Desmonte la cubierta del filtro de aire.

2.2.3 Coloque a un lado la cubierta.

2.3 Sujete firmemente el tubo que cubre al filtro de aire, gírelo en sentido contrario de las manecillas del reloj a la vez que tira hacia atrás y desmóntelo.

2.3.1 Asegúrese que el empaque del tubo este en perfectas condiciones como se muestra en la Figura

P 2.

2.4 Con ayuda de una pistola de lavado a presión, limpie en su totalidad tanto el tubo como la cubierta del filtro de aire.

2.4.1 Asegúrese que las piezas estén totalmente limpias y sin residuos o impurezas como se muestra en la Figura P 3.

2.5 Monte las piezas extraídas de regreso en su lugar sin excepciones.

2.5.1 Asegúrese que las piezas estén correctamente colocadas y ajustadas.



Figura P. 1 Cubierta del filtro de aire



Figura P. 2 Empaque y tubo del filtro de aire.



Figura P. 3 Sistema de Filtro de aire sin impurezas.

2.6 Repita el proceso de desmontaje de las cubiertas y tubos de protección del filtro de aire, pero esta vez para el lubricador mostrado en la Figura P 4.

2.7 Después del desmontaje del tubo además de la cubierta del lubricador, verifique que la manguera y filtro de lubricador estén correctamente sujeto a su base. Mostrado en la Figura P 5.

2.8 Monte las piezas del lubricador en su lugar correcto y asegúrese que estén bien ajustadas.



Figura P. 5 Tubo y filtro del lubricador.



Figura P. 4 Filtro de aire y lubricador

NOTA: Limpiar correctamente todas las piezas extraíbles del filtro de aire y del lubricador.

3.- Mantenimiento preventivo cada 9meses.

3.1 Asegúrese que el compresor en el cual este instalado el regular de aire este totalmente apagado.

3.2 Con ayuda de tubo rígida, desmontar los codos galvanizados, presentes en los laterales del regulador de aire. Mostrados en la Figura P 6.

3.2.1 Desmontar el regulador de aire.



Figura P. 6 Codos galvanizados.

3.2.2 Colocar el regulador de aire de reemplazo.

3.2.3 Llevar el regulador de aire al área de mantenimiento para su respectivo mantenimiento preventivo total.

3.3 Realizar el proceso del mantenimiento trimestral con la diferencia que esta vez no se ensamblara los tubos protectores y cubiertas hasta el final del mantenimiento.

3.4 Sujete la manguera presente en la base del lubricador y tirela hacia atrás con una fuerza moderada, desmonte la manguera y asegurarse que la manguera posea su filtro de aceite. Como se muestra en la Figura P 7.



Figura P. 7 Filtro de aceite.

3.4.1 Con ayuda de la pistola de lavado a presión, limpie el interior de la manguera.

3.4.2 Limpie las bases expuestas del filtro de aire y del lubricador mostrado en la Figura P 8.



Figura P. 8 Limpieza de bases.

3.5 Con ayuda de un desatornillador con cabeza de estrella, desmonte el filtro de aire de su base. Como se muestra en la Figura P 9.

3.5.1 Limpie el interior del filtro y asegúrese que este en perfectas condiciones sin ningún tipo de fisura.

3.5.2 Limpie la base del filtro de aire.



Figura P. 9 Desmontaje del filtro de aire

3.5.3 Asegúrese que la corona dentada este en perfectas condiciones. Mostrada en la Figura P 10.

3.5.4 Con ayuda de una llave mixta 8mm, desmonte el soporte del filtro de aire, además asegúrese que dentro del soporte este presente su encaje y resorte en perfectas condiciones. Mostrado en la Figura P 11.



Figura P. 10 Corona dentada.



Figura P. 11 Soporte del filtro de aire y encaje del soporte de aire.

3.5.5 Limpie en su totalidad todo el interior y piezas anteriormente mencionadas.

3.5.6 Ensamble nuevamente todas las piezas extraídas y limpiadas previamente que conforman el sistema el filtro de aire incluyendo sus tubos y cubiertas.

