



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL
ÓPTIMO FUNCIONAMIENTO DE LAS MAQUINARIAS DE LA RECTIFICADORA
EMG-SAI.**

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

AUTORES: BRYAN ESTEBAN GUALOTUÑA CRISANTO
LUIS MIGUEL VIRACOCCHA SÁNCHEZ

TUTOR: JOSÉ LUIS MULLO CASILLAS

Quito-Ecuador
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Bryan Esteban Gualotuña Crisanto con documento de identificación N°1726536269 y Luis Miguel Viracocha Sánchez con documento de identificación N°1727504001 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos que sin fines de lucro a la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 12 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Bryan Esteban Gualotuña Crisanto
1726536269



Luis Miguel Viracocha Sánchez
1727504001

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO
DETITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Bryan Esteban Gualotuña Crisanto con documento de identificación No.1726536269 y Luis Miguel Viracocha Sánchez con documento de identificación No.1727504001, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el óptimo funcionamiento de las maquinarias de la rectificadora EMG-SAI”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 12 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Bryan Esteban Gualotuña Crisanto
1726536269



Luis Miguel Viracocha Sánchez
1727504001

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, José Luis Mullo Casillas con documento de identificación N°0502365869, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÓPTIMO FUNCIONAMIENTO DE LAS MAQUINARIAS DE LA RECTIFICADORA EMG-SAI, realizado por Bryan Esteban Gualotuña Crisanto con documento de identificación N°1726536269 y por Luis Miguel Viracocha Sánchez con documento de identificación N°1727504001, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 12 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Ing. José Luis Mullo Casillas, Ph. D.

0502365869

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico primero a Dios, a mis queridos padres José Gualotuña y Viviana Crisanto, que a pesar de mis errores en este proceso siempre me animaron a continuar estudiando. Además, de haberme apoyado todos estos años de mi carrera universitaria con palabras de amor, aliento, paciencia y sobre todo fortaleza.

A mi hermano Henry Gualotuña por apoyarme en los momentos difíciles de mi vida y brindarme sus consejos para salir adelante en mis estudios.

A mis amigos más cercanos por la preocupación y el apoyo que me brindaron en momentos que los necesitaba con sus palabras de aliento y motivación.

Bryan Esteban Gualotuña Crisanto

Dedico el presente proyecto a Dios, quien me dio la perseverancia y el coraje para culminar mi educación profesional. A mis padres Luis Viracocha y Beatriz Sánchez por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; por su incondicional apoyo en todos mis logros, incluyendo este, agradezco su formación basada en reglas y valores que hoy rigen mi vida y finalmente a mis abuelos, por ayudarme al crecimiento y desarrollo como persona con carácter, principios y sobre todo con el ejemplo.

También agradecer a todos aquellos que de una u otra forma participaron de esta etapa de mi vida, especialmente a mis amigos más cercanos, quienes estuvieron presentes en los momentos más difíciles y me ayudaron a seguir adelante.

Luis Miguel Viracocha Sánchez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme esta oportunidad de aprendizaje, en la cual me enseñó muchos valores y conocimientos para aplicarlos en nuestra sociedad.

A mis docentes, quienes, con su valioso esfuerzo, dedicación y responsabilidad para impartir cada uno de sus conocimientos, a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis padres que, gracias a su esfuerzo y dedicación, brindarme su apoyo incondicional para afrontar todas dificultades y así poder salir adelante.

Bryan Esteban Gualotuña Crisanto

Agradezco a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi familia, quienes me han apoyado en cada decisión y proyecto tomado a lo largo de mi vida, gracias a la vida, porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser; gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en mí y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

No ha sido nada sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Luis Miguel Viracocha Sánchez

ÍNDICE GENERAL

I.	RESUMEN.....	1
II.	ABSTRACT	2
III.	INTRODUCCIÓN	3
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
V.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
	5.1. Objetivo General.....	6
	5.2. Objetivos Específicos.....	6
VI.	MARCO TEÓRICO	7
	6.1. Mantenimiento.....	7
	6.1.1. Tipos de Mantenimientos:	9
	Mantenimiento correctivo.....	9
	Mantenimiento preventivo en función del tiempo o en el uso:	9
	Mantenimiento preventivo en función de las condiciones:	10
	Ventajas del mantenimiento	10
	Desventajas del mantenimiento preventivo:.....	10
	6.1.2. Actividades de mantenimiento de tipo programadas.....	11
	Inspección visual. Detección de las fallas	11
	Mejoras en las condiciones de diseño.....	11
	Paradas de planta en general.....	11
	6.1.3. Mantenimiento autónomo.....	11
	Ventajas o beneficios del mantenimiento autónomo.....	12
	Desventajas del mantenimiento autónomo:	12
	6.2 Estructura de organización del mantenimiento	12
	6.2.1 Programación de un mantenimiento preventivo.....	13
	6.2.2 Glosario de términos técnicos usado en el MP.....	13
	CAPITULO 1	16
	ANÁLISIS SITUACIONAL	16
	1.1 Descripción técnica.....	16
	1.1.1 Desarrollo de la investigación descriptiva.....	16

1.1.2 Equipos de la empresa Rectificadora EMG-SAL.....	16
1.2 Desarrollo de la investigación explicativa en campo	16
1.3 Análisis de uso de la pulidora de superficies planas	19
1.4 Análisis de uso máquina fresadora Bridgeport.....	20
1.5 Análisis de uso de la rectificadora de asientos de válvulas Av-100.....	22
1.6. Máquina pulidora de cilindros con piedra abrasiva.....	23
1.6.1 Características principales de la máquina pulidora de cilindros:.....	23
1.7 Torno de un metro Oxford.....	24
1.7.1 Características Torno de un metro Oxford:	25
1.7.2 Partes del torno y sus mecanismos	25
1.8 Máquina rectificadora de cigüeñales	26
1.9 Máquina rectificadora de brazos de biela.....	26
CAPÍTULO 2	29
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	29
2.1 Inventario de las maquinarias de la Rectificadora “EMG-SAI”.....	29
2.2 Análisis de historial de fallas en maquinarias de la Rectificadora “EMG-SAI”..	30
CAPÍTULO 3	45
3.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EMPRESA.....	45
3.2 EJECUCIÓN DE ORDEN DE TRABAJO PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	46
3.2.1 Fresadora Bridgeport	46
3.2.2 Máquina Pulidora de Cilindros con Piedra Abrasiva	49
3.2.3 Máquina Pulidora de Cilindros en Superficies Planas.....	52
3.2.4 Máquina Rectificadora de Asientos de Válvulas.....	55
3.2.5 Torno de un metro Oxford.....	58
3.2.6 Máquina Rectificadora de Cigüeñales	61
3.2.7 Máquina Rectificadora de Brazos de Biela	64
3.3 Plan de mantenimiento por horas de trabajo.....	67
3.4 Recursos	69
3.4.1. Materiales:	69
3.4.2. Herramientas:.....	71
3.4.3 Equipos:	71

3.4.4 Equipos de protección personal: Guantes de carnaza, casco y lentes transparente de seguridad.....	73
3.4.5 Cuantificación del personal	74
CAPITULO 4	77
Análisis de resultados	77
4.1 Análisis de modo y efecto de fallas	81
4.2 Análisis de costos del plan de mantenimiento.....	81
VII. CONCLUSIONES	84
VIII. RECOMENDACIONES	85
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
X. ANEXOS	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Relación entre los objetivos de la Rectificadora y la confiabilidad de los equipos	8
Figura 2: Formato de orden de trabajo.	15
Figura 1.1: Layout de planta de la Rectificadora.....	18
Figura 1.2: Máquina pulidora de superficies planas.....	19
Figura 1.3: Fresadora Bridgeport.....	21
Figura 1.4: Rectificadora de Asientos de Válvula Modelo Av-100.....	22
Figura 1.5: Máquina pulidora de cilindros con piedra abrasiva.	24
Figura 1.6: Torno de un metro Oxford.	25
Figura 1.7: Máquina rectificadora de cigüeñales.....	26
Figura 1.8: Rectificadora de brazos de biela.	28
Figura 2.1: Torno de un metro Oxford. Ubicación según plano de los Puntos de lubricación.	36
Figura 2.2: Fresadora Bridgeport. Ubicación según plano de los Puntos de lubricación....	36
Figura 3.1: Máquina pulidora de cilindros	45
Figura 3.2: Trapos Esterilizados para uso industrial.	69
Figura 3.3: Envases de tanques para uso industrial.	70
Figura 3.4: Envases de 1 galón de refrigerante para uso industrial.	70
Figura 3.5: Alicata	71
Figura 3.6: Hidrojet de 1800 Watt de 2500psi	71
Figura 3.7: Compresor de Aire Portátil de 50Litros de 2.0HP	72
Figura 3.8: Multímetro digital.	72
Figura 3.9: Medidor de temperatura.	73
Figura 3.10: Guante de Cuero Carnaza Elástico en el dorso.....	73
Figura 3.11: Lentes de Seguridad.....	73

Figura 3.12: Casco de Seguridad.....	74
Figura 3: Máquina rectificadora de asientos de válvulas	1
Figura 4: Máquina Torno de un metro Oxford.....	2
Figura 5: Formato de la Ficha técnica máquina rectificadora de cigüeñal	3
Figura 6: Formato de la ficha técnica de máquina rectificadora de brazos de biela.....	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Inventario de máquinas rectificadoras.....	29
Tabla 2.2: Instrucciones técnicas.....	33
Tabla 2.3: Cantidades de proporción en puntos de lubricación torno.	35
Tabla 2.4: Proporción en puntos de lubricación fresadora Bridgeport.....	37
Tabla 2.5: Partes Fresadora Bridgeport	38
Tabla 2.6: Procesos y procedimientos para realizar plan de mantenimiento preventivo.....	40
Tabla 3.1: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Fresadora Bridgeport.....	46
Tabla 3.2: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Máquina Pulidora de Cilindros con Piedra Abrasiva.....	49
Tabla 3.3: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento de una Máquina Pulidora de los Cilindros de superficies planas.....	52
Tabla 3.4: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Máquina Rectificadora de asientos de válvulas	55
Tabla 3.5: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de un Torno de un metro Oxford.	58
Tabla 3.6: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Máquina rectificadora de cigüeñales.	61
Tabla 3.7: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Máquina Rectificadora de brazos de biela.....	64
Tabla 3.8: Plan de mantenimiento preventivo por horas de trabajo	67
Tabla 3.9: Número de personas en cada función.....	75
Tabla 4.1: Criticidad.....	77
Tabla 4.2: Omisiones.....	78
Tabla 4.3: Prioridad	78
Tabla 4.4: Efectos de la operación.....	79
Tabla 4.5: Criticidad de maquinarias de “EMG-SAI”	80
Tabla 4.6: Costos de mantenimiento por parado de la máquina.....	82
Tabla 4.7: Costos de mantenimiento por arreglos	82
Tabla 4.8: Costos de mantenimiento por parado de la máquina.....	83
Tabla 4.9: Costos de mantenimiento por arreglos	83

I. RESUMEN

Este proyecto planteó el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo para los equipos de rectificación con el fin de asegurar el funcionamiento óptimo y prolongar la vida útil de la maquinaria de la rectificadora EMG-SAI ubicada en Sangolquí, mediante estrategias basadas en el tiempo y uso de las máquinas. Este trabajo es de investigación aplicada, se utilizó el diseño descriptivo para la recolección de los datos de los equipos, con base a la información de los equipos, se llevó a cabo un análisis de criticidad que permitió identificar tres equipos de alta importancia. El plan de mantenimiento preventivo se centra en realizar las actividades necesarias para cada máquina rectificadora, utilizando los recursos humanos y materiales disponibles en la empresa. Por último, el plan se diseñó considerando las necesidades y condiciones actuales de funcionamiento de las máquinas, para garantizar apropiado funcionamiento, siendo la respuesta adecuada que ofrece toda la posibilidad a la creciente demanda, y debe ser una opción prioritaria, enmarcada para la planificación integral del sector.

Palabras Claves: mantenimiento preventivo, rectificadora, análisis de criticidad, inventario

II. ABSTRACT

This project raised the development of the preventive maintenance program for the rectification equipment in order to ensure optimal operation and prolong the useful life of the machinery of the EMG-SAI grinding machine located in Sangolquí, through strategies based on time and use of the machines. This work is applied research, the descriptive design was used to collect data from the equipment, based on the information from the equipment, a criticality analysis was carried out that allowed the identification of three highly important equipment. The preventive maintenance plan focuses on carrying out the necessary activities for each grinding machine, using the human and material resources available in the company. Finally, the plan was designed considering the needs and current operating conditions of the machines, to guarantee proper operation, being the appropriate response that offers all the possibilities to the growing demand, and should be a priority option, framed for comprehensive planning of the sector.

Keywords: preventive maintenance, grinding machine, criticality analysis, inventory

III. INTRODUCCIÓN

La fabricación automotriz concretamente en el área de rectificado de motores presenta problemas que son derivados por mal funcionamiento de los operarios o fallas de las máquinas y tiene una considerable afectación en la calidad de los productos y asistencias brindados a los consumidores. Actualmente en el mercado ofrece herramientas tecnológicas con el fin de brindar más facilidad para una ayuda en el ámbito de desarrollar eficiencias en las empresas, tomando en cuenta, si no lleva una estructura con un buen planteamiento y un plan de acción basándose en el trabajo individual de cada máquina para lograr obtener un plan ágil, para así reducir problemas a largo plazo de las máquinas (Dixon, 2000)

En el desarrollo de un plan de mantenimiento, se debe considerar la estrategia a implementar como parte del proceso es tomar en cuenta la prioridad en las máquinas que puedan tener mayor riesgo de falla y provocando pérdidas a la empresa si su labor se llegase a detener, dando así más importancia y fuerzas a la teoría de implementar un plan de mantenimiento breve, pero tampoco, dejando de verificar las diferentes máquinas que operan en la rectificadora, por ello, cada empresa independientemente su función debe de optimizar los procesos de su producción al máximo teniendo a si una breve disminución de pérdidas y a la mano una eliminación de desperdicios.

El capítulo 1, trata el análisis situacional de la empresa rectificadora “EMG-SAI” que brinda los servicios de rectificado y reparación de motores en el ámbito general, la cual siempre está abierta a los requerimientos del mercado y exigencias de los clientes, cumpliendo con los tiempos de la entrega de los motores.

El capítulo 2, desarrolla los procesos de inventarios, requerimientos de recursos y el detalle de cada equipo de la empresa rectificadora “EMG-SAI”.

El capítulo 3, se implementa el plan de mantenimiento para los equipos ubicados “EMG-SAI”, tomando en cuenta la inversión a largo plazo, que genera ahorros significativos y mejora la percepción del cliente con la empresa.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La rectificadora “EMG-SAI”, es una empresa con la cual cuenta el Estado Ecuatoriano, cuya misión principal es de rectificar motores de combustión interna y a diésel, aplicando ingeniería en toda su cadena de producción. En el contexto, estratégico, se está desarrollando la siguiente investigación para implementar la filosofía del mantenimiento preventivo en toda su línea de producción, destinado a facilitar el desarrollo económico de la empresa.

Durante el recorrido realizado en toda su línea de producción se pudo comprobar la ausencia de información del tipo de mantenimiento, debido a que no existen planes de mantenimiento de inspección para las respectivas operaciones diarias. Esto trae como consecuencia en los servicios prestados por la misma, el desorden ha generado un conjunto de dificultades dentro de la organización, originando los siguientes resultados negativos:

- Pérdida de tiempo por concepto de mantenimiento preventivo y correctivo, ocasionando paradas de planta imprevistas por largos periodos de tiempo, en espera a ser reparadas por lo que la ejecución de las actividades, de las CNC, Fresadoras, Tornos, y otros se prorrogan mientras se realizan reemplazos para reparaciones de piezas, teniendo que esperar largos tiempos de respuestas.
- En ocasiones muchas máquinas terminan siempre en el taller o dañadas, esperando por la llegada de repuestos que no están disponibles, estos originan gastos extras para la rectificadora.
- Se observa también durante la visita, falta de lubricación en los elementos máquina, como rodamientos, chumaceras, ejes, ausencia en los puntos de lubricación, fuga de aire en los sistemas neumáticos, mangueras rotas, ruido por alta fricción en los motores, falta de acoplamiento en los tornos, fuga de aceite o falta de aceite en la caja transmisión, falta de lubricación en la transmisión por cadenas, falta de orden y limpieza en los tableros eléctricos, entre otras fallas.