3.5.7 Asegurarse de colocar todas las piezas en su lugar correcto y que el tornillo este bien ajustado.

3.6 Con ayuda de un destornillador de estrella, desmonte la base del lubricador. Como se muestra en la Figura P 12.

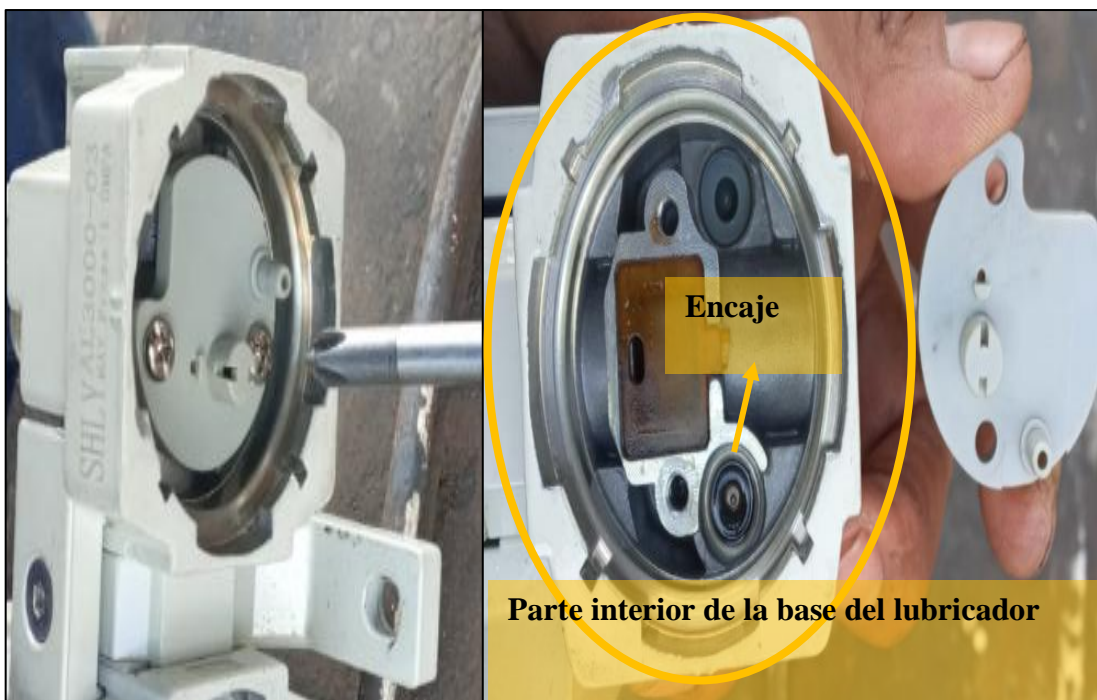


Figura P. 12 Base del lubricador.

3.6.1 Asegúrese que al interior de la base este presente su respectivo encaje en perfectas condiciones. Mostrado en la Figura P 12.

3.6.2 Limpie totalmente el interior de la base del lubricador. Mostrado en la Figura P 12.

3.6.3 Limpie la base desmontada y asegúrese que las guías donde están los tornillos estén en perfectas condiciones.

3.6.4 Ensamble nuevamente todas las piezas extraídas y limpiadas previamente que conforman el sistema de lubricación incluyendo su manguera, tubos y cubiertas.

3.7 Con ayuda de un destornillador de estrella, afloje y extraiga los 4 tornillos que sujetan a la tapa de regulación de presión. Como se muestra en la Figura P 13.

3.7.1 Asegúrese que el sistema de regulación de presión este en perfectas condiciones y límpielo.

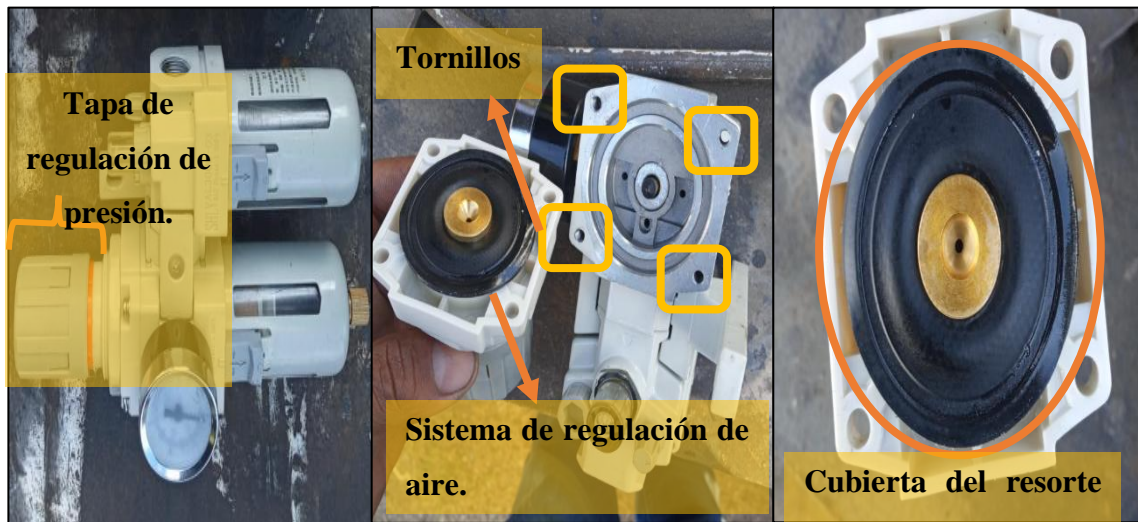


Figura P. 13 Sistema de regulador de presión.

3.7.2 Desprenda la cubierta del resorte interno en el sistema de regulación de aire. Mostrada en la Figura P 13

3.7.3 Asegure que el resorte y su base este en perfectas condiciones y sin ninguna fisura. Mostrado en la Figura P 14.

3.7.4 Limpie muy bien las piezas extraídas y el interior del sistema de regulación de aire.

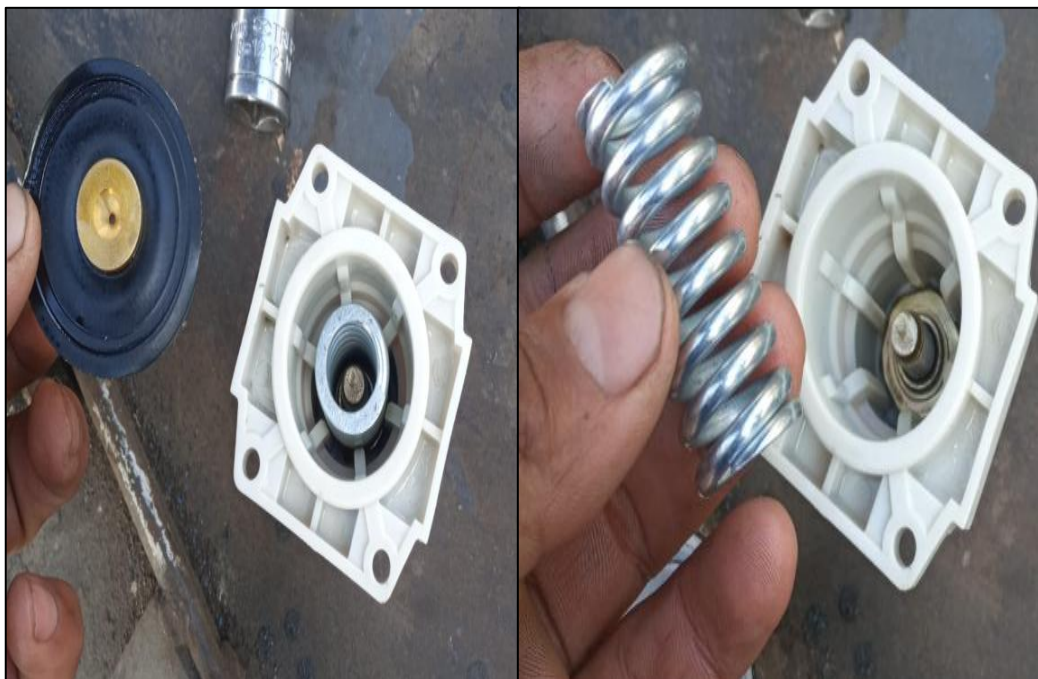


Figura P. 14 Resorte del sistema de regulación de aire.

3.7.5 Asegúrese que el interior del sistema de regulación de presión no posea grietas ni fisuras de ningún tipo.

3.7.6 Ensámblelo nuevamente y ajuste de manera correcta los 4 tornillos sujetadores de la tapa del sistema de regulación de presión.

3.8 Con ayuda de un hexagonal CR-V5/16, desmonte el purgador automático y límpielo tanto



Figura P. 15 Purgador automático, válvula de alivio e indicador visual.

a la pieza como donde va encajada. Mostrados en la Figura P 15.

3.8.1 Asegúrese que el purgador automático posea su encaje en perfecto estado. Mostrado en la Figura P 15.

3.8.2 Asegúrese que la rosca del purgador automático este en buenas condiciones y así también donde va enroscado.

3.8.3 Ensámblelo nuevamente con una fuerza moderada.

3.9 Con ayuda de una llave mixta 12mm desmonte la mirilla y límpiela tanto externamente como internamente, con mucho cuidado.

3.9.1 Ensámblela nuevamente asegurándose que no presente rasgaduras en su rosca o en su empaque.

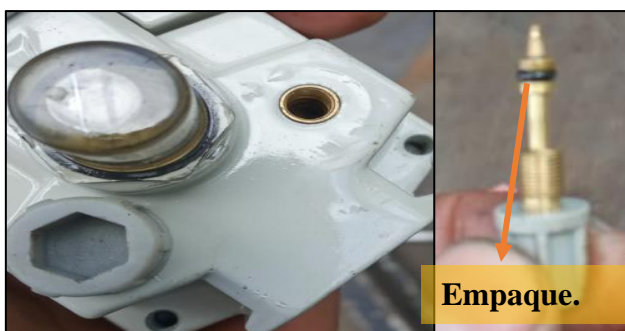


Figura P. 16 Válvula de alivio y empaque

3.9.2 Con ayuda de sus dedos aplique presión en la válvula de alivio y gírela en sentido contrario de las manecillas del reloj y desmóntela. Mostrada en la Figura P 16.

3.9.3 Asegúrese que el empaque de la válvula de alivio este en perfectas condiciones.

3.9.4 Limpie la válvula de alivio y su lugar de encaje.

3.9.5 Ensámblela nuevamente con una fuerza moderada.

4.- Observaciones generales para todos los mantenimientos a realizarse.

4.1 Visualizar que todas las piezas fueron colocadas correctamente.

4.2 Limpiar toda la superficie del regulador de presión.

4.3 Limpiar todas las piezas que se extraigan con ayuda de la pistola de lavado a presión.

4.4 El líquido utilizado para la limpieza de las piezas es gasolina.

4.5 Tener cuidado de no extraviar ninguna pieza ni empaque al momento de realizar la limpieza.

4.6 Asegurarse que todos los tornillos y demás piezas ajustables estén correctamente sujetas.

5.- Herramientas utilizadas para el mantenimiento.

Tabla P. 1 Parte A Herramientas utilizadas.

Herramientas para mantenimiento preventivo.	
Herramienta	Representación gráfica.
Desatornillador de estrella.	
Llave hexagonal CR-V5/16	
Llave mixta 12mm	

Tabla P. 2 Parte B Herramientas utilizadas.