Existen varias fallas diagnosticadas en la empresa, que además solo cuenta con tan solo un año de la fundación, y su stock de equipos adquirido por sus accionistas son de segunda mano, en el área de mantenimiento no cuenta con un registro de la historia de fallas de los

activos. Es esencial incorporar de inmediato el programa de inspección visual diaria dentro del proceso de ejecución del plan de mantenimiento, que notifique a tiempo las fallas, como el tipo de especialización de la asistencia de ocupación apreciada, estimaciones de tiempo de entrega de la maquina operativa, calidad de los recursos, garantía en el servicio, disminuyendo los riesgos dentro de la empresa de paradas de planta imprevista y aumentando de forma considerable la eficiencia en las respectivas áreas de trabajo; así mismo es importante llevar a cabo en su totalidad un registro del historial de todas las diferentes tipos de fallas que se produzcan durante la semana de actividades desarrolladas.

El plan de mantenimiento constituye la solución integral en la Rectificadora “EMG-SAP”, en las necesidades de rentabilidad y rendimiento para ofrecer mejores servicios de rectificadores. Satisfacer a los clientes a través de servicios devastados efectivos y de alta calidad. Desarrollando tecnologías avanzadas y centros de rectificadoras de última generación.

Las ventajas de una ejecución del plan de mantenimiento preventivo en la Rectificadora “EMG-SAP”:

- Procesos de fabricación de ultra precisión con tolerancias tan ajustadas como ± 0.001 mm (00005").
- Se puede procesar gran cantidad de piezas en poco tiempo de carga y capacidad
- Se ahorra tiempo de fabricación
- Por medio de un plan de inspección permitirá al personal estar libre de preocupaciones tanto al personal técnico como el administrativo
- Consistencia en el desarrollo de la calidad
- Facilidad de en la producción.

Delimitación: Sangolquí.

V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Objetivo General.

- Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo para maquinaria de la rectificadora EMG-SAI ubicada en Sangolquí, mediante estrategias basadas en el tiempo y uso de las maquinas.

5.2. Objetivos Específicos.

- Visualizar los estados normales de funcionamiento de la maquinaria de la rectificadora
- Revisar el historial de los mantenimientos ya dados a los equipos y dar una revisión de las instalaciones eléctricas de las mismas.
- Realizar un inventario de las maquinas que conlleve su respectivo diagnóstico y llegar a su valoración para el mantenimiento.
- Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo tomando en cuenta las necesidades y condiciones en las que opera la máquina actualmente, para garantizar su funcionamiento.

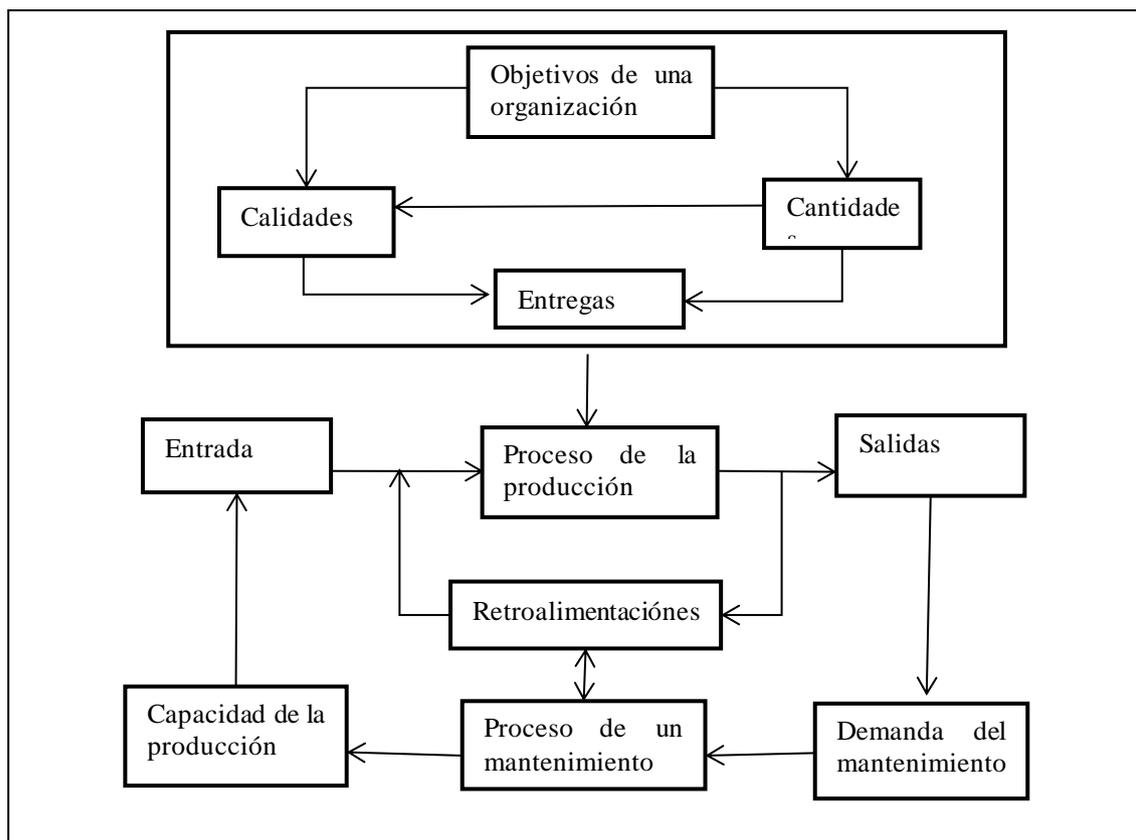
VI. MARCO TEÓRICO

6.1. Mantenimiento

Son todas las acciones que se combinan por medio de varias actividades dentro de una empresa, mediante las cuales un equipo o un sistema con la finalidad de mantener, en, o restablecer, un estado en las cuales están involucradas varias funciones designadas. Estas acciones oportunas son de gran ayuda para alcanzar gran rendimiento en la confiabilidad de los equipos y de mantener una reducción en la tasa de los paros programados y no programados (Dixon et al., 2016).

Para el funcionamiento de los equipos de producción hay muchas inconsistencias, la cuales generan mucha variabilidad en exceso, unas de ellas sería una cantidad de productos defectuosos. Por tanto, para elaborar productos con niveles de alta calidad, toda máquina debe operar en condiciones dentro de sus especificaciones técnicas, por ende, solo esto se alcanza realizando un mantenimiento de acciones oportunas. Como se muestra en la figura 1, se puede analizar, la conexión que existen entre los objetivos establecidos por la estructura y el personal técnico de mantenimiento calificado (Dixon et al., 2016).

Figura 1: Relación entre los objetivos de la Rectificadora y la confiabilidad de los equipos



Fuente: Dixon et al. (2016).

Analizando la figura 1, en este sistema general agrupan las relaciones entre los objetivos primordiales de la empresa, los procesos productivos y por supuesto el mantenimiento. El papel que juega el sistema de producción es procesar y transformar materias primas en insumos, para satisfacer las necesidades o las exigencias de los clientes. Por tanto, el principal papel del departamento de producción es subir al máximo las utilidades. El departamento encargado del mantenimiento también se ve involucrado en lograr esas metas de aumentar las ganancias y la satisfacción total de los clientes. Todo esto se logra reduciendo el tiempo de paradas sea de la línea de producción o de una planta (Dixon et al., 2016).

Con esta definición es obvio que las responsabilidades del mantenimiento son sustanciales en cualquier tipo de empresas, tales como, ensambladoras de automóviles, rectificadoras, de producción continuo, hospitales, centros comerciales, petroquímicas, refinerías, bancos,

instituciones educativas, tiendas, entre otras. Hacer que el mantenimiento de nuestra organización sea más funcional, se necesita incluir:

- Una buena filosofía del mantenimiento
- Evaluar la cantidad de carga de mantenimiento
- Determinar la capacidad de repuesta por tipo de mantenimiento
- Mantener una buena organización dentro de la estructura del mantenimiento
- Para finalizar, una buena programación del mantenimiento.

6.1.1. Tipos de Mantenimientos:

Los diferentes tipos de mantenimientos en una planta de producción, van a depender de contar con el personal mínimo de mantenimiento que esté acorde a las necesidades de mantener el perfeccionamiento de la producción y contar con la accesibilidad de los activos de la rectificadora sin comprometer la seguridad de los trabajadores. Combinando todas las estrategias para desempeñar un buen papel, se precisar los tipos de mantenimiento que existen para ejecutar, los cuales son los siguientes:

Mantenimiento correctivo

Es un tipo de mantenimiento que consiste en reparar los equipos que ya no pueden seguir operando, u ocurre un hecho inesperado en una mala praxis profesional. Aquí no existe la planificación, es un caso donde para las empresas donde se genera un costo adicional donde no se puede justificar, al menos que allá sido por negligencia o abuso de confianza por parte del operario encargado de asumir las responsabilidades competentes. Son decisiones estratégicas que se les define que opere hasta que falle. Generalmente aplicar este tipo de decisiones en los sistemas compuestos por componentes electrónicos (Dixon et al., 2016).

Mantenimiento preventivo en función del tiempo o en el uso:

Es un tipo de mantenimiento que consiste en planificar una serie de actividades que se lleven a cabo para enfrentar posibles fallas potenciales. Son criterios que se basan en función del uso o el estado deficiente o deteriorado del equipo, las condiciones adversas en las que se encuentre la máquina. Cuando se planifica en base al uso en función del tiempo,

se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o se procede a diseñar un calendario de actividades en función a la frecuencia establecidas por las especificaciones técnicas. Para tomar este tipo de decisiones se requiere una persona de con experiencia de alto nivel. Por lo tanto, debe tener bien claro y en conocimiento las rutinas específicas que realizar día/hrs, mes/hrs año/hrs, son conocidas con sus respectivas frecuencias, y los tipos de mantenimiento aumenta la confiabilidad de disponibilidad en los equipos.

Mantenimiento preventivo en función de las condiciones:

El mantenimiento en función de condiciones, es el que identifica y conoce el personal de mantenimiento. Por lo general estas condiciones se determinan controlando todas las variables y parámetros claves, fundamentales que pueden afectar de manera muy seria a los equipos y activos de la organización.

Ventajas del mantenimiento

- Reduce el costo en el mantenimiento.
- Reduce los mantenimientos correctivos.
- Alarga el tiempo de vida de los equipos.
- Aumenta la confiabilidad de los operarios hacia los equipos.
- Evita paros bruscos de las máquinas y por ende evita perdidas así a la empresa.

Desventajas del mantenimiento preventivo:

- Puede llegar a un largo tiempo de inactividad ya planificada.
- La cotización del trabajo así la maquina puede ser costoso.
- En el mantenimiento preventivo puede que los equipos no se acoplen a las necesidades de la planta.

Mantenimiento de oportunidad:

Mantenimiento de oportunidad, como lo indica su nombre, es el que se lleva a cabo cuando se da la ocasión. Estos momentos se consiguen durante paradas de planta programadas, y se utilizan para ejecutar particulares de mantenimiento.

6.1.2. Actividades de mantenimiento de tipo programadas

Inspección visual. Detección de las fallas

Es la verificación que se lleva a cabo para estimar por medio de recorridos consecutivos para detectar la presencia de las posibles fallas. Ejemplo, la inspección de altos niveles de decibeles de ruido en un equipo rotativo, o el fenómeno de la corrosión en tramos de tubería de acero al carbono, entre otros.

Mejoras en las condiciones de diseño

Es posible que las condiciones originales de un equipo no sean compatibles con las condiciones preestablecidas originales de la empresa, por lo tanto, se tiene que tomar como estrategia de mejora la modificación de diseño en función a cálculos de ingeniería perteneciente a la organización.

Paradas de planta en general

Decisión de paralizar por completo, todas las actividades involucradas en el sistema de mantenimiento, para una reparación en general y así restablecer todas las condiciones principales de los componentes de los equipos, en una categoría aceptable. Generalmente es una decisión de gran trascendencia.

6.1.3. Mantenimiento autónomo

Es el tipo de mantenimiento donde se confirma que las industrias solo pueden obtener su máximo volúmenes de producción si se confirma el compromiso para realizar los diferentes tipos de mantenimiento donde todos los trabajadores estén involucrados, TPM (Mantenimiento productivo de la totalidad), en si la propuesta es que los operarios de cada máquina vigilen la misma y logren con el tiempo adquirir un sentido de propiedad. Por lo tanto, el TPM es el primer pilar para el mantenimiento autónomo (Infraespeak, 2022).

El mantenimiento autónomo su papel primordial dentro de cada organización es que cada trabajador inspeccione y monitoree su equipo de forma independiente. Se responsabilice de las revisiones técnicas simples, como es la regulación de los sensores, la lubricación, niveles de ruido, temperatura y la limpieza. La inducción técnica a los operarios se realiza con la finalidad de que cada operario estas condiciones de detectar cualquier anomalía, para así llegar a una solución de los problemas complejos de una manera más eficaz (Infraespeak, 2022).

Ventajas o beneficios del mantenimiento autónomo

La ventaja más notable del mantenimiento autónomo es el ahorro en la mano de obra, cada trabajador es responsable de las revisiones diarias más comunes de las máquinas, los técnicos deben de estar disponibles para la ejecución de las tareas más complicadas, por lo tanto, esto mejora notablemente en los tiempos y en recursos de la empresa.

Desventajas del mantenimiento autónomo:

- Se sugiere que el personal de mantenimiento ejecutor tengo un tanto de experiencia y se debe de tener muy presente todas las recomendaciones que recomienda el fabricante para realizar el mantenimiento de los programas en los activos.
- No accede con claridad en el desgaste de los elementos mecánicos y eléctricos en los equipos.

6.2 Estructura de organización del mantenimiento

En el mercado industrial las cargas de mantenimiento difieren sea por las dimensiones de la fábrica, las capacitaciones de los operarios, etc., los mantenimientos se pueden organizar por áreas, o por formas centralizadas. Estas organizaciones pueden traer sus pros y sus contras. En las empresas de grandes capacidades, el papel que juega el mantenimiento preventivo es de generar una capacidad de repuesta muy rápida y así obtener que los empleados se familiaricen más con los desperfectos del área de trabajo de la rectificadora. Sin embargo, el desarrollo de un número de limitadas unidades de trabajo tiende a disminuir la maniobrabilidad del sistema de mantenimiento preventivo por completo.

6.2.1 Programación de un mantenimiento preventivo

Es la fase en el cual se efectúa la asignación de los recursos y personal calificado para la ejecución de las actividades que deben realizarse en algún punto. Es importante que los trabajadores, las piezas, las herramientas de trabajo, y los materiales consumibles se encuentren accesibles antes de programar tareas del MP. En las empresas hay equipos de tipo críticos, los cuales son aquellos que una falla puede detener todo el proceso de producción o peor aún, puede poner en alto riesgo vidas humanas y su seguridad. La realización de trabajo en estos tipos de equipos se debe manejar bajo prioridad de niveles muy alto y debe ser atendido de manera inmediata mucho antes de empezar cualquier otro trabajo. Todos estos programas de trabajo de MP deben ser revisados de manera muy minuciosa antes de ser iniciados.

- **Control de actividades incluidas en el mantenimiento preventivo (MP)**

El control es un sistema MP es esencial la conclusión del desarrollo científico dentro de las organizaciones, esto por tanto debe incluir:

- Control de números de actividades
- Control de inventarios en almacén de repuesto
- Control de costos de inversión para realizar actividades de MP
- Para finalizar, control total de la gestión de la calidad.

6.2.2 Glosario de términos técnicos usado en el MP

Estos términos técnicos se emplean para la elaboración de reportes técnicos, máster de mantenimientos, programas de mantenimiento, tarjetas de control del equipo, entre otros; según las normas internacionales británicas BS3811.