Guantes	
Llave de tubo rígida.	
Pistola para limpieza a presión de aire.	
Gasolina.	

6.- Recomendaciones Generales

- 6.1 Asegurarse que tener a la mano todas las herramientas necesarias para el mantenimiento.
- 6.2 Asegurarse que los guantes sean de la medida correcta para el tamaño de su mano.
- 6.3 Siempre retirar los objetos dentro o alrededor del área del compresor, después de terminar el mantenimiento respectivo.
- 6.4 Limpiar la zona donde se realizó el mantenimiento.

ANEXO Q

MANUAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PARA UNA TIJERA FELCO DE JARDINERÍA



Leer todas las instrucciones para una mejor operación de la maquinaria.

Índice de contenido.

- Características Generales..... 130
- Indicaciones Generales..... 130
- Protocolo de seguridad para realizar cualquier tipo de mantenimiento..... 130
- Observaciones Generales para el mantenimiento. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.- Mantenimiento correctivo total. 131
- 2.- Herramientas utilizadas para el mantenimiento. 135
- 3.- Recomendaciones generales..... 136

- **Índice de imágenes.**
- Figura Q. 1 Llave de ajuste, tornillo para segmento dentado y tornillo para trinquete
..... 131
- Figura Q. 2 Muelle Niquelado..... 132
- Figura Q. 3 Tuerca dentada. 133
- Figura Q. 4 Placa base. 132
- Figura Q. 5 Tijera Dividida. 133
- Figura Q. 6 Hoja, Bulón, Base de la hoja. 133
- Figura Q. 7 Base de la guía para el bulón, Contra hoja. 134
- Figura Q. 8 Ensamble parte A y B, placa base, muelle niquelado y placa base..... 134

- **Índice de tablas.**
- Tabla Q. 1 Parte A Herramientas utilizadas 135
- Tabla Q. 2 Parte B Herramientas utilizadas 136

- **Características Generales.**
- Diseñadas para usuarios diestros
- Mangos de aluminio forjado con garantía de por vida.
- Hoja con muesca corta-alambres.
- Contrahoja con raspador.
- Mangos con agarres antideslizante sin ftalatos.
- Todas las piezas son reemplazables.
- Hechas en Suiza utilizando energía 100 % renovable.

Indicaciones Generales.

Este manual será su recurso más esencial para el correcto funcionamiento y sostenibilidad de las tijeras felco de podar. Esta guía proporcionará detallada información sobre procedimientos de mantenimiento. Antes de proceder a manipular la herramienta es muy importante que se revise el contenido completo del manual.

Protocolo de seguridad para realizar cualquier tipo de mantenimiento.

- Asegurarse de tener una zona de trabajo adecuada y parcialmente ordenada donde realizar el mantenimiento.
- Asegúrese de disponer de una caja o lugar apropiado donde colocar las piezas extraídas durante el proceso.
- Asegúrese de disponer de las herramientas necesarias

- Use guantes de nitrilo.

Visualizar que todas las piezas fueron colocadas correctamente.

- Limpiar toda la superficie de la tijera.
- Limpiar todas las piezas que se extraigan con ayuda de la pistola de lavado a presión.
- El líquido utilizado para la limpieza de las piezas es gasolina.
- Tener cuidado de no extraviar ninguna pieza de realizar la limpieza.



Figura Q. 1 Llave de ajuste, tornillo para segmento dentado y tornillo para trinquete

- Lubricar con el aceitero todas las piezas móviles existentes.

1.- Mantenimiento correctivo total.

1.1 Con ayuda de la llave de ajuste especial para tijeras de poda, Desmonte el tornillo para segmento dentado y también el tornillo para trinquete. Mostrados en la Figura Q 1.

1.1.1 Retire el segmento dentado y déjelo en un lugar seguro.

1.1.2 Retire el trinquete y déjelo en un lugar seguro.

1.2 Retire el Muelle niquelado de sus bases y colóquelo en un lugar seguro. Mostrado en la Figura Q 2.

1.2.1 Con la ayuda de una llave mixta 12mm afloje la tuerca dentada. Mostrada en la Figura Q 3.

1.2.2 Desmóntela y colóquela en un lugar seguro.

1.2.3 Retire la placa base y frótela con fuerza en una superficie rugosa de tal manera que se elimine la presencia de oxidación. Mostrado en la Figura Q 4.

1.2.4 Una vez retirada la placa base, abrir la tijera en sus dos partes fundamentales A y B como se muestra en la Figura Q 5.

1.3 Retiramos la hoja y observamos que no tenga desgaste severo en su filo o presencia de grietas. Mostrado en la Figura Q 6.



Figura Q. 2 Muelle Niquelado.

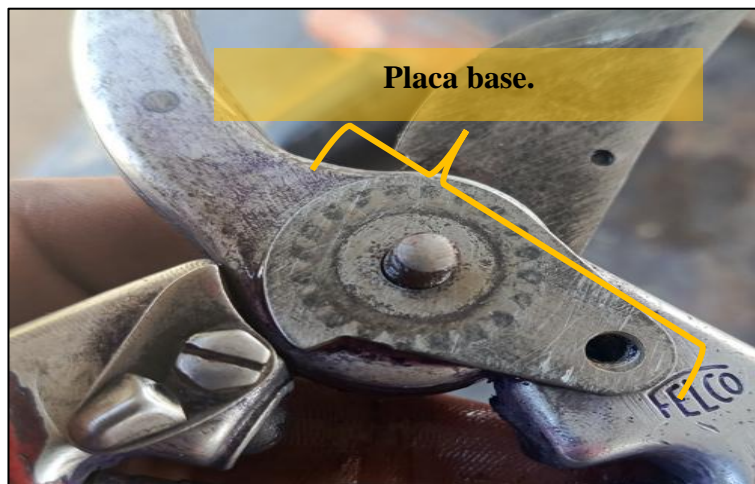


Figura Q. 3 Placa base.



Figura Q. 4 Tuerca dentada.

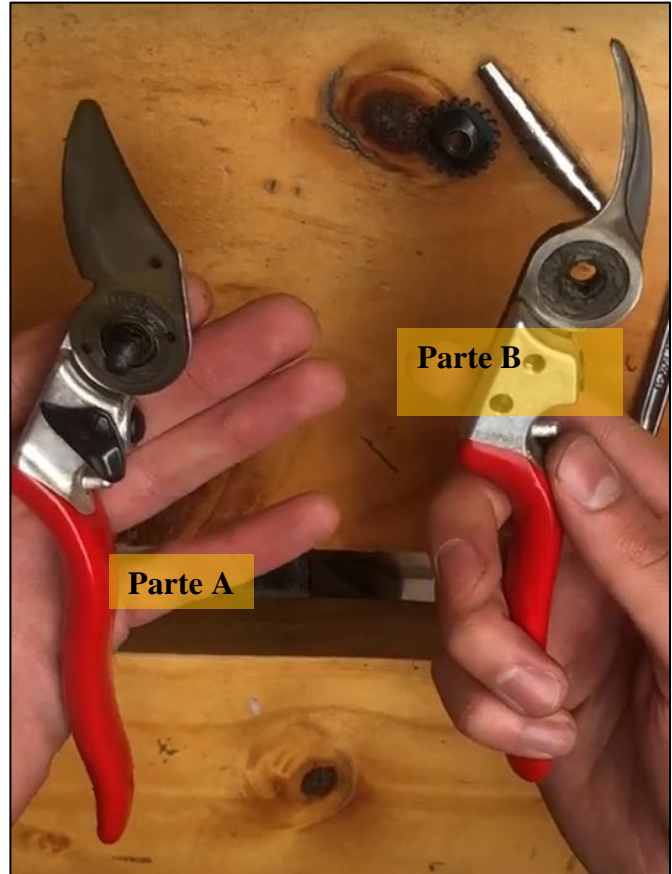


Figura Q. 5 Tijera Dividida.

1.3.1 Frote la hoja en una superficie rugosa de tal manera que se elimine la presencia de oxido y consecuentemente se afile.

1.3.2 Con ayuda de un cepillo metálico limpie la base donde va ubicada la hoja, además con ayuda del aceitero lubrique la base. Mostrada en la Figura Q 6.

1.3.3 Visualice si el bulón se encuentra en perfecto estado sin presencia de grietas o fisuras. Mostrado en la Figura Q 6.

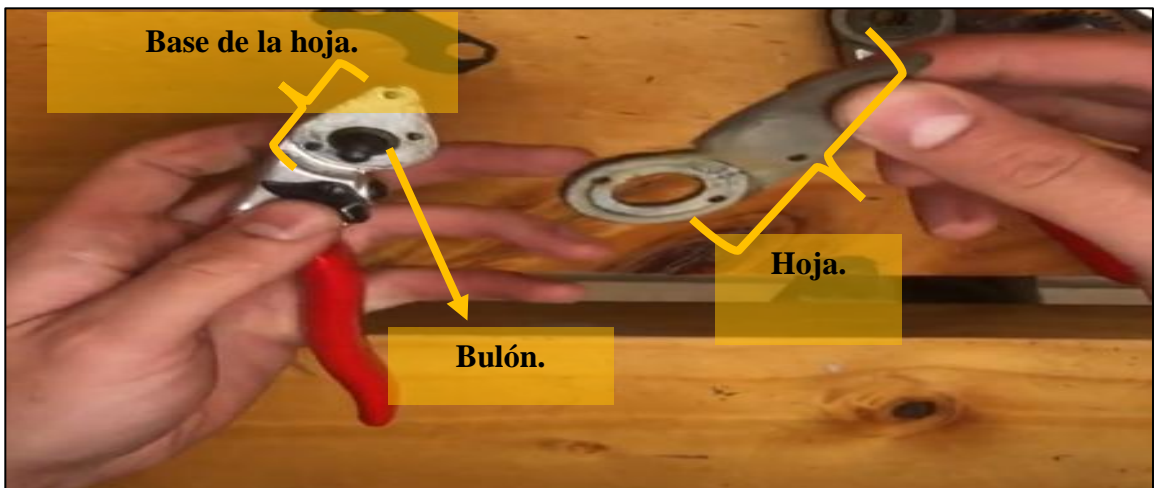


Figura Q. 6 Hoja, Bulón, Base de la hoja.