Descompostura: Es el resultado de no disponibilidad del equipo por causas de falla.

Desperfecto: son desviaciones que están fuera de las especificaciones originales de los equipos, por tanto, no cumple con los requerimientos y se le tiene que realizar una acción correctiva.

Disponibilidad: Es la capacidad que tiene cada equipo para realizar las funciones requeridas para el cual fue diseñado de una manera exitosa en el momento o durante jornadas de tiempo específicos.

Especificaciones de trabajo: Son formatos elaborados por medio de documentos que describe los procedimientos de trabajos en actividades de orden jerárquicos que se deben realizar durante el MP. Estos pueden incluir materiales, herramientas, estándares de tiempo, mano de obra calificada, área donde se va realizar dichas actividades.

Control de reparaciones: Es el número de piezas, componentes, dispositivos, elementos, que se encuentran con intención de MP o para la sustitución de piezas defectuosas.

Factibilidad del MP: Corresponde con las posibilidades de cada equipo, bajo condiciones pre establecidas durante su uso, no da un punto de vista para que se conserve o en tal caso, ser reparado, y por supuesto continúe es su plena operatividad, cuando se realiza un MP, debe realizarse bajo los criterios de diseño respetando en todo momento los procedimientos de trabajo.

Criterio de fallas en el MP: son las reglas o normas que especifican la toma de decisiones para determinar la capacidad de un equipo para realizar las funciones requeridas.

Registros de historial del MP: Se muestra todas las reparaciones, refacciones, etc., que sirve de orientación para la programación del MP.

Inspecciones Visuales: Método utilizado por personal técnico profesional calificado, para medir, examinar, chequear, probar, confirmar, y hallar de alguna otra forma cualesquiera desviaciones existentes en las especificaciones técnicas de diseño.

Ordenes de trabajo: Son instrucciones por escrito donde se describe las respectivas actividades a realizarse, por lo tanto, incluye todos detalles de los materiales consumibles, requerimientos del tipo del personal, etc. Posteriormente, se observa en la figura 2 un diseño en general del formato típico para realizar una orden de trabajo rutinario, por medio de un MP, es importante comentar que estos formatos se diseñan acorde a las necesidades de cada empresa, establecer un buen criterio de inspección a implementar, y la cronología de los activos en todas las áreas de trabajo, se debe tener bien claro el uso de los catálogos o especificaciones técnicas de todos los equipos.

CAPITULO 1

ANÁLISIS SITUACIONAL

1.1 Descripción técnica

1.1.1 Desarrollo de la investigación descriptiva

La empresa Rectificadora EMG-SAI, brinda un servicio técnico de maquinaria especializada en la máquina herramienta. Cuenta con un personal técnico especializado, comprometido en prestar soporte técnico a sus clientes. Sus máquinas herramientas son rectificadoras que mecanizan por abrasión, las cuales producen virutas y las herramientas que se utiliza son muelas abrasivas. Su proceso complementario es para dar un mejor acabado a las piezas. Estas piezas se rectifican por requerimientos de especificaciones técnicas de las medidas y tolerancias que deben cumplir las exigencias de las dimensiones de un elemento de diseño mecánico, geométrico o acabado superficial.

1.1.2 Equipos de la empresa Rectificadora EMG-SAL

Las rectificadoras están conformadas por un centro longitudinal que le permite la traslación de las piezas y de la muela abrasiva, y a su vez aporta el movimiento de rotación. Generalmente estas máquinas se utilizan en la rectificación de piezas de tipo planas, para ser mecanizadas dentro de la línea de producción en otras máquinas tales como tornos, fresadoras y pulidoras.

Rectificadora de posición frontal

La muela de la rectificadora “gira sobre el husillo vertical y genera un mecanizado de forma plana contra la pieza, conjuntamente realiza un movimiento rectilíneo” (Méndez, 2012)

Rectificadora de posición tangencial:

“Las muelas de la rectificadora giran sobre el husillo horizontal y se mueve en posición de canto sobre la pieza. En esta posición tangencial el movimiento es el desplazamiento circular y perpendicular” (Heller, 2022)

1.2 Desarrollo de la investigación explicativa en campo

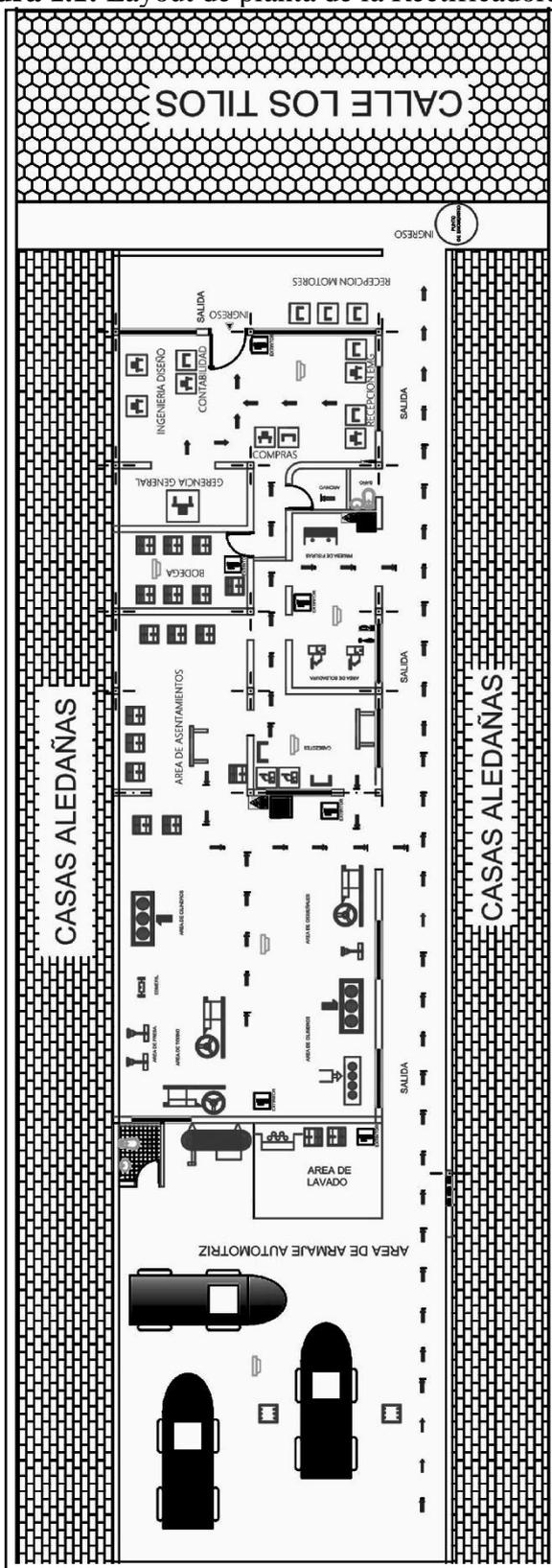
En este capítulo se elaboró en función de la estimación de los principios y criterios básicos

de los trabajos de campo para la correcta elaboración de la investigación, que se realizan en la Rectificadora “EMG-SAI”. A continuación, se presenta una descripción de la empresa y sus diferentes áreas de trabajo, con el fin de evaluar las líneas de producción y el desarrollo de las diferentes actividades en cada una de ellas. Estos detalles se pueden visualizar en el Layout o diagrama de la planta en la figura 1.1. Las áreas de trabajo incluidas en la evaluación son:

- ✓ Área de recepción de motores
- ✓ Áreas administrativas. Cuenta con centro de trabajos de oficina de ingeniería de diseño, contabilidad, gerencia general y compras.
- ✓ Área de recepción EMG
- ✓ Baños
- ✓ Archivo
- ✓ Bodega. Esta área cuenta con un extintor
- ✓ Área de soldadura, aquí se realizan pruebas de inspección de fisuras. Cuenta con un extintor.
- ✓ Área de asentamientos. Lado Norte del Layout, se encuentra el área de cilindros, esmeril de banco, área de fresado, área de torno, cuenta con un extintor. Lado sur del Layout, área de los cilindros y área de los cigüeñales.
- ✓ Área de los cabezotes
- ✓ Área de lavado, cuenta con un compresor de aire, un extintor, baño.
- ✓ Área de armado automotriz, cuenta con tres puestos de armado de cámara de combustión, motores de combustión y diésel, etc.

Se pueden observar, de manera muy clara la ubicación de todos los centros de trabajo administrativos, con las áreas de producción de las maquinas en estudio, desde la entrada hasta la salida.

Figura 1.1: Layout de planta de la Rectificadora



Fuente: “EMG-SAP”, elaborado por: Autores.

1.3 Análisis de uso de la pulidora de superficies planas

Máquina pulidora de cilindros de superficies planas: Es la que aporta endurecimiento y brillo a las piezas tratadas, para luego obtener un buen acabado, se emplea el trabajo llamado bruñido a las partes del cilindro.

La rectificadora pulidora de superficies planas consiste en el eje que es perpendicular como se indica en la figura 1.2 y un bruñido de cilindros con acabado profesionales se lo realiza con un proceso que consiste en una extensión de los respectivos rodillos de alto pulido fuera de la porta herramienta, cuando giran los, rodillos de pulido rozan contra la pieza cilíndrica y aplican cierta presión dando al material base un flujo frio. Esto corresponde a la rugosidad definida por los picos y valles de la superficie (ARSAM, 2000).

Figura 1.2: Máquina pulidora de superficies planas



Fuente: Elaborado por: Autores.

La máquina pulidora de superficies planas, dispone de soluciones únicamente logradas por sus componentes de rectificadores de tipo avanzados, esta característica le permite realizar ambas funciones principales de operaciones de reajuste, en los motores tipo blog, cabezotes de vehículos pesados y livianos, como el alisado y por supuesto la rectificación plana. Los materiales aguantan diferentes tipos de capacidades de rectificado, como son los aceros normales, aceros extras y lo que resisten rectificado de tipo plana (IMC, 2023).

A continuación, lista de todos sus componentes principales para realizar un proceso de rectificación según (Heller, 2023).

- Bancada
- Columna
- Cabezal
- Husillo
- Muela abrasiva
- Carro
- Mesa
- Plato.

1.4 Análisis de uso máquina fresadora Bridgeport

Máquina Fresadora Bridgeport: Como se muestra en la figura 1.3 es una fresadora de sentido vertical, es una máquina versátil que se usa para realizar diferentes tipos de mecanismos. Cuando se utilizan estas máquinas, las piezas se pueden desbastar, taladrar y eliminar el exceso, para mantener la pieza, de forma tal, que se pueda lograr darle forma, esta máquina es diseñada para cualquier proyecto metalmecánico, utilizando las herramientas de corte adecuadas (Heller, 2023).

La máquina fresadora vertical es una máquina que aportan grandes beneficios a los talleres que las utilizan, son fáciles de usar y no requieren de un operador capacitado para operarlo, al utilizar una fresadora vertical CNC, con un solo operario puede trabajar simultáneamente en diferentes máquinas gracias a la tecnología que aporta la misma (Heller, 2023).

Figura 1.3: Fresadora Bridgeport.



Fuente: Elaborado por: Autores.

Una fresadora realiza la función de mecanizar piezas de una determinada forma utilizando una fresa, el mecanizado es un método de fabricación que elimina materiales tanto por rectificado como por eliminación de virutas (Rivadeneira & Santacruz 2016).

Partes de una fresadora

- Base
- Control eje Z
- Control eje Y
- Control eje X
- Banco de trabajo
- Cambio de velocidad
- Motor.

1.5 Análisis de uso de la rectificadora de asientos de válvulas Av-100

Como se observa en la figura 1.4 es una máquina que, por medio de la traslación de la válvula, se realiza por medio de tres rodillos, que actúan de manera motorizados, siendo las válvulas desplazadas hacia el final de la carrera, para que el rodillo que se encuentra del lado superior de los tres inclinados, arrastra a la válvula de manera automática para que todas queden de la misma longitud de largo.

En el proceso de reacondicionamiento de las válvulas, se realiza sujetándola con la pinza que se encuentra en posición coaxial al husillo, la cual se encuentra equipada por un expulsor. A lo largo del carro, tiene una muela con husillo y un pivote, el cual puede girar alrededor de un eje vertical, la cual se encarga de mecanizar a las válvulas con diferentes tipos de ángulos de posición del asiento (Emerson Automation Solutions, 2019).

Figura 1.4: Rectificadora de Asientos de Válvula Modelo Av-100.



Fuente: Elaborado por: Autores.

Con el pasar del tiempo en el uso diario de la rectificadora, durante las actividades asignadas, se produce un desgaste entre el vástago y la guía de la válvula, así como también puede llegar a ver deformaciones en los desbastados de algunas válvulas. Por lo tanto, se procede a determinar la comprobación por un reloj comparador, que tiene como función, colocar su palpador en contacto con el contorno del casco de la válvula, cuando la válvula este colocado en su albergue, con estos parámetros se realiza la torcedura de la válvula sobre su propio eje,

visualizando si hay movimiento en el reloj comparador, en algunos casos el cabezal de la válvula o el vástago se encuentren deformados y es necesario reemplazarlas.

Cuando se realiza la fase de rectificado de asientos de válvulas se ejecuta, por la utilización de fresas o muelas abrasivas, cuyo ángulo de la inclinación coincide con las hojas, que son de 45° y su función es retirar material de los asientos de las válvulas para dejarlo de una forma lisa, de manera que la válvula ingrese sin ninguna obstrucción, para lograr obtener un buen asentamiento, se acopla en la guía de la válvula una varilla sobre el cual se gira la muela, el centro de la varilla debe adherirse con cuidado, pues es indispensable ya que depende de ello específicamente para que el rectificado salga correctamente (Emerson Automation Solutions, 2019).

1.6. Máquina pulidora de cilindros con piedra abrasiva

Es una máquina diseñada, específicamente para el cilindro de los blocks de motores y para cualquier otra aplicación industrial de precisión donde se requiere este tipo de operaciones. La construcción robusta de la máquina como se indica en la figura 1.5 proporciona una buena rigidez estructural, lo que garantiza un acabado superficial perfecto (COMEC, 2023).

Lleva un potente motor eléctrico que hace girar el sistema de alimentación de bruñido que involucra un tornillo giratorio de bola para la recirculación, con la ayuda de la pantalla táctil, que esta convenientemente ubicada frente al operador, es posible ingresar los parámetros de procesamiento deseados que luego, son procesados por el software incorporado que optimiza la velocidad y la rotación del bruñido, obteniendo los rangos para un mejor acabado (AMCO Machine, 2023).

1.6.1 Características principales de la máquina pulidora de cilindros:

- La mesa de la maquina puede girar 30 grados y 45 grados
- Modo de alambre de malla de 0 a 90 grados o alambre sin malla
- La mesa del equipo asciende y desciende fácilmente de una forma manual 0 a 180 mm
- Precisión inversa de 0-0,4 mm
- Diámetro del orificio afilado 170 mm

- Profundidad máxima del agujero afilado 320 mm.

Figura 1.5: Máquina pulidora de cilindros con piedra abrasiva.



Fuente: Elaborado por: Autores.

1.7 Torno de un metro Oxford

El torno es una herramienta fundamental para realizar los trabajos metalmecánicos en la empresa rectificadora “EMG-SAP”, tiene como finalidad realizar un torneado perfecto y eficaz de las diferentes piezas de metal, madera y plástico. En algunas ocasiones también se usa para pulir las piezas. Cuenta con una pieza mecánica que gira sobre su propio eje y así realizando movimientos rotativos, más conocidos como movimientos de trabajo, la cual, posee como herramienta de corte el desplazamiento Asia la pieza, por ende, existen algunos movimientos básicos del torno, que son: (NC Services, 2019):

- Movimiento de rotación
- Movimiento de avance
- Movimiento de penetración

Figura 1.6: Torno de un metro Oxford.



Fuente: Elaborado por: Autores.