1.3.4 Si la hoja presenta algún tipo de agrietamiento en su filo o simplemente ya está muy desgastada cámbiela de ser necesario.

1.3.5 Si el bulón esta dañado, cámbielo si hace falta.

1.4 Con ayuda de un cepillo metálico, limpie la presencia de impurezas en la base de la guía del bulón. Mostrada en la Figura Q 7

1.4.1 Limpie la superficie de la contra hoja. Mostrada en la Figura Q 7.

1.4.2 Con ayuda del aceitero lubrique la base de la guía.

1.5 Ensamble todas las piezas que conforman la parte A y la parte B por separado. Mostrado en la Figura Q 5.

1.5.1 Vuelva a unir ambas piezas A y B una sobre otra de tal forma que las bases que lubrico queden al interior de la tijera. Mostrado en la Figura Q 8.

1.5.2 Coloque el bulón para asegurar la unión de ambas piezas. Mostrado en la Figura Q 8.

1.5.2 Coloque la placa base, el trinquete y el tornillo para asegurar el trinquete. Mostrado en la Figura Q 8.



Figura Q. 7 Base de la guía para el bulón, Contra hoja.

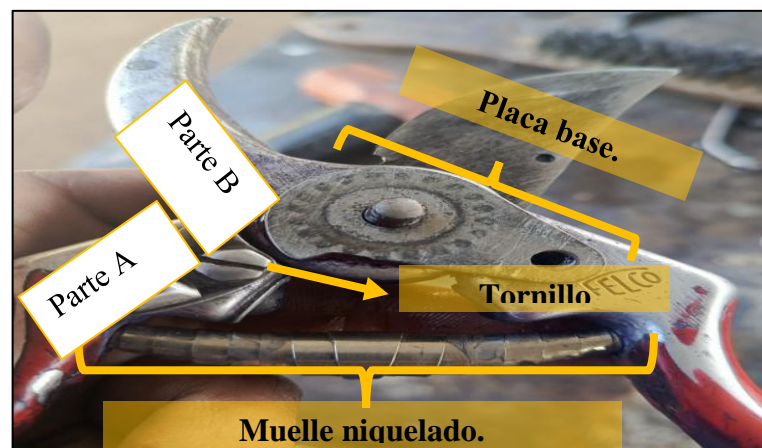


Figura Q. 8 Ensamble parte A y B, placa base, muelle niquelado y placa base.

1.5.3 Coloque el muelle niquelado en sus bases de tal forma que quede firme. Mostrado en la Figura Q 8.

1.5.4 Asegúrese que todas las piezas estén en su lugar correcto y no presenten deterioro.

1.5.5 Asegure el tornillo del trinquete con una fuerza moderada de tal forma que el trinquete pueda moverse sin mayor dificultades.

1.6 Colocar la tuerca dentada y ajustarla moderadamente de tal forma que la tijera tenga movilidad y no presente fricción entre la parte A y B.

1.6.1 Colocar el segmento dentado junto con el tornillo que lo ajusta.

1.6.2 Ajustarlo firmemente de tal manera que coincida sus dientes con la tuerca dentada.

1.6.3 Con ayuda del aceitero lubrique el muelle niquelado.

1.6.4 Abra y cierre la tijera para ajustar el nivel de fuerza que requiere para su uso correcto.

2.- Herramientas utilizadas para el mantenimiento.

Tabla Q. 1 Parte A Herramientas utilizadas





Herramientas para mantenimiento preventivo.	
Herramienta	Representación gráfica.
Llave de ajuste.	
Aceitero manual	
Llave mixta 12mm	
Guantes	

Tabla Q. 2 Parte B Herramientas utilizadas



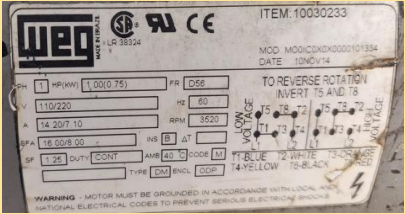
<p>Cepillo de metal.</p>	
<p>Pistola para limpieza a presión de aire.</p>	
<p>Gasolina.</p>	

3.- Recomendaciones generales.

- 3.1 Asegurarse que tener a la mano todas las herramientas necesarias para el mantenimiento.
- 3.2 Asegurarse que los guantes sean de la medida correcta para el tamaño de su mano.
- 3.4 Limpiar la zona donde se realizó el mantenimiento.
- 3.5 Asegúrese de no extraviar ninguna pieza.
- 3.6 Cambie las piezas que crea que lo necesitan.

ANEXO S

Tabla S. 1 Especificaciones de los motores.