1.7.1 Características Torno de un metro Oxford:

El torno Oxford de un metro de largo, establece de múltiples platos como se observa en la figura 1.6, para establecer la vinculación con la pieza que será sometida a mecanizado, para luego hacerla rotar en torno a un eje. La pieza se asegura al plato en un extremo y en el otro extremo se sujeta mediante al contrapunto. La colocación de la pieza en el plato se realiza, y luego se desplaza el contrapunto hasta que esté completamente ajustado contra la pieza. Las dimensiones del torno son de 3.180 x 980 x 1.640 mm y tiene un peso aproximado de 2.400 kg.

1.7.2 Partes del torno y sus mecanismos

- Bancada. Siendo una de las partes principales del torno.
- Cabezal móvil. Sostiene sobre la bancada y las guías que influyen en el proceso.
- La caja. Es la que se encarga de las velocidades de la rotación del plato.
- Cabezal.
- Carro portaherramientas.

1.8 Máquina rectificadora de cigüeñales

Esta máquina rectificadora serie MQ8260A, está elaborada para la rectificación de muñones principales de los cigüeñales y bielas de motores diésel y gasolina, el cabezal de piedra tiene un sistema de acercamiento rápido y la extracción se ejecuta mediante un mecanismo hidráulico como se indica en la figura 1.7, el sistema de lanzamiento puede ser manual o eléctrico, la mesa de trabajo se mueve hacia la derecha o izquierda mediante el control motorizado, dispone de cuatro velocidades de trabajo que se pueden conseguir elaborando entre la velocidad del motor y las poleas en el cabezal de trabajo (Machines y tools, 2023).

Parte principal de la máquina:

- La bancada
- Superficie plana o mesa
- Tablero de control
- Cabeza en posición perpendicular
- Elemento estructural vertical principal
- Sistema de control de temperatura

Figura 1.7: Máquina rectificadora de cigüeñales.



Fuente: Elaborado por: Autores.

1.9 Máquina rectificadora de brazos de biela

Es la encargada de la reconstrucción de agujeros que se encuentra en el buje de la biela y también en los bujes de bronce en los motores de gasolina o diésel. En ocasiones es

indispensable mandrilar y dar una rectificadora en los asientos de los bujes de la biela. Se puede mandrilar con una precisión exacta en los diferentes componentes mecánicos, además cuenta con diferentes componentes como se observa en la figura 1.8, por ejemplo, herramientas para una mejor centralización de ajustes precisos.

Partes de la rectificadora de biela Modelo TM8225:

- Mango selector de desplazamiento longitudinal
- Volante para fijación de la biela
- Estructura de sujeción de la biela
- Dispositivo hidráulico para elegir y controlar el movimiento de la mesa en dirección longitudinal
- Dispositivo de volante utilizado para realizar el desplazamiento transversal del soporte de fijación de la biela.
- Dispositivo de volante utilizado para realizar el desplazamiento longitudinal del soporte de fijación de la biela.
- Tablero de los pulsadores start/off/stop, son tipo de contacto simple en cada acción
- Manija de controles utilizada para ajustar los rangos de velocidades del avance longitudinal en el soporte de la biela.
- Eje base utilizado para conectar el husillo de perforación de la biela.

Figura 1.8: Rectificadora de brazos de biela.



Fuente: Elaborado por: Autores.

CAPÍTULO 2

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

2.1 Inventario de las maquinarias de la Rectificadora “EMG-SAI”:

Acorde a la información recopilada, se desarrolló el inventario de máquinas rectificadoras, que describe la cantidad y códigos de cada máquina en áreas de trabajo, ver Tabla 2.1, con ello, se identifica los equipos a intervenir en el proyecto.

Tabla 2.1 Inventario de máquinas rectificadoras.

		RECTIFICADORA EMG-SAI	
INVENTARIO DE MÁQUINAS RECTIFICADORAS			
Maquinarias	Códigos de equipos	Modelo	Cantidad
Máquina pulidora de cilindros en superficies planas	EMG-PUL-PLA	TXM 200 A THL MACHINE	1
Máquina pulidora de cilindros con piedra abrasiva	EMG-PUL-PIE	SCLEDYN	1
Máquina rectificadora de asientos de válvulas	EMG-REC-ASI	AV-100	1
Fresadora Bridgeport	EMG-FRE-VER	BRIDGERPORT	1
Torno de un metro Oxford 1	EMG-TOR-MET	OXFORD	1
Máquina rectificadora de cigüeñales	EMG-REC-CIG	M08260A	1
Rectificadora de brazos de biela	EMG-BRA-BIE	TM8225	1

Elaborada por: Autores.

2.2 Análisis de historial de fallas en maquinarias de la Rectificadora “EMG-SAI”:

Antes de elaborar un plan de mantenimiento de tipo preventivo, es importante entender y conocer bien, el funcionamiento según el fabricante, en caso de ser nuevo el equipo, y en caso, de ser equipos usados, su historial de fallas. Un historial de fallas, son documentos que revelan información muy importante, que ayudan a mejorar el desempeño y reduce altos costos operacionales. Estos aspectos revelados son patrones que sobresalen de las fallas, su causa raíz y las consecuencias económicas, ambientales y las que afectan la seguridad ocupacional asociada a cada desperfecto.

Primero se debe de entender bien en funcionamiento de las máquinas de acuerdo a sus parámetros de rendimiento con sus buenas condiciones de trabajo, es decir todo el contenido operativo, para establecer adecuadamente un plan de mantenimiento de tipo preventivo. Es fundamental detectar y definir muy bien las fallas funcionales, para determinar los esfuerzos necesarios para realizar el mantenimiento durante sus funciones críticas de las máquinas. A medida que se analiza el historial de fallas de cualquier equipo, se observa que no todos los desperfectos son de tipo crítico, esto indica que el esfuerzo y tiempo se debe enfocar en las funciones de la gravedad de las fallas que más afecten a la producción.

Cuando observamos a profundidad la causa raíz de cada avería en una máquina con sus respectivas consecuencias, se revela la forma en que se manifiesta la falla. La filosofía de acuerdo al lenguaje del mantenimiento basado en la confiabilidad, da algunos ejemplos en modo de fallas, los cuales podemos nombrar a continuación: desgastes en los rodamientos, contaminación en el aceite, holgura en los cojinetes, altas temperatura en el motor, desniveles muy claros, mal uso del equipo, etc. Cualquiera de los puntos antes mencionados, la máquina enuncia síntomas de fallas. Esta evaluación de la máquina informa de una sintomatología que se debe investigar la causa raíz, para aplicar un mantenimiento adecuado con su acción en cada modo de falla, y así se erradica o se minimiza las consecuencias de los desperfectos.

Se puede ver que las máquinas pueden expresarse a través de un historial de fallas, a continuación, se nombrara de una forma segregada los diferentes tipos de modos de fallas con sus respectivas causas raíz, la cual se le plasmara un análisis estadístico, para determinar

de qué manera ocurrieron. A continuación, registro de historial de fallas ocurridas en el área de producción de la rectificadora “EMG-SAI”:

1. Máquina pulidora de cilindros de superficies planas (EMG-PUL-PLA):

- El ventilador del motor no gira, se encuentra trancado.
- Fusibles quemados
- Cable de alimentación principal mordisqueado por un roedor.
- Vibración general en el equipo, la causa es porque el rotor se desgastó de manera desigual, generando un desequilibrio dinámico.

2. Torno de un metro Oxford (EMG-TOR-MET):

- Cambio de contactor tipo LC1D09M7 de 9 a 25 amperios de 220V.
- Cambio de relé marca Telemecanique de 70-10 modelo LRD14

3. Fresadora Bridgeport (EMG-FRE-VER).

- Proceso de recubrimiento metálico del eje y creación de la cuña.
- Realización del proceso de rectificación de las poleas X3.
- Realización de la tarea de reparación de la polea de velocidad variable.
- Ejecución de la reparación del controlador de velocidad.
- Realización de la reparación del eje ubicado en la polea frontal.
- Sustitución de los rodamientos SKF 6003, siendo dos de ellos en la parte delantera y uno en la parte trasera.

4. Máquina rectificadora de cigüeñales (EMG-REC-CIG).

- Solo cambio de fusibles.

El resto de las maquinarias se mantienen en condiciones operativas, es decir, no tienen registro por fallas. Esta información registrada es suficiente para justificar las necesidades de generar un plan de mantenimiento, una estrategia efectiva para lograr obtener un monitoreo de las condiciones, por medio de parámetros de calidad que relacione con la avería. Para diseñar un programa de mantenimiento, es necesario emplear un enfoque estadístico para el análisis de fallos, considerando las siguientes características como base:

- Ensayo de tipo predictivo
- Determinar la planificación del mantenimiento preventivo apropiado
- Determinar el tiempo ideal de sustitución de los elementos de máquina
- Estimación de costo del mantenimiento
- Diseñar un programa de mantenimiento.

La elaboración del plan de mantenimiento para una planta rectificadora, está basada en el diseño de instrucciones técnicas de mantenimiento. Se debe de recopilar primero todas las instrucciones técnicas de los fabricantes. Para elaborar un plan de mantenimiento con indicaciones, en un formato que incluya el registro del historial de fallas de todos los activos. Por lo tanto, la instrucción de mantenimiento es un conjunto de ordenes compuestas, por horas hombre, frecuencia, personal, descripción de las actividades, etc. En cada fase se detallan los pasos y actividades requeridas para gestionar de manera integral los procesos de mantenimiento preventivo.

Posteriormente, se presentan las indicaciones a seguir para crear un plan de mantenimiento:

- Determinación de las metas
- Selección a considerar de las máquinas que se incluyan en el plan
- Determinación de los costos
- Designar los responsables por área y ejecutores
- Determinar el tipo de disciplina para cada mantenimiento.

En la tabla 2.2 se muestra la codificación para cada descripción de las actividades a realizar con el tiempo estimado y en que frecuencias se debe realizar y personal que se encuentra apto para su óptimo mantenimiento.

Tabla 2.2: Instrucciones técnicas.



RECTIFICADORA EMG – SAI

FORMATO- MP-01

INSTRUCCIONES TÉCNICAS

CÓDIGO	DETALLES DE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN	PERIODICIDAD	COLABORADORES
LG-01	Aseo general	25 min	Diaria	Ayudante
CR	Reemplazo del líquido refrigerante	15 min	Semanal	Ayudante
LB-01	Aplicación de lubricante en la bancada	25 min	Semestral	Mecánico
RA-01	Verificación de los niveles de aire	15 min	Semestral	Ayudante
RL-01	Revisión de niveles de lubricación	1 hr	Semestral	Ayudante
IT-M01	Ajustes de tornillería	30 min	Mensual	Mecánico
IT-M02	Revisión y tensión de la cadena	30 min	Semanal	Operador
IT-M03	Revisión de tapas de cadenas y correas	30 min	Mensual	Mecánico
IT-M04	Revisión de reductor de velocidad	30 min	Anual	Operador
IT-M05	Inspección y ajuste de correas y poleas	1 hr	Semestral	Mecánico
IT-M06	Revisión de latonería y pintura	30 min	Anual	Mecánico
IT-M07	Pintar equipo	8 hr	Bianual	Mecánico
IT-M08	Ajustes de alineación de partes móviles	2 hr	Semanal	Mecánico
IT-M09	Revisión y limpieza de chumaceras	1 hr	Semanal	Mecánico
IT-M10	Revisión y verificación de engranajes	1 hr	Semanal	Mecánico
IT-M11	Cambio de correas	1 hr	Semestral	Mecánico
IT-M12	Cambio de poleas	2 hr	Semestral	Mecánico
IT-M13	Revisión y alineación	1 hr	Semanal	Mecánico
IT-M14	Inspección visual y verificación del estado del portaherramientas	2 hr	Mensual	Operador
IT-M15	Cambio de rodamientos	2 hr	Semestral	Operador
IT-M16	Cambio de cadenas y piñones	2 hr	Semestral	Mecánico
IT-E01	Revisión, ajustes y cambio de conexiones eléctricas	1 hr	Mensual	Mecánico

INSTRUCCIONES TÉCNICAS

CÓDIGO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	TIEMPO	FRECUENCIA	PERSONAL
IT-E02	Revisión de voltaje y amperaje	30 min	Mensual	Electricista
IT-E03	Revisión de motor eléctrico	1 hr	Semanal	Electricista
IT-E04	Revisión de las condiciones del cableado	30 min	Mensual	Electricista
IT-E05	Revisión de las acometidas eléctricas	30 min	Mensual	Electricista
IT-L01	Revisión del nivel de aceite del motor	30 min	Semanal	Electricista
IT-L02	Cambio de aceite	1 hr	Mensual	Ayudante o pasante
IT-L03	Revisión y lubricación de rodamientos	1 hr	Mensual	Ayudante o pasante
IT-L04	Revisión de fugas de aceite	30 min	Semanal	Ayudante o pasante
IT-L05	Revisión y lubricación de rodillos	1 hr	Semanal	Operador
IT-L06	Revisión y lubricación de piñones	1 hr	Mensual	Ayudante o pasante

Elaborado por: Autores.

- Todas las instrucciones técnicas mencionadas en la tabla 2.2, están organizadas en función del tiempo que constituyen el plan de mantenimiento. Estas tareas que se realizan antes de producirse una falla, que son consideradas como preventivas, están basadas en ciertas pautas en la reglamentación de carácter legal, que obliga a realizar todas las instrucciones de ciertas operaciones con una determinada frecuencia. De manera resumida, una explicación de las descripciones correspondientes a las actividades en general a realizar:
- Limpieza general: Realizar la limpieza y aplicación de aceite en todas las piezas pulidas de la máquina, así como en los elementos de control y las guías de desplazamiento. Limpiar el cojinete y eliminar la suciedad del asiento utilizando gasolina o queroseno al realizar el cambio de aceite.
- Ajuste de tornillería: limpiar los materiales esparcidos alrededor de la trituradora y

verificar si los tornillos están sueltos en la parte de acoplamiento del motor y la caja reductora.

- Lubricación: el personal realiza la actividad con dispositivos o llamados Graseras manuales de lubricación que estén totalmente libres de polvo alguno, para ser conectadas en puntos roscados de lubricación o (Boquillas roscadas) de aproximadamente de ¼ de pulgada a 1/8 de pulgadas de diámetro, para el debido engrase de la máquina.

Para el torno de un metro revisar la tabla 2.3 de recomendación, para cantidades de lubricantes por puntos de lubricación.

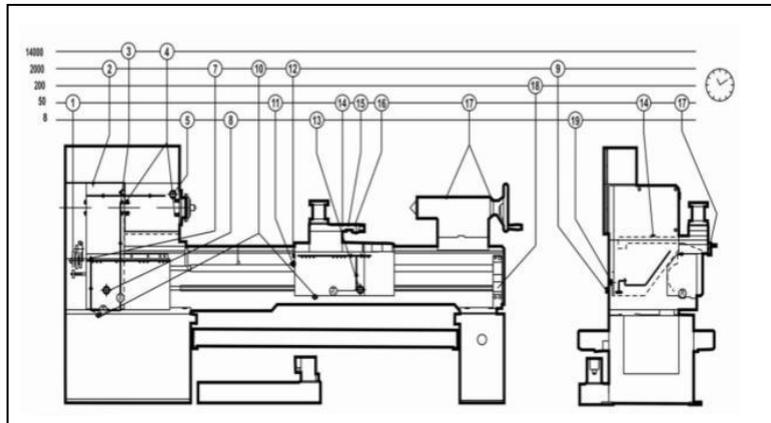
Tabla 2.3: Cantidades de proporción en puntos de lubricación torno.

		RECTIFICADORA EMG – SAI		FORM- MP-02
PROCEDIMIENTO LUBRICACION				
EQUIPO:	TORNO DE UN METRO OXFORD	CÓDIGO:	EMG-TOR-MET	
COMPONENTES DE LA MÁQUINA	UBICACIONES PARA LA LUBRICACIÓN	CLASE DE LUBRICANTE	CAMBIOS POR HORAS	MAGNITUD dm3
SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE VELOCIDAD DEL HUSILLO Y CABEZAL	3 – 4	XCCHB 2	14000 (2 AÑOS)	8
	5 - 9 – 19	FC 46	2000 (1 AÑO)	
CONTRAPUNTO	17	G 46	X	0,03
CARRO DE PORTA – HERRAMIENTAS	10 - 11 - 12 -13	FC 100	2000 (1 AÑO)	2
VÍAS DE DESLIZAMIENTO	14 - 15 - 16 - 17	G 46	X	0,05
TRANSMISIÓN	7 - 8 – 10	FC 46	2000 (1 AÑO)	4

Fuente. Elaborada por: Autores.

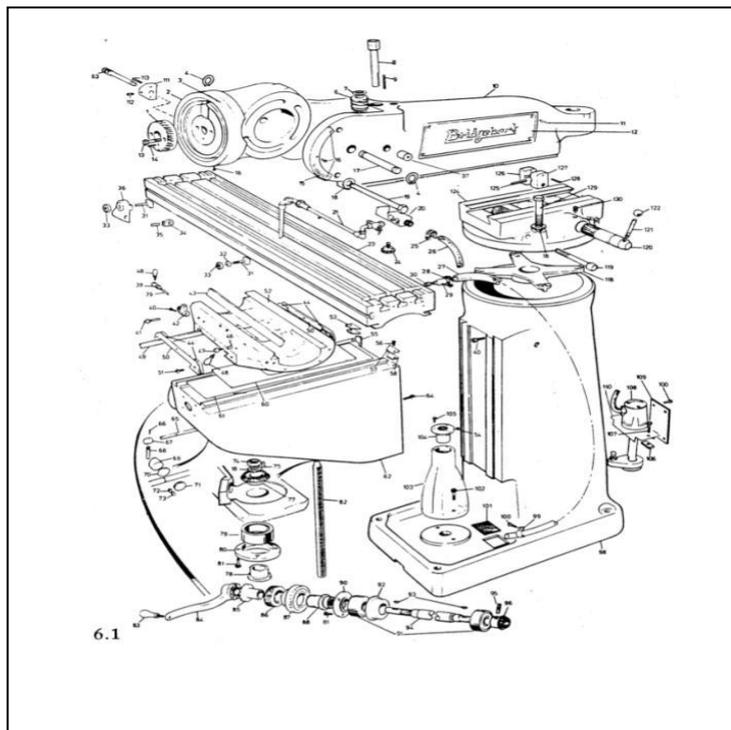
Como se muestra en la figura 2.1, cada número indica la ubicación de todos los puntos de lubricación del equipo e identifica la frecuencia con las cantidades para ser ejecutadas y en la figura 2.2 indica los puntos de lubricación de la fresadora Bridgeport.

Figura 2.1: Torno de un metro Oxford. Ubicación según plano de los Puntos de lubricación.



Fuente: (Dixon, 2016)

Figura 2.2: Fresadora Bridgeport. Ubicación según plano de los Puntos de lubricación.



Fuente: Dixon et al. (2016).

La tabla 2.4, detalla los puntos de lubricación que se encuentran en la fresadora Bridgeport.

Tabla 2.4: Proporción en puntos de lubricación fresadora Bridgeport.

		RECTIFICADORA EMG – SAI		FORM- MP-04
PROCEDIMIENTO LUBRICACION				
EQUIPO:	FRESADORA BRIDGEPORT	CÓDIGO:	EMG-FRE-VER	
PARTES DE MÁQUINA		TIPO DE LUBRICANTE	FRECUENCIA DE CAMBIO HORAS	CANTIDAD dm3
LEVA DE LA POLEA		VACTRA MEDIO PESADO	DOS VECES POR SEMANA	5
RODAMIENTO DE GIRO		VACTRA MEDIO PESADO	DOS VECES POR DÍA	LLENADO TOTAL
RODAMIENTO DEL HUSILLO			DOS VECES POR DÍA	LLENADO TOTAL

Fuente: Elaborada por: Autores.

La tabla 2.5, muestra las partes de lubricación en la fresadora Bridgeport, necesarias para ser la evaluación del equipo de mantenimiento preventivo de la planta. Se puede evaluar el tipo de lubricante, la frecuencia con la que se debe realizar en las partes de máquina y sus cantidades aproximadas.

Tabla 2.5: Partes Fresadora Bridgeport



RECTIFICADORA EMG - SAI FRESADORA BRIDGEPORT PARTES A LUBRICAR MP					
No.	PARTE	No.	PARTE	No.	PARTE
1	Engrane del husillo	45	Tornillo de soporte	89	Tornillo de ajuste
2	Adaptador RAM	46	Embolo de bloqueo	90	Pin retenedor
3	Adaptador escala	47	Tornillo de bloqueo	91	Cojinete sellado
4	Anillo de seguridad	48	Perno de bloqueo	92	Casquillo cojinete
5	Tornillo horizontal	49	Placa guía	93	Llave No. 07
6	Tornillo vertical	50	Placa limpiadora	94	Eje elevación de 12"
7	Arandela de tornillo	51	Tornillo 10 32x1/2"	95	Tornillo de fijación
8	Eje vertical sin fin	52	Base soporte	96	Piñón biselado
9	Tornillo 3/16"x2"	53	Columna Izquierda	97	Tornillo de 10"x1/4"
10	Ram	54	Tornillo 1/8" BSP x 3/8"	98	Columna
11	Remaches	55	Columna de apoyo	99	Clip N5
12	Placas RAM	56	Tornillo 1/4" UNC 1/2"	100	Rosca 10-24x5/8"
13	Tornillo UNF 5/16"	57	Columna derecha	101	Filtro
14	Pasador 3/8"x1 1/2"	58	Placa soporte	102	Tornillo 3/8"-16x1"
15	Placa de ángulo	59	Tornillo hueco	103	Alojamiento
16	Tornillo de accionamiento	60	Placa guía	104	Tornillo de elevación
17	Pasador pivote	61	Placa guía	105	Tornillo de 1/4"-20x1/4"
18	Arandela biselada	62	Rodillo de 12"	106	Barra de sujeción
19	Perno de bloqueo	63	Rotación cabeza	107	Tornillo UNC de 1/4"
20	Soporte de grifo	64	Tornillo de apriete	108	Bomba de lubricación
21	Grifo LP398	65	Eje bloqueo	109	Cubierta de columna
22	Grigo	66	Pasador cónico de 1"	110	Placa de montaje
23	Tabla	67	Bloqueo principal	111	Bloque de paro
24	Tornillo y pomo	68	Manija eje bloqueo	112	Embolo de resorte
25	Abrazadera	69	Embolo de bloqueo	113	Tornillo UNCx1/2"-24
26	Manguera plástica de 1/2"	70	Espaciador	114	Tornillo hueco
27	Manguera plástica de 3/4"	71	Tapón de soporte	115	Tornillo de ajuste

No.	PARTE	No.	PARTE	No.	PARTE
28	Abrazadera de 1"	72	Tornillo de ajuste	116	Tornillo de 3/8"-20
29	Adaptador de gas	73	Tornillo 5/16". 18	117	Cavidad hueca
30	Agujero para refrigerante	74	Tuerca de 1/2"	118	Araña
31	Perno de parada	75	Llave 3/16"x7/8"	119	Perno de bloqueo
32	Pieza retenedora	76	Tornillo de ajuste	120	Piñón de carnero
33	Tuerca hexagonal	77	Engranaje cónico	121	Manivela piñón
34	Cuello retenedor	78	Casquillo del cojinete	122	UNC 3/8"x16x1/4"
35	S.S.S 1/4"x20x1/4"	79	Rodamiento tipo bolas	123	Rosca 1/4"-10x20
36	Paro abrazadera	80	Anillo retenedor	124	Torreta
37	Acople	81	Tornillo hueco 1/4"	125	Barra de sujeción
38	Perno de bloqueo	82	Tornillo elevador	126	Abrazadera
39	Embolo de bloqueo	83	Manivela	127	Tornillo Abrazadera
40	Tornillo hueco 3/8"	84	Manivela de elevación	128	Pasador
41	Tornillo de ajuste	85	Embrague del eje	129	Pin de bloqueo
42	Soporte de mesa	86	Tuerca de bloqueo	130	Tornillo de piñón
43	Placa guía	87	Dial de graduación	131	Llave de caja 1 1/4"
44	Limpiador de viruta	88	Soporte dial	132	

Fuente: Dixon et al. (2016).

- Realizar una inspección visual y verificar la guía del cabezal fijo. Es importante comprobar el estado y la sujeción del disco abrasivo. Se debe de considerar con mayor cuidado todas las precauciones específicas de seguridad para la rueda del esmeril. La vibración de la polea y observar vibraciones generales nivel de ruido cuando equipo se encuentre en funcionamiento. Medición de la temperatura en los motores y elementos mecánicos rotativos. Comprobar los niveles de vibración y su desplazamiento relativo del cojinete.

A continuación, el desarrollo de un marco de la implementación de un manual de mantenimiento, se ejecutará como un plan de mantenimiento, lo cual se estable como una estrategia para controlar, por medio de acciones de mantenimiento programadas tras

comprobar el desgaste de forma natural de los equipos. En la tabla 2.6, se indica, las diferentes actividades del mantenimiento a ejecutar de las maquinas rutinario durante el año 2023.

Tabla 2.6: Procesos y procedimientos para realizar plan de mantenimiento preventivo

		RECTIFICADORA EMG-SAI												
		PROGRAMACION DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO/RUTINARIO 2023												
CODIGO DEL EQUIPO	IT	F	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EMG-TOR-MET	LG-01	D	█											
	CR-01	S	█											
	LB-01	S	█											
	RA-01	SE	█											
EMG-PUL-PLA	LG-01	D		█										
	CR-01	S		█										
	LB-01	S		█										
	RA-01	SE		█										
EMG-FRE-VER	CR-08	D			█									
	CR-09	S			█									
	CR-10	S			█									
	CR-11	SE			█									
EMG-REC-CIG	CR-12	D				█								
	CR-13	S				█								
	CR-14	S				█								
	CR-15	SE				█								
EMG-PUL-PIE	CR-16	D					█							
	CR-17	S					█							
	CR-18	S					█							
	CR-19	SE					█							
EMG-REC-ASI	CR-20	D						█						
	CR-21	S						█						
	CR-22	S						█						
	CR-23	SE						█						
EMG-BRA-BIE	CR-24	D							█					
	CR-25	S							█					
	CR-26	S							█					
	CR-27	SE							█					

Nota: D (Día), S (Semana), M (Mes), A (Anual), SE (Semestral), F (Frecuencia). Revisar tabla de códigos de equipos.

Fuente: Elaborado Por: Autores.

Descripción de procesos y procedimientos para realizar, un plan de mantenimiento programado para el equipo llamado torno de un metro Oxford, son las siguientes:

- Actividad diaria: Es necesario activar el sistema de lubricación central del carro portaherramientas y los carriles de guía. Se sugiere verificar el nivel de aceite y realizar una limpieza exhaustiva del husillo y de la estructura del equipo utilizando un adecuado cepillo. Es crucial asegurarse de que no exista objetos o herramientas en las partes móviles. Además, es importante verificar el movimiento suave de la manivela longitudinal, transversal y del contrapunto.
- Actividades mensuales: Realizar la limpieza de la guía del carro transversal utilizando un cepillo que disponga de cerdas de nylon. Realizar la limpieza y aplicación de lubricante en las guías. Limpiar del motor y de los engranajes. Ajustar los tornillos y tuercas en toda la estructura del husillo. Verificar y examinar cualquier ruido o posible irregularidad en las condiciones de funcionamiento.
- Actividades semestrales: Realizar una inspección minuciosa de todas las operaciones. Verificar la tensión de las bandas del motor aplicando una presión constante, asegurándose de que el desplazamiento máximo sea de 5 mm. Inspeccionar la alineación del contrapunto y ajustar el tornillo correspondiente hasta que se posicione con la marca referencial de la placa. Revisión y ajuste de la holgura de los engranajes.

Aplicar lubricación a los rodamientos y llevar a cabo pruebas predictivas para analizar las vibraciones, tanto en condiciones dinámicas como estáticas, durante el funcionamiento del equipo. Realizar una inspección y limpieza meticulosa del motor eléctrico, garantizando su correcta alineación y transmisión. Realizar una revisión exhaustiva de la caja de velocidades y el embrague. Llevar a cabo una inspección detallada del sistema eléctrico en su conjunto, incluyendo componentes como el relé térmico, contactores, señales, bobinas y sensores.

Descripción de los procesos y procedimientos para realizar, un plan de mantenimiento programado para el equipo denominado como fresadora Bridgeport, son las siguientes:

- Actividades diarias: con el accionamiento de la bomba de lubricación, realizar el llenado de los puntos de lubricación según procedimiento. Al finalizar las actividades del día, se debe de remover la viruta encontrada en el husillo y la broca, empleando el uso de un cepillo de cerdas de nylon. Después de realizar una limpieza adecuada, es importante verificar el funcionamiento correcto del husillo y evaluar el estado de las herramientas. Se debe realizar una inspección del nivel de aceite y asegurarse de que las mangueras de conexión, abrazaderas y otros componentes relacionados estén en buen estado.
- Actividades mensuales: Se debe verificar los niveles de ruido del equipo en funcionamiento. Se procede a realizar una limpieza exhaustiva del interior de la fresa. Se realiza una inspección minuciosa de las velocidades del cabezal tipo "J".
- Actividades semestrales: Es recomendable realizar ajustes en la holgura del tornillo guía en ambas direcciones, como la longitudinal y transversal. Además, se debe realizar una verificación del estado de la cuña que asegura la bancada. Es importante inspeccionar y evaluar el estado del limpiador de virutas y el carril guía. Asimismo, se deben revisar los carriles guías verticales y verificar el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Verificar la tensión de las correas del motor asegurándose de mantener una presión constante en el centro de las mismas, con un desplazamiento máximo de aproximadamente 5 mm.

Realizar mantenimiento preventivo en el sistema eléctrico, el cual incluye los relés térmicos cuya función principal es proteger el motor de sobrecargas prolongadas y débiles, así como los sensores de contacto, contactores y bobinas. Se sugiere llevar a cabo una inspección exhaustiva de todos los componentes eléctricos, realizando mediciones del voltaje a la entrada y salida al menos una vez al año.

- Actividades anuales: cambio de aceite hidráulico HD 46 Texaco, Chevron, Exxon Mobil, etc., engrasar los rodamientos. Realizar una inspección minuciosa y limpieza del motor eléctrico, así como verificar el estado de los rodamientos, realizar la alineación adecuada y asegurar una transmisión óptima. Además, se debe llevar a

cabo un mantenimiento general del sistema eléctrico.

Descripción de procesos y procedimientos para construir, un plan de mantenimiento programado para la máquina rectificadora de cigüeñal, son las siguientes:

- Actividades diarias: limpieza general por lo menos un tiempo aproximado de 20 minutos, uso de ayudante mecánico SQ, y cambio de refrigerante.
- Actividades semanales: se lubrica todos los puntos de lubricación de la bancada, duración en un tiempo aproximado de 20 minutos.
- Actividades semestrales: limpieza con ayudante mecánico RA-D1 a todos los elementos mecánicos involucrados en el sistema. Revisión de los niveles de aire, racores neumáticos, mangueras, electroválvulas, cilindros neumáticos, sensores de contacto. En un tiempo aproximado de 20 minutos.

Descripción de procesos y procedimientos para elaborar, un plan de mantenimiento programado para la máquina rectificadora de cilindros de superficies planas y de piedra abrasiva, son las siguientes:

- Actividades diarias: se divide en varias actividades que se realiza de manera simultánea. 1. Realizar inspección: verificación de la fijación de todos los topes recorridos. Analizar las condiciones de la conexión eléctrica. 2. Limpieza: Al terminar la jornada de trabajo, se debe de proceder a limpiar todas las partes del equipo, con los materiales y herramientas adecuadas. 3. Lubricación: Se debe de verificar el nivel en que se encuentra el aceite en el depósito del cabezal en el husillo, en la caja y en la bomba de lubricación. Se debe completar en caso de que lo amerite.
- Actividades semanales: se debe de lubricar lo tornillos ubicados de lado longitudinal y los tornillos ubicados del lado transversal. Se debe de proceder a limpiar muy bien y de manera cuidadosa todas las partes que constituyen el equipo.
- Actividades trimestrales: esta actividad se realiza, utilizando un multímetro, para medir el consumo de corriente en el motor principal.
- Actividades semestrales: se debe de limpiar el filtro del sistema de refrigeración. Se

debe de ajustar los tornillos ubicados del lado de la mesa longitudinal y del lado de la mesa transversal. Se realiza una fase de mantenimiento preventivo especial, las cuales son: realizar un cambio de aceite del cabezal del husillo y cambiar el aceite de la caja.