Especificaciones técnicas de los motores que energizan a los equipos		
MOTOR	ESPECIFICACIONES TECNICAS	PLACA
<p>Motor Bomba de fumigación</p> 	<p>Motor de gasolina, 4 tiempos, mono cilíndrico, 389 cc, 13 HP, 3,600 rpm, refrigerado por aire.</p>	<p>N/D</p>
<p>Motor Flejadora TP-202</p> 	<p>Motor eléctrico monofásico, 110V/220V, 50/60 Hz, potencia entre 250W y 370W, funcionamiento intermitente. 1450-1720 RPM</p>	<p>N/D</p>
<p>Motor de Motocultor</p> <p>N/D</p>	<p>Motor diésel o gasolina, 4 tiempos, potencia entre 5 y 12 HP, transmisión por engranajes o correas. 1800- 3600 RPM</p>	<p>N/D</p>
<p>Motor de la Sierra Eléctrica</p> 	<p>Motor eléctrico monofásico o trifásico, potencia de 1.5 a 3 HP, velocidad entre 2800-3600 RPM 2800-3600 rpm, refrigerado por aire.</p>	

Objetivo 3: Proponer un plan de mantenimiento productivo total que integre la participación activa del personal operativo, contribuyendo a la mejora continua y la reducción de tiempos muertos.

ANEXO T

3.1 Reducción de actividades ineficientes.

3.1.1 Matriz de actividades.

Tabla T. 1 Parte A Plan de mantenimiento para las bombas de fumigación

Plan de mantenimiento para las bombas de fumigación									
Equipo	Bomba de fumigación AR-50	Área de ubicación	Bloques de cultivo	Diario	Semanal	Mensual	45 DÍAS	9 SEMANAS	2 MESES
Actividades	Descripción	Encargado	Tiempo (horas)						
Limpieza	Ordenar el espacio de trabajo del equipo y limpiar sus alrededores	Operario	0.10 Horas				4.5 H		
Control de la integridad física del equipo	Verificar que todas las piezas y tornillos estén en su lugar además de correctamente ajustadas	Técnico del área de mantenimiento	0.15 Horas				6.75 H		
Verificación del sistema eléctrico	Supervisión de las conexiones que energizan al equipo y observar que el motor no presente sobrecalentamiento	Técnico del área de mantenimiento	0.34 Horas					3.06 H	
Verificación del sistema mecánico	Chequeo de las piezas móviles y engranajes.	Técnico del área de mantenimiento	0.30 Horas						0.60 H

Tabla T. 2 Parte B Plan de mantenimiento para las bombas de fumigación

Verificación del sistema de lubricación del equipo.	Evaluación y cambio de aceite de manera periódica	Técnico del área de mantenimiento	0.40 Horas				3.6 H
TOTAL, DE HORAS DE MANTENIMIENTO 9 SEMANAS	18.51 HORAS DE HORAS DE LUCRO CESANTES PROYECTADAS						

ANEXO U

Tabla U. 1 Parte A Plan de mantenimiento para las flejadoras

Plan de mantenimiento para las flejadoras TP-202									
Equipo	Flejadora TP-202	Área de ubicación	Área de los cuartos fríos.	Diario	Semanal	Mensual	45 DÍAS	9 SEMANAS	2 MESES
Actividades	Descripción	Encargado	Tiempo (horas)						
Limpieza	Ordenar el espacio de trabajo del equipo y limpiar sus alrededores	Operario	0.15 Horas				6.75 H		
Control de la integridad física del equipo	Verificar que todas las piezas y tornillos estén en su lugar además de correctamente ajustadas	Técnico del área de mantenimiento	0.25 Horas				11.25 H		
Verificación del sistema eléctrico	Supervisión de las conexiones que energizan al equipo y observar que el motor no presente sobrecalentamiento	Técnico del área de mantenimiento	0.40 Horas					3.6 H	
Verificación del sistema mecánico y limpieza.	Chequeo de las piezas de alta carga de trabajo y limpieza	Técnico del área de mantenimiento	0.40Horas					3.6 H	

Tabla U. 2 Parte B Plan de mantenimiento para las flejadoras

Lubricación de piezas de alto rozamiento	Evaluación y lubricación de los engranajes, resortes y cadena presente en el sistema mecánico	Técnico del área de mantenimiento	0.20 Horas						1.8 H
TOTAL, DE HORAS DE MANTENIMIENTO 9 SEMANAS	27 HORAS DE HORAS DE LUCRO CESANTES PROYECTADAS								

ANEXO V

Tabla V. 1 Parte A Plan de mantenimiento para los motocultores

Plan de mantenimiento para los motocultores										
Equipo	Motocultores	Área de ubicación	Bloques de cultivo		Diario	Semanal	Mensual	45 DÍAS	9 SEMANAS	2 MESES
Actividades	Descripción		Encargado	Tiempo (horas)						
Limpieza	Ordenar el espacio de trabajo del equipo y limpiar sus alrededores		Operario	0.15 Horas				6.75 H		
Control de la integridad física del equipo	Verificar que todas las piezas y tornillos estén ajustados correctamente.		Técnico del área de mantenimiento	0.25 Horas				11.25 H		
Verificación del sistema eléctrico	Supervisión de las conexiones que energizan al equipo y observar que el motor no presente sobrecalentamiento.		Técnico del área de mantenimiento	0.40 Horas					3.6 H	
Verificación del sistema mecánico	Chequeo de las piezas de alta carga de trabajo y limpieza de residuos.		Técnico del área de mantenimiento	0.40Horas					3.6 H	