- Actividades anuales: se debe realizar una inspección minuciosa de los pernos de fijación, revisión de todas las partes mecánicas y revisión general de todas las conexiones eléctricas y motores principales.

Descripción de procesos y procedimientos para elaborar, un plan de mantenimiento programado para la máquina rectificadora de bielas y asiento de válvulas, son las siguientes:

- Actividades diarias en rectificadora de bielas: se realiza revisión de los niveles del aceite hidráulico para no obtener valores muy altos de las frecuencias de las fallas como se indica en la tabla 2.7. Se debe verificar el drenaje de la taladrina. Se debe de comprobar el nivel de la taladrina. Se debe limpiar toda la máquina. Chequear en todo momento el depósito de engrase de la ménsula, guías y cabezal (Se chequea el nivel hasta la mitad del indicador).

Tabla 2.7: Factores de frecuencia de fallas en el año.

FACTORES DE FRECUENCIA DE FALLAS EN EL AÑO		
DESCRIPCION	PONDERACION	
F>3 VECES AL MES	5	SUPERIOR A 15
PROBABLE ENTRE 1 - 2 AÑOS	4	ENTRE 13 Y 14
POSIBLE EVENTO EN 3 AÑOS	3	ENTRE 10 Y 12
IMPROVABLE EVENTO EN 3 AÑOS	1	INFERIOR A 5

Fuente: Romero (2017).

CAPÍTULO 3

3.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EMPRESA

En la figura 3.1 se puede observar, el formato de la ficha con datos técnicos de la máquina pulidora de cilindros, la cual describe todas las características del equipo. Suministrado por la planta rectificadora “EMI-SAI” por medio de la ficha técnica:

Figura 3.1: Máquina pulidora de cilindros

	EMG-SAI Ingeniería Estructural y Construcciones Solución Automotrices e Industriales		CODIGO EM-SAI-15				
			VERSIÓN: 001				
	ÁREA: Mantenimiento						
Nombre del formato de registro: Ficha técnica							
REALIZADO POR:							
			FECHA	xxxxxx			
MAQUINA O EQUIPO: Maquina Pulidora de Cilindros							
FABRICANTE: China			UBICACIÓN				
MODELO: 3MB9817			AREA				
MARCA: Scledyn			CODIGO DE INVENTARIO				
CARACTERISTICAS GENERALES							
PESO	1000 Kg	ALTURA	1920 mm	ANCHO	1670 mm	LARGO	1640 mm
PARÁMETROS TÉCNICOS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
Diámetro máximo del agujero pulido		25 - 170 mm					
Profundidad máxima del agujero pulido		320 mm					
Velocidad del eje (4 pasos)		120 y 160 de 225 de 290					
Accidente cerebrovascular (3 pasos)		35 44 65 s/min					
Potencia del motor principal		1.5 kw					
Potencia del motor de la bomba de enfriamiento		0.125 kw					
Máquina que funciona dentro de las dimensiones de la cavidad		1400x870 mm					
FUNCIÓN							
Máquina pulidora de cilindros verticales 3mb9817, la máquina se utiliza principalmente para pulir cilindros de motor de una sola línea y cilindros de motor en V de motocicletas y tractores y también para otros agujero de elementos de máquina.							
CARACTERÍSTICAS							
1. La mesa de la máquina puede cambiar el accesorio 0°, 30°, 45°							
2. La mesa de la máquina se sube y baja manualmente de 0 a 180 mm.							
3. Precisión inversa 0-0.4 mm.							
4. Seleccionar alambre de malla grado 0° - 90° o no malla-alambre.							
5. Velocidad recíproca de arriba y abajo 0-30 m/min.							
6. El rendimiento de la máquina es fiable y utiliza ampliamente el pulido, el funcionamiento fácil y la alta productividad.						Buena	

Fuente: Elaborado por: EMG-SAI (2020).

3.2 EJECUCIÓN DE ORDEN DE TRABAJO PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.2.1 Fresadora Bridgeport

La tabla 3.1, muestra los valores aproximados con respecto a los factores de frecuencia de fallas que pueden ocurrir durante el año aproximadamente. Es aplicada para la definición de los planes de mantenimiento, y así incorporar la implementación de la nueva metodología a ser utilizada. Por otra parte, se debe de evaluar estos factores de frecuencia para todo tipo de activo presente en la planta de producción.

Tabla 3.1: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Fresadora Bridgeport.

		RECTIFICADORA EMG – SAI	FORM- MP-05
EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	FRESADORA BRIDGEPORT	CÓDIGO:	EMG-FRE-VER
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
Cambio de refrigerante	CR	Paso 1: Revisión de los niveles de refrigerante, bajo una inspección visual	N/A
		Paso 2: Se realiza el proceso de purgado del sistema, así como la extracción del refrigerante usado.	Materiales: trapos industriales herramientas de trabajo: alicate, pinzas y un envase para retirar el refrigerante usado.
		Paso 3: Realizar una limpieza del tanque utilizando agua a alta presión.	Equipo: uso de hidrojet
		Paso 4: Se procede a llenar el tanque de la máquina con refrigerante nuevo.	Materiales: refrigerante 1 galón

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	FRESADORA BRIDGEPORT	CÓDIGO:	EMG-FRE-VER
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
Revisión, ajustes y cambio de conexiones eléctricas	IT-E01	Paso 1: Desmontaje del protector ubicado en la parte posterior.	Herramientas: alicate, pinzas, juego de llaves, juego de destornilladores
		Paso 2: Revisión visual del estado de los fusibles y cableados.	N/A
		Paso 3: En caso de que los fusibles se encuentren en mal estado o con sulfatos de oxido se procede a una limpieza.	Materiales: trapos industriales Herramientas: pinza, alicate
		Paso 4: Cambio del fusible en corto, en caso de cables que sufran desgaste o desgarros proceder al cambio inmediato	Herramientas: pinza, alicate
Cambio de aceite	IT-L02	Paso 1: Revisión de los niveles de aceite, bajo una inspección visual	N/a
		Paso 2: Se procede a revisar el estado del aceite	N/A
		Paso 3: En caso de que el aceite presente un estado inadecuado retirarlo y lavar el depósito con solo agua con mucha presión	Equipo: uso de hidrojet Materiales: trapos industriales Herramientas: alicate, pinzas y un envase para retirar el aceite usado



RECTIFICADORA EMG – SAI	FORM- MP-05
-------------------------	-------------

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	FRESADORA BRIDGEPORT	CÓDIGO:	EMG-FRE-VER
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
		Paso 4: En casos de que se retiró el aceite del depósito, se procede a llenar la reserva de la máquina con un nuevo aceite, si no presenta signos de contaminación y su nivel es bajo, proceda a completarlo.	Materiales: aceite
Cambio de correas	IT-M11	Paso 1: Desmontaje del protector y revisión visual del estado de la banda	N/A
		Paso 2: En caso que la banda presente roturas o cristalizaciones se procederá a retirarla para su respectivo cambio	Herramientas: juego de llaves
		Paso 3: Desmontar el templador de la banda, por lo general estas máquinas disponen solo de un templador.	Herramientas: juego de llaves
		Paso 4: Limpieza y montaje de la banda nueva que recomienda el fabricante.	Materiales: trapos industriales Herramientas: alicate, pinzas, juego de llaves y destornilladores
Fecha de realización:			
Revisado por:			
Observaciones:			

Fuente: Elaborado Por: Autores.

3.2.2 Máquina Pulidora de Cilindros con Piedra Abrasiva

La tabla 3.2, muestra los valores aproximados con respecto a los factores de frecuencia de fallas que pueden ocurrir durante el año aproximadamente. Es aplicada para la definición de los planes de mantenimiento, y así incorporar la implementación de la nueva metodología a ser utilizada. Por otra parte, se debe de evaluar estos factores de frecuencia para todo tipo de activo presente en la planta de producción.

Tabla 3.2: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Máquina Pulidora de Cilindros con Piedra Abrasiva.

		RECTIFICADORA EMG – SAI		FORM- MP-05
EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP				
EQUIPO:	MÁQUINA PULIDORA DE CILINDROS CON PIEDRA ABRASIVA		CÓDIGO:	EMG-PUL-PIE
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS	
Cambio de refrigerante	CR	Paso 1: Revisión de los niveles de refrigerante, bajo una inspección visual	N/A	
		Paso 2: Se realiza el proceso de purgado del sistema, así como la extracción del refrigerante usado.	Materiales: trapos industriales herramientas de trabajo: alicate, pinzas y un envase para retirar el refrigerante usado.	
		Paso 3: Realizar una limpieza del tanque utilizando agua a alta presión.	Equipo: uso de hidrojet	
		Paso 4: se procede a llenar el tanque de la máquina con refrigerante nuevo.	Materiales: refrigerante 1 galón	

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	MÁQUINA PULIDORA DE CILINDROS CON PIEDRA ABRASIVA	CÓDIGO:	EMG-PUL-PIE
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
Cambio de rodamientos	IT-M15	Paso 1: Revisión del estado del rodamiento.	N/a
		Paso 2: Si el rodamiento se encuentra en mal estado se procede a retirarlo	Materiales: trapos industriales
		Paso 3: Se procede a una limpieza de la máquina antes del cambio del rodamiento	Materiales: rodamiento N/a
		Paso 4: Si el rodamiento se encuentra en mal estado se procede a retirarlo	Herramientas: juego de llaves
Cambio de aceite	IT-L02	Paso 1: Revisión de los niveles de aceite, bajo una inspección visual	N/a
		Paso 2: Se procede a revisar el estado del aceite	N/A
		Paso 3: En caso de que el aceite presente un estado inadecuado retirarlo y lavar el depósito con solo agua con mucha presión	Equipo: uso de hidrojet Materiales: trapos industriales Herramientas: alicate, pinzas y un envase para retirar el aceite usado



RECTIFICADORA EMG – SAI	FORM- MP-05
-------------------------	-------------

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	MÁQUINA PULIDORA DE CILINDROS CON PIEDRA ABRASIVA	CÓDIGO:	EMG-PUL-PIE
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
		Paso 4: En casos de que se retiró el aceite del depósito, se procede a llenar la reserva de la máquina con un nuevo aceite, si no presenta signos de contaminación y su nivel es bajo, proceda a completarlo.	Materiales: aceite
Cambio de correas	IT-M11	Paso 1: Desmontaje del protector y revisión visual.	Herramientas: juego de destornilladores y llaves
		Paso 2: En caso que la banda presente roturas o cristalizaciones se procederá a retirarla para su respectivo cambio	Herramientas: juego de llaves
		Paso 3: Desmontar el templador de la banda.	Herramientas: juego de llaves
		Paso 4: Limpieza y montaje de la banda nueva que recomienda el fabricante.	Materiales: trapos industriales Herramientas: alicate, pinzas, juego de llaves y destornilladores
Fecha de realización:			
Revisado por:			
Observaciones:			

Fuente: Elaborado Por: Autores.

3.2.3 Máquina Pulidora de Cilindros en Superficies Planas

La tabla 3.3, muestra los valores aproximados con respecto a los factores de frecuencia de fallas que pueden ocurrir durante el año aproximadamente. Es aplicada para la definición de los planes de mantenimiento, y así incorporar la implementación de la nueva metodología a ser utilizada. Por otra parte, se debe de evaluar estos factores de frecuencia para todo tipo de activo presente en la planta de producción.

Tabla 3.3: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento de una Máquina Pulidora de los Cilindros de superficies planas.

		RECTIFICADORA EMG – SAI		FORM- MP-05
EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP				
EQUIPO:	MÀQUINA PULIDORA DE CILINDROS EN SUPERFICIES PLANAS.		CÓDIGO:	EMG-PUL-PLA
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS	
Cambio de refrigerante	CR	Paso 1: Revisión de los niveles de refrigerante, bajo una inspección visual	N/A	
		Paso 2: Se realiza el proceso de purgado del sistema, así como la extracción del refrigerante usado.	Materiales: trapos industriales herramientas de trabajo: alicate, pinzas y un envase para retirar el refrigerante usado.	
		Paso 3: Realizar una limpieza del tanque utilizando agua a alta presión.	Equipo: uso de hidrojet	
		Paso 4: se procede a llenar el tanque de la máquina con refrigerante nuevo.	Materiales: refrigerante 1 galón	

**EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO.
ACCIONES PARA REALIZAR MP**

EQUIPO:	MÀQUINA PULIDORA DE CILINDROS EN SUPERFICIES PLANAS.		CÓDIGO:	EMG-PUL-PLA
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS	
Cambio de correas	IT-M11	Paso 1: Desmontaje del protector y revisión visual del estado de la banda.	Herramientas: Juegos de destornilladores y llaves	
		Paso 2: En caso de visualizar roturas o cristalizaciones se procede a su cambio.	Herramientas: Juego de llaves	
		Paso 3: Desmontar el templador de la banda.	Herramientas: Juego de llaves	
		Paso 4: Limpieza y montaje de la banda nueva.	Materiales: Trapos industriales Herramientas: Alicates, pinzas, juego de destornilladores y llaves	
Cambio de aceite	IT-L02	Paso 1: Revisión de los niveles de aceite, bajo una inspección visual	N/a	
		Paso 2: Se procede a revisar el estado del aceite	N/A	
		Paso 3: En caso de que el aceite presente un estado inadecuado retirarlo y lavar el depósito con solo agua con mucha presión	Equipo: uso de hidrojete Materiales: trapos industriales Herramientas: alicates, pinzas y un envase para retirar el aceite usado	

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	MÁQUINA PULIDORA DE CILINDROS EN SUPERFICIES PLANAS.	CÓDIGO:	EMG-PUL-PLA
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
		Paso 4: En casos de que se retiró el aceite del depósito, se procede a llenar la reserva de la máquina con un nuevo aceite, si no presenta signos de contaminación y su nivel es bajo, proceda a completarlo.	Materiales: aceite
Revisión, ajustes y cambio de conexiones eléctricas	IT-E01	Paso 1: Desmontaje del protector ubicado en la parte posterior.	Herramientas: juego de llaves y destornilladores, pinzas y alicates
		Paso 2: Revisión visual del estado de los fusibles y cableados	N/A
		Paso 3: En caso de los fusibles se encuentren en mal estado o con sulfato de oxido se proceda a una limpieza.	Herramientas: Pinza, alicate Materiales: Trapos industriales
		Paso 4: Cambio del fusible en corto.	Herramientas: alicate, pinzas, juego de llaves y destornilladores
Fecha de realización:			
Revisado por:			
Observaciones:			

Fuente: Elaborado Por: Autores.

3.2.4 Máquina Rectificadora de Asientos de Válvulas

La tabla 3.4, muestra los valores aproximados con respecto a los factores de frecuencia de fallas que pueden ocurrir durante el año aproximadamente. Es aplicada para la definición de los planes de mantenimiento, y así incorporar la implementación de la nueva metodología a ser utilizada. Por otra parte, se debe de evaluar estos factores de frecuencia para todo tipo de activo presente en la planta de producción.

Tabla 3.4: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Máquina Rectificadora de asientos de válvulas

		RECTIFICADORA EMG – SAI		FORM- MP-05
EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP				
EQUIPO:	MÀQUINA RECTIFICADORA DE ASIENTOS DE VÁLVULAS		CÓDIGO:	EMG-REC-ASI
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS	
Cambio de refrigerante	CR	Paso 1: Revisión de los niveles de refrigerante, bajo una inspección visual	N/A	
		Paso 2: Se realiza el proceso de purgado del sistema, así como la extracción del refrigerante usado.	Materiales: trapos industriales herramientas de trabajo: alicate, pinzas y un envase para retirar el refrigerante usado.	
		Paso 3: Realizar una limpieza del tanque utilizando agua a alta presión.	Equipo: uso de hidrojet	
		Paso 4: se procede a llenar el tanque de la máquina con refrigerante nuevo.	Materiales: refrigerante 1 galón	

**EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO.
ACCIONES PARA REALIZAR MP**

EQUIPO:	MÀQUINA RECTIFICADORA DE ASIENTOS DE VÁLVULAS	CÓDIGO:	EMG-REC-ASI
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
Cambio de correas	IT-M11	Paso 1: Desmontaje del protector y revisión visual del estado de la banda.	Herramientas: Juegos de destornilladores y llaves
		Paso 2: En caso de visualizar roturas o cristalizaciones se procede a su cambio.	Herramientas: Juego de llaves
		Paso 3: Desmontar el templador de la banda.	Herramientas: Juego de llaves
		Paso 4: Limpieza y montaje de la banda nueva.	Materiales: Trapos industriales Herramientas: Alicata, pinzas, juego de destornilladores y llaves
Cambio de aceite	IT-L02	Paso 1: Revisión de los niveles de aceite, bajo una inspección visual	N/a
		Paso 2: Se procede a revisar el estado del aceite	N/A
		Paso 3: En caso de que el aceite presente un estado inadecuado retirarlo y lavar el depósito con solo agua con mucha presión	Equipo: uso de hidrojet Materiales: trapos industriales Herramientas: alicata, pinzas y un envase para retirar el aceite usado

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	MÁQUINA RECTIFICADORA DE ASIENTOS DE VÁLVULAS		CÓDIGO:
			EMG-REC-ASI
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
		Paso 4: En casos de que se retiró el aceite del depósito, se procede a llenar la reserva de la máquina con un nuevo aceite, si no presenta signos de contaminación y su nivel es bajo, proceda a completarlo.	Materiales: aceite
Revisión, ajustes y cambio de conexiones eléctricas	IT-E01	Paso 1: Desmontaje del protector ubicado en la parte posterior.	Herramientas: juego de llaves y destornilladores, pinzas y alicates
		Paso 2: Revisión visual del estado de los fusibles y cableados	N/A
		Paso 3: En caso de los fusibles se encuentren en mal estado o con sulfato de oxido se proceda a una limpieza.	Herramientas: Pinza, alicate Materiales: Trapos industriales
		Paso 4: Cambio del fusible en corto.	Herramientas: alicate, pinzas, juego de llaves y destornilladores
Fecha de realización:			
Revisado por:			
Observaciones:			

Fuente: Elaborado Por: Autores.

3.2.5 Torno de un metro Oxford

La tabla 3.5, indica los valores aproximados con respecto a los factores de frecuencia de fallas que pueden ocurrir durante el año aproximadamente. Es aplicada para la definición de los planes de mantenimiento, y así incorporar la implementación de la nueva metodología a ser utilizada. Por otra parte, se debe de evaluar estos factores de frecuencia para todo tipo de activo presente en la planta de producción.

Tabla 3.5: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de un Torno de un metro Oxford.

		RECTIFICADORA EMG – SAI		FORM- MP-05
EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP				
EQUIPO:	TORNO DE UN METRO OXFORD		CÓDIGO:	EMG-TOR-MET
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS	
Cambio de refrigerante	CR	Paso 1: Revisión de los niveles de refrigerante, bajo una inspección visual	N/A	
		Paso 2: Se realiza el proceso de purgado del sistema, así como la extracción del refrigerante usado.	Materiales: trapos industriales herramientas de trabajo: alicate, pinzas y un envase para retirar el refrigerante usado.	
		Paso 3: Realizar una limpieza del tanque utilizando agua a alta presión.	Equipo: uso de hidrojete	
		Paso 4: se procede a llenar el tanque de la máquina con refrigerante nuevo.	Materiales: refrigerante 1 galón	

**EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO.
ACCIONES PARA REALIZAR MP**

EQUIPO:	TORNO DE UN METRO OXFORD		CÓDIGO:	EMG-TOR-MET
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS	
Revisión y lubricación de piñones	IT-L06	Paso 1: Revisión visual del estado de las partes móviles y mecánicas.	N/A	
		Paso 2: Verificar partes que presenten óxidos o roturas en las partes de deslizamiento.	N/A	
		Paso 3: En caso de que las partes móviles y guías de deslizamiento no presenten fallos procede a una limpieza.	Equipo: Uso de hidrojet Materiales: Trapos industriales	
		Paso 4: Verificación del aceite.	N/A	
Cambio de aceite	IT-L02	Paso 1: Revisión de los niveles de aceite, bajo una inspección visual	N/a	
		Paso 2: Se procede a revisar el estado del aceite	N/A	
		Paso 3: En caso de que el aceite presente un estado inadecuado retirarlo y lavar el depósito con solo agua con mucha presión	Equipo: uso de hidrojet Materiales: trapos industriales Herramientas: alicate, pinzas y un envase para retirar el aceite usado	



RECTIFICADORA EMG – SAI

FORM- MP-05

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	TORNO DE UN METRO OXFORD		CÓDIGO: EMG-TOR-MET
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
		Paso 4: En casos de que se retiró el aceite del depósito, se procede a llenar la reserva de la máquina con un nuevo aceite, si no presenta signos de contaminación y su nivel es bajo, proceda a completarlo.	Materiales: aceite
Revisión, ajustes y cambio de conexiones eléctricas	IT-E01	Paso 1: Desmontaje del protector ubicado en la parte posterior.	Herramientas: juego de llaves y destornilladores, pinzas y alicates
		Paso 2: Revisión visual del estado de los fusibles y cableados	N/A
		Paso 3: En caso de los fusibles se encuentren en mal estado o con sulfato de oxido se proceda a una limpieza.	Herramientas: Pinza, alicate Materiales: Trapos industriales
		Paso 4: Cambio del fusible en corto.	Herramientas: alicate, pinzas, juego de llaves y destornilladores
Fecha de realización:			
Revisado por:			
Observaciones:			

Fuente: Elaborado Por: Autores.

3.2.6 Máquina Rectificadora de Cigüeñales

La tabla 3.6, muestra los valores aproximados con respecto a los factores de frecuencia de fallas que pueden ocurrir durante el año aproximadamente. Es aplicada para la definición de los planes de mantenimiento, y así incorporar la implementación de la nueva metodología a ser utilizada. Por otra parte, se debe de evaluar estos factores de frecuencia para todo tipo de activo presente en la planta de producción.

Tabla 3.6: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Máquina rectificadora de cigüeñales.

		RECTIFICADORA EMG – SAI	FORM- MP-05	
EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP				
EQUIPO:	MÁQUINA RECTIFICADORA DE CIGÜEÑALES		CÓDIGO:	EMG-REC-CIG
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS	
Cambio de refrigerante	CR	Paso 1: Revisión de los niveles de refrigerante, bajo una inspección visual	N/A	
		Paso 2: Se realiza el proceso de purgado del sistema, así como la extracción del refrigerante usado.	Materiales: trapos industriales herramientas de trabajo: alicate, pinzas y un envase para retirar el refrigerante usado.	
		Paso 3: Realizar una limpieza del tanque utilizando agua a alta presión.	Equipo: uso de hidrojete	
		Paso 4: se procede a llenar el tanque de la máquina con refrigerante nuevo.	Materiales: refrigerante 1 galón	

**EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO.
ACCIONES PARA REALIZAR MP**

EQUIPO:	MÀQUINA RECTIFICADORA DE CIGÜEÑALES	CÓDIGO:	EMG-REC-CIG
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
Cambio de correas	IT-M11	Paso 1: Desmontaje del protector y revisión visual del estado de la banda.	Herramientas: Juegos de destornilladores y llaves
		Paso 2: En caso de visualizar roturas o cristalizaciones se procede a su cambio.	Herramientas: Juego de llaves
		Paso 3: Desmontar el templador de la banda.	Herramientas: Juego de llaves
		Paso 4: Limpieza y montaje de la banda nueva.	Materiales: Trapos industriales Herramientas: Alicata, pinzas, juego de destornilladores y llaves
Cambio de aceite	IT-L02	Paso 1: Revisión de los niveles de aceite, bajo una inspección visual	N/a
		Paso 2: Se procede a revisar el estado del aceite	N/A
		Paso 3: En caso de que el aceite presente un estado inadecuado retirarlo y lavar el depósito con solo agua con mucha presión	Equipo: uso de hidrojet Materiales: trapos industriales Herramientas: alicata, pinzas y un envase para retirar el aceite usado

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	MÀQUINA RECTIFICADORA DE CIGÜEÑALES	CÓDIGO:	EMG-REC-CIG
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
		Paso 4: En casos de que se retiró el aceite del depósito, se procede a llenar la reserva de la máquina con un nuevo aceite, si no presenta signos de contaminación y su nivel es bajo, proceda a completarlo.	Materiales: aceite
Revisión, ajustes y cambio de conexiones eléctricas	IT-E01	Paso 1: Desmontaje del protector ubicado en la parte posterior.	Herramientas: juego de llaves y destornilladores, pinzas y alicates
		Paso 2: Revisión visual del estado de los fusibles y cableados	N/A
		Paso 3: En caso de los fusibles se encuentren en mal estado o con sulfato de oxido se proceda a una limpieza.	Herramientas: Pinza, alicate Materiales: Trapos industriales
		Paso 4: Cambio del fusible en corto.	Herramientas: alicate, pinzas, juego de llaves y destornilladores
Fecha de realización:			
Revisado por:			
Observaciones:			

Fuente: Elaborado Por: Autores.

3.2.7 Máquina Rectificadora de Brazos de Biela

La tabla 3.7, muestra los valores aproximados con respecto a los factores de frecuencia de fallas que pueden ocurrir durante el año aproximadamente. Es aplicada para la definición de los planes de mantenimiento, y así incorporar la implementación de la nueva metodología a ser utilizada. Por otra parte, se debe de evaluar estos factores de frecuencia para todo tipo de activo presente en la planta de producción.

Tabla 3.7: Ejecución de órdenes para un plan de mantenimiento preventivo de una Máquina Rectificadora de brazos de biela.

		RECTIFICADORA EMG – SAI		FORM- MP-05
EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP				
EQUIPO:	MÀQUINA RECTIFICADORA DE BRAZOS DE BIELA		CÓDIGO:	EMG-BRA-BIE
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS	
Cambio de refrigerante	CR	Paso 1: Revisión de los niveles de refrigerante, bajo una inspección visual	N/A	
		Paso 2: Se realiza el proceso de purgado del sistema, así como la extracción del refrigerante usado.	Materiales: trapos industriales herramientas de trabajo: alicate, pinzas y un envase para retirar el refrigerante usado.	
		Paso 3: Realizar una limpieza del tanque utilizando agua a alta presión.	Equipo: uso de hidrojet	
		Paso 4: se procede a llenar el tanque de la máquina con refrigerante nuevo.	Materiales: refrigerante 1 galón	

**EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO.
ACCIONES PARA REALIZAR MP**

EQUIPO:	MÀQUINA RECTIFICADORA DE BRAZOS DE BIELA	CÓDIGO:	EMG-BRA-BIE
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
Cambio de correas	IT-M11	Paso 1: Desmontaje del protector y revisión visual del estado de la banda.	Herramientas: Juegos de destornilladores y llaves
		Paso 2: En caso de visualizar roturas o cristalizaciones se procede a su cambio.	Herramientas: Juego de llaves
		Paso 3: Desmontar el templador de la banda.	Herramientas: Juego de llaves
		Paso 4: Limpieza y montaje de la banda nueva.	Materiales: Trapos industriales Herramientas: Alicata, pinzas, juego de destornilladores y llaves
Cambio de aceite	IT-L02	Paso 1: Revisión de los niveles de aceite, bajo una inspección visual	N/a
		Paso 2: Se procede a revisar el estado del aceite	N/A
		Paso 3: En caso de que el aceite presente un estado inadecuado retirarlo y lavar el depósito con solo agua con mucha presión	Equipo: uso de hidrojete Materiales: trapos industriales Herramientas: alicata, pinzas y un envase para retirar el aceite usado



RECTIFICADORA EMG – SAI	FORM- MP-05
-------------------------	-------------

EJECUCIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO. ACCIONES PARA REALIZAR MP			
EQUIPO:	MÀQUINA RECTIFICADORA DE BRAZOS DE BIELA	CÓDIGO:	EMG-BRA-BIE
ACTIVIDAD	CÓDIGO	PASOS	RECURSOS
		Paso 4: En casos de que se retiró el aceite del depósito, se procede a llenar la reserva de la máquina con un nuevo aceite, si no presenta signos de contaminación y su nivel es bajo, proceda a completarlo.	Materiales: aceite
Revisión, ajustes y cambio de conexiones eléctricas	IT-E01	Paso 1: Desmontaje del protector ubicado en la parte posterior.	Herramientas: juego de llaves y destornilladores, pinzas y alicates
		Paso 2: Revisión visual del estado de los fusibles y cableados.	N/A
		Paso 3: En caso de los fusibles se encuentren con sulfato de oxido se proceda a una limpieza.	Herramientas: Pinza, alicate Materiales: Trapos industriales
		Paso 4: Cambio del fusible.	Herramientas: alicate, pinzas, juego de llaves y destornilladores
Fecha de realización:			
Revisado por:			
Observaciones:			

Fuente: Elaborado Por: Autores.

3.3 Plan de mantenimiento por horas de trabajo

A continuación, el desarrollo de un marco de la implementación de un manual de mantenimiento, se ejecutará como un plan de mantenimiento, lo cual se estable como una estrategia para controlar, por medio de acciones de mantenimiento programadas tras comprobar el desgaste de forma natural de los equipos. En la tabla 3.8, se indica, las diferentes actividades de mantenimiento a ejecutar por horas de trabajo.

Tabla 3.8: Plan de mantenimiento preventivo por horas de trabajo

		RECTIFICADORA EMG - SAI							
		PLAN DE MANTENIMIENTO POR HORAS DE TRABAJO							
EQUIPO	ACTIVIDADES	PERSONAL	TIEMPO	100 a 200	200 a 300	400 a 500	500 a 1000	1000 a 2000	2500 a 5000
Máquina pulidora de cilindros en superficies planas	Ajuste de alineación de partes móviles	Mecánico	2 horas		C				
	Cambio de aceite	Ayudante o pasante	1 hora			R			
	Cambio de correas	Mecánico	1 horas				R		
	Cambio de poleas	Mecánico	2 horas						R
	Cambio de rodamientos	Mecánico	2 horas					R	
	Ajustes de la tornillería	Operador	30 minutos	I					
Máquina pulidora de cilindros con piedra abrasiva	Ajuste y cambio de conexiones eléctricas	Electricistas	1 hora	I		I		R	
	Revisión del motor eléctrico	Electricistas	1 hora						I
	Ajuste de alineación de partes móviles	Mecánico	2 horas	C					
	Revisión y lubricación de rodillos	Ayudante o pasante	1 hora	L					
	Revisión de reductor de velocidad	Mecánico	30 minutos				L		
	Cambio de aceite	Ayudante o pasante	1 hora		R				

 EMG-SAI <small>Ingeniería Estructural y Construcción Soluciones Arquitectónicas Industriales</small>		RECTIFICADORA EMG - SAI PLAN DE MANTENIMIENTO POR HORAS DE TRABAJO							
EQUIPO	ACTIVIDADES	PERSONAL	TIEMPO	100 a 200	200 a 300	400 a 500	500 a 1000	1000 a 2000	2500 a 3000
Máquina rectificadora de asientos de válvulas	Revisión y alineación	Operador	1 hora	C					
	Ajuste y cambio de conexiones eléctricas	Electricistas	1 hora	I					
	Revisión de motor eléctrico	Electricistas	1 hora				I		
	Cambio de correas	Mecánico	1 hora				R		
	Cambio de aceite	Ayudante o pasante	1 hora	R					
	Cambio de poleas	Mecánico	2 horas						R
Fresadora Bridgeport	Revisión y alineación	Operador	1 hora				C		
	Ajuste y cambio de conexiones eléctricas	Electricistas	1 hora				I		
	Revisión del motor eléctrico	Electricista	1 hora				L		
	Cambio de aceite	Ayudante o pasante	1 hora				R		
	Cambio de correas	Mecánico	1 hora					R	
	Cambio de poleas	Mecánico	2 horas						R
Torno de un metro Oxford	Cambio de aceite	Ayudante o pasante	1 hora					R	
	Ajuste y cambio de conexiones eléctricas	Electricistas	1 hora				I		
	Revisión y alineación	Operador	1 hora					C	
	Revisión de motor eléctrico	Electricistas	1 hora					L	
	Cambio de correas	Mecánico	1 hora					R	
	Cambio de poleas	Mecánico	2 horas						R
Máquina rectificadora de cigüeñales	Cambio de rodamientos	Mecánico	2 horas					R	
	Cambio de aceite	Ayudante	1 hora		R				
	Ajuste y cambio de conexiones	Electricistas	1 hora				I		
	Revisión y alineación	Operador	1 hora				C		
	Revisión de motor eléctrico	Electricistas	1 hora				L		
	Cambio de correas	Mecánico	1 hora				R		

 EMG-SAI <small>Ingeniería Estructural y Construcción Soluciones Arquitectónicas Industriales</small>		RECTIFICADORA EMG - SAI PLAN DE MANTENIMIENTO POR HORAS DE TRABAJO							
EQUIPO	ACTIVIDADES	PERSONAL	TIEMPO	100 a 200	200 a 300	400 a 500	500 a 1000	1000 a 2000	2500 a 5000
Rectificadora de brazos de biela	Ajuste y cambio de conexiones eléctricas	Electricistas	1 hora				I		
	Revisión y alineación	Operador	1 hora				C		
	Cambio de aceite	Ayudante o pasante	1 hora		R				
	Revisión de motor eléctrico	Electricistas	1 hora				L		
	Cambio de correas	Mecánico	1 hora				R		
	Cambio de poleas	Mecánico	2 horas						R

R: Reemplazar, I: Inspeccionar, C: Calibrar, L: Limpiar

Fuente: Elaborado Por: Autores.