Tabla V. 2 Parte B Plan de mantenimiento para Los motocultores

Lubricación de piezas de alto rozamiento	Evaluación y lubricación de los engranajes y cadena presente en el sistema mecánico	Técnico del área de mantenimiento	0.20 Horas					1.8 H
Revisión de poleas y cuchillas de alta carga laboral	Verificar que la polea no presente fisuras o desnivelación e inspeccionar la integridad física de las cuchillas	Técnico del área de mantenimiento	0.30 Horas					0.60 H
TOTAL, DE HORAS DE MANTENIMIENTO 9 SEMANAS	27.6 HORAS DE HORAS DE LUCRO CESANTES PROYECTADAS							

ANEXO W

Tabla W. 1 Parte A Plan de mantenimiento para las sierras eléctricas

Plan de mantenimiento para la sierra eléctrica									
Equipo	Sierra eléctrica	Área de ubicación	Área de postcosecha	Diario	Semanal	Mensual	45 DÍAS	9 SEMANAS	2 MESES
Actividades	Descripción	Encargado	Tiempo (horas)						
Limpieza	Ordenar el espacio de trabajo del equipo y limpiar sus alrededores	Operario	0.15 Horas				6.75 H		
Control de la integridad física del equipo	Verificar que todas las piezas y tornillos estén ajustados correctamente.	Técnico del área de mantenimiento	0.25 Horas				11.25 H		
Verificación del sistema eléctrico	Supervisión de las conexiones que energizan al equipo y observar que el motor no presente sobrecalentamiento	Técnico del área de mantenimiento	0.30 Horas					2.7 H	

Tabla W. 2 Parte B Plan de mantenimiento para las sierras eléctricas

Verificación del sistema mecánico y limpieza de residuos de material	Chequeo de los dientes de la sierra eléctrica y su integridad física	Técnico del área de mantenimiento	0.20Horas						0.40 H
Revisión de sujetadores para la flor	Verificar que los sujetadores para el corte de la flor estén bien sujetos y sin juego por desgaste	Técnico del área de mantenimiento	0.25 Horas						0.50 H
TOTAL, DE HORAS DE MANTENIMIENTO 9 SEMANAS	21.6 HORAS DE HORAS DE LUCRO CESANTES PROYECTADAS								

ANEXO X

3.2 Calculo del valor de la eficiencia proyectada

3.2.1 Matriz de eficiencia esperada de los equipos

Tabla X. 1 Matriz de eficiencia esperada de los equipos

Equipo	# fallas actuales	# fallas esperadas	Horas de lucro cesante actuales	Horas de lucro cesante proyectadas	Gastos extra actuales	Gastos extra proyectados	Eficiencia	Ganancia monetaria
Bombas de fumigación	27	10	60.58 HORAS	40.97 HORAS	627.20\$	232.30\$	62.96%	394.9\$
Flejadora TP-202	5	1	74.41 HORAS	41.88 HORAS	823.18\$	164.63\$	80%	658.55\$
Motocultor	2	0	40.55 HORAS	27.6 HORAS	425.88\$	0\$	100%	425.88\$
Sierra X	1	0	35 HORAS	21.6 HORAS	367.5\$	0\$	100%	367.5\$

ANEXO Y

Matriz de eficiencia esperada del personal

Tabla Y. 1 Matriz de eficiencia esperada del personal operativo

	Número de Horas de trabajo de los operadores en 9 semanas	Horas de lucro cesante actuales	Horas de lucro cesante proyectadas	Horas de uso real totales actuales	Horas de uso real totales proyectada	Eficiencia actual del personal	Eficiencia proyectada del personal
Bomba de fumigación	360 HORAS	60.58 HORAS	40.58 HORAS	299.42 HORAS	319.42 HORAS	83%	88.72%
Flejadora TP-202	360 HORAS	74.41 HORAS	41.88 HORAS	285.59 HORAS	318.12 HORAS	79.3%	88.36%
Motocultor	360 HORAS	40.55 HORAS	27.6 HORAS	319.45 HORAS	332.4 HORAS	88.8%	92.33%
Sierra eléctrica	360 HORAS	35 HORAS	21.6 HORAS	325 HORAS	338.4 HORAS	90.27%	94.0%

ANEXO Z

3.3 Redacción de un cronograma de la propuesta del TPM.

3.3.1 Cronograma de actividades para la propuesta del TPM.

Tabla Z. 1 Parte A Cronograma de actividades TPM

Cronograma TPM				
Objetivos	Actividades	1-6 meses	7-12 meses	1 a 2 años
Planificación	Identificar equipos críticos.			
	Identificar tareas de mantenimiento dirigidas a los operadores			
	Designación de encargados para tareas de mantenimiento de los operadores			

Tabla Z. 2 Parte B Cronograma de actividades TPM

	Capacitar al personal sobre el TPM			
Levantamiento de información	Recolectar datos sobre el estado antes y después del mantenimiento			
	Evaluar eficiencias actuales del equipo			
	Identificar puntos de mejora			
Desarrollo TPM	Capacitar a los operadores sobre tareas básicas de mantenimiento			
	Desarrollo de tareas de limpieza e inspección.			
	Realizar chequeos rutinarios por parte de los operadores			
	Promover una cultura de orden y limpieza			
Evaluación de resultados	Medir el impacto del TPM			
	Documentar aprendizaje			
	Ajustar estrategias en función de los resultados			