3.4 Recursos

3.4.1. Materiales:

Trapos industriales

En la figura número 3.2 se puede visualizar un trapo industrial que su trabajo primordial es brindar la limpieza de plásticos, metálicos, aluminio lo notable de este producto no deja residuos de pelusas

Figura 3.2: Trapos Esterilizados para uso industrial.



Fuente: (Prema, 2021)

Envases de galones para uso industrial

Son envases grandes como se puede visualizar en la figura 3.3 que cuentan con una elaboración alta en sus polímeros con el fin de tener, resistencia para los trabajos industriales y usos repetitivos así garantizan una recolección segura de los fluidos.

Figura 3.3: Envases de tanques para uso industrial.

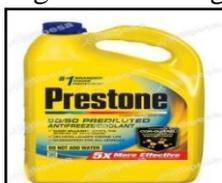


Fuente: (Containment, 2021)

Envase con refrigerante para uso industrial

Los envases utilizados para la refrigeración son los que se muestra en la figura 3.4 el anticongelante es un fluido indispensable para la refrigeración de los motores y dando así una ayuda para la mantener las temperaturas adecuadas del motor.

Figura 3.4: Envases de 1 galón de refrigerante para uso industrial.



Fuente: (Edipesa, 2023)

3.4.2. Herramientas:

Alicate

En la figura 3.5 se puede visualizar un alicate que cuenta con dos tenazas para tener un buen agarre y un área de corte en la parte inferior para poder desgarrar material.

Figura 3.5: Alicate



Fuente: (MotorGiga, 2023)

3.4.3 Equipos:

Hidrojet

En la figura número 3.6 se puede visualizar la marca y modelo de nuestra Hidrojet que su función principal es ayudar al lavado a presión a diversas maquinarias o limpieza del mismo sitio de trabajo

Figura 3.6: Hidrojet de 1800 Watt de 2500psi.



Fuente: (Savake, 2023)

Compresor de aire

En la siguiente figura 3.7 se puede visualizar un compresor, esta máquina tiene la función de aumentar la presión a un fluido y viceversa el compresor ayuda a la presión del fluido compresible.

Figura 3.7: Compresor de Aire Portátil de 50Litros de 2.0HP.



Fuente: (Helloauto, 2023)

Multímetro digital

En la figura 3.8 se puede ver un multímetro que nos brinda la ayuda para un análisis rápido y preciso para las instalaciones eléctricas de los equipos.

Figura 3.8: Multímetro digital.



Fuente: (Fluke, 2023)

Medidor de temperatura

En la figura número 3.9 podemos ver un implemento que nos ayuda a ver las temperaturas internas de los equipos como pueden ser las temperaturas de los motores.

Figura 3.9: Medidor de temperatura.



Fuente: (PCE, 2023)

3.4.4 Equipos de protección personal: Guantes de carnaza, casco y lentes transparente de seguridad.

Guantes de cuero carnaza elástico en el dorso

En la figura 3.10 se puede observar guantes industriales que nos ofrecen seguridad para operaciones de riesgo mecánico como pinzadas.

Figura 3.10: Guante de Cuero Carnaza Elástico en el dorso.



Fuente: (Jerez, 2023)

Lentes de seguridad

En la figura 3.11 se puede ver un modelo de lentes de o gafas de seguridad que los brindan protección para tareas realizadas en el medio industrial

Figura 3.11: Lentes de Seguridad.



Fuente: (Haladjian, 2022)

Casco de seguridad

En la figura 3.12 se puede llegar ver un tipo de casco de seguridad para trabajo industrial nos brinda una seguridad con normas INO para elementos externos como pueden llegar hacer piedras o materiales pequeños de desecho.

Figura 3.12: Casco de Seguridad.



Fuente:(ORD, 2023)

3.4.5 Cuantificación del personal

La cuantificación del personal que realiza las actividades rutinarias del mantenimiento preventivo, se realiza luego de obtener la programación que desarrolla el equipo de planificación. Generalmente se procede a la cuantificación del personal utilizando como referencia las instrucciones técnicas en cada orden de trabajo generada por día, mes, semestral y anualmente.

Se determina el número de horas requeridas al año por tipo de actividades (TTA/act) sea mecánica, eléctrica, general y lubricación.

$$\frac{TTA}{act} = P \times N^{\circ} \text{ veces (IT)} \times T \times N^{\circ} \text{ de equipos} \quad Ec. 3.1$$

Donde:

P = No. de Personas necesarias

$N^{\circ} \text{ veces (IT)}$ = Número de veces que se realiza la instrucción técnica en el año.

T = Tiempo empleado para realizar la instrucción técnica.

$N^{\circ} \text{ de equipos}$ = Número equivalente que realiza las instrucciones técnicas

Nota: el valor obtenido se debe multiplicar por un factor de rendimiento que se asigna a cada trabajador FR= 15%, este valor incide sobre el rendimiento normal Fuente: (Benjamín W. Niebel, 2007). Luego se divide el valor obtenido entre el número total de horas disponibles en la planta rectificadora, por tanto, se estima que en un año de labor se utiliza 7hrs/día, 6días/semana y 48semanas/año, para un total aproximado de 2016hrs, se toma hrs/año solo 2000hrs al año. Este valor se divide entre 40% que sería el porcentaje normalmente asignado para la ejecución de las actividades del mantenimiento programado (Sony A., 2006). Con este valor obtenido, es el número de personas para cada función o el total de personas que pueden ejecutar todas las funciones; este valor no puede ser fraccionado si no que debe ser aproximado según los siguientes criterios:

- Si la fracción es 0,7 se aproxima al entero superior
- Si la fracción es menor a 0,3 se desprecia la fracción
- Si la fracción se encuentra entre 0,3 y 0,7 se sugiere asignar un ayudante.

En la tabla 3.9, para determinar número de personas que se requieren por máquinas para desarrollar las actividades de mantenimiento preventivo:

Tabla 3.9: Número de personas en cada función.

		RECTIFICADORA EMG – SAI			FORM- MP-06
PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL NUMERO DE PERSONAS EN LAS FUNCIONES ASIGNADAS					
TIPO DE MANTENIMIENTO	HORAS TOTALES POR AÑO	FACTOR DE RENDIMIENTO 15%	HORAS AL AÑO (2000)	AL 40%	NÚMERO DE PERSONAS
MECÁNICO	1450	1667	0,83	2	2
ELÉCTRICO	1215	1397,25	0,69	1,76	2
LUBRICACIÓN	950	1092,5	0,54	1,35	1
OBSERVACIONES: Ninguna.					

Fuente: Elaborado Por: Autores.

En tabla 3.9, se puede concluir que por cada año se requieren solo dos personas para realizar las funciones de mantenimiento preventivo de tipo mecánico, para el sistema eléctrico también hay la necesidad de dos personas y en la actividad de mantenimiento de lubricación es de tan solo una persona. Estas labores, son trabajos de tipo rutinarios que se ejecutan de manera diaria, mensual semestralmente y anual, depende del requerimiento antes mencionado y debidamente programado según sea el caso de las instrucciones técnicas. Todo esto con la finalidad de detectar a tiempo y alargar la vida útil del equipo de la planta rectificadora en estudio.

CAPITULO 4

Análisis de resultados

Para el análisis de las prioridades de los equipos, se establece jerarquías o prioridades de proceso en los sistemas de los equipos entre los cuales trabaja la empresa, de acuerdo a los resultados obtenido con respecto a las diferentes frecuencias de fallas, por la severidad de la ocurrencia, sumando daños al personal, pérdida de producción, entre otros (Aries, 2022). Para ejecutar un análisis de criticidad de los equipos de la rectificadora “EMG-SAI” se deberá de tomar algunos criterios recopilados como describe en la tabla 4.1, son los siguientes:

Tabla 4.1: Criticidad

CRITICIDAD DE LA MÁQUINA	DESCRIPCIÓN
1	Criticidad de la máquina, riesgo en la seguridad
2	Criticidad en la operación, riesgos en la operación total de la empresa
3	La importancia crítica de la máquina para garantizar la continuidad en el proceso principal
4	Sistema secundario en el proceso de producción
5	Importancia crítica del equipo para asegurar la producción continua del producto secundario
6	Sistema secundario en el proceso de producción
7	Unidad de respaldo para sistemas críticos
8	Unidad de respaldo para una máquina no crítica
9	Equipo auxiliar

Fuente: (Aries, 2022)

En la tabla 4.2 se indica con cada letra la representación de las omisiones, cada letra indica la descripción porque no se puede utilizar la máquina al momento del trabajo.

Tabla 4.2: Omisiones

CONSECUENCIAS DE LA OMISIÓN	DESCRIPCIÓN
A	Amenaza inmediata en la seguridad de los operadores
B	Amenaza inmediata en la seguridad de la empresa
C	Restringe las oportunidades de lograr los objetivos principales
D	Restringe las oportunidades de lograr los objetivos secundarias
E	Situaciones peligrosas para los operadores, en máquinas no inmediatas
F	Afecta en la operación desde de un largo tiempo
G	Actividades enfocadas en mejorar la eficiencia
H	Acciones para restablecer la integridad técnica de la empresa
I	Mejoras en la operación, seguridad y mejoras en las metas

Fuente: (García Mallqui, 2016).

En la tabla 4.3 se presenta la jerarquización de los activos según su prioridad, estableciendo para cada uno un momento específico de inicio.

Tabla 4.3: Prioridad

Duración del tiempo requerido para atender la prioridad	Tiempo inicio	Color	Orden de importancia
	24 horas		1
	48 horas		2
	72 horas		3
	3 semanas		4
	Más de 3 semanas		5

Fuente: (Mendoza, 2000).

En la tabla 4.4 indica las consecuencias de la relación entre el orden de prioridad y la criticidad se basa en cómo se asigna la importancia y el grado de impacto de una situación en función de su prioridad y nivel de criticidad.

Tabla 4.4: Efectos de la operación

	Efectos de la operación								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1.A.	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H	1I
2	2.A.	2B	2C	2D	2E	2F	2G	2H	2I
3	3.A.	3B	3C	3D	3E	3F	3G	3H	3I
4	4.A.	4B	4C	4D	4E	4F	4G	4H	4I
5	5.A.	5B	5C	5D	5E	5F	5G	5H	5I
6	6.A.	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I
7	7.A.	7B	7C	7D	7E	7F	7G	7H	7I
8	8.A.	8B	8C	8D	8E	8F	8G	8H	8I

Fuente: Romero (2017).

Tomando en cuenta la tabla 4.4, se puede observar los desempeños de cada equipo aplicados en cada modelo de estudio, las fases que influyen en los modelos de las formulaciones del análisis de criticidad se presentan de la siguiente manera:

Para ello, se elige la máquina de rectificado de superficies planas de cilindros, como ejemplo para realizar un análisis de criticidad, durante el proceso productivo de la rectificadora, para llevarse a cabo la comprobación del criterio antes mencionado, obtenemos como resultado una criticidad nivel tipo “3”; por lo tanto, esta máquina tiene la facilidad de representar riesgos muy altos para el operador, esto da como resultado final una calificación de tipo “A”; en conclusión, la prioridad del equipo es de clase “3A”.

De igual forma se procede a realizar el estudio de criticidad de las demás máquinas de la rectificadora como se visualiza en la tabla 4.5, teniendo la nota más alta de criticidad como A y D como de menos crítico teniendo diferentes rangos para cada clasificación. En esta tabla se genera cual es la máquina de mayor repercusión en cuanto a la funcionalidad,

confiabilidad, mantenibilidad, riesgo y costos totales, con el fin de mitigarlos o eliminarlos por completo.

Tabla 4.5: Criticidad de maquinarias de “EMG-SAI”

MÁQUINAS	CRITICIDAD	DESCRIPCIÓN
Rectificadora de cilindros en superficies planas	3 ^a	La máquina genera peligro a la seguridad del trabajador y es una de las más críticas por lo tanto debe ser arreglada lo más pronto.
Pulidora de cilindros con piedra abrasiva	5D	La máquina no se encuentra en perfectas condiciones para lograr cumplir con las metas y no tiene un alto índice de prioridad porque no existen muchos trabajos con la máquina.
Rectificadora de asientos de válvulas	4C	La máquina no se encuentra en perfectas condiciones para lograr cumplir con las metas y no tiene un alto índice de prioridad porque existe otra máquina que puede cumplir con los mismos objetivos.
Fresadora Bridgeport	3C	La máquina no se encuentra en perfectas condiciones para lograr cumplir con las metas y no tiene un alto índice de prioridad porque no tienen mucho trabajo con la máquina.
Torno de un metro Oxford	4C	La máquina no se encuentra en perfectas condiciones para lograr cumplir con las metas y no tiene un alto índice de prioridad porque existe otra máquina que puede cumplir con los mismos objetivos.
Rectificadora de cigüeñales	3D	La máquina no se encuentra en perfectas condiciones para lograr cumplir con las metas y no tiene un alto índice de prioridad porque no tienen mucho trabajo con la máquina.
Rectificadora de brazos de bielas	4C	La máquina no se encuentra en perfectas condiciones para lograr cumplir con las metas y no tiene un alto índice de prioridad porque existe otra máquina que puede cumplir con los mismos objetivos.

Fuente: Romero (2017).

Como se indica en la tabla 4.5, que la máquina rectificadora de superficies planas es la que tiene más criticidad en la rectificadora EMG-SAI, la cual será sometida a un análisis de modos de efectos y fallas. Se sugiere a la rectificadora que comience las actividades preventivas con este equipo, a medida que se implemente el plan programado para observar los resultados. Por otro lado, las actividades de mantenimiento contribuyen a prevenir accidentes y catástrofes causadas por posibles fallas, así como a mitigar los riesgos para el operador.

4.1 Análisis de modo y efecto de fallas

Se ha seleccionado la máquina de rectificado de cilindros en superficies planas para llevar a cabo este análisis. Con los resultados arrojados en el análisis de criticidad realizado mediante los criterios del análisis, se concluye que esta máquina es el equipo más crítico en la planta de rectificado. En otras palabras, si esta máquina deja de funcionar correctamente, tendrá efectos negativos en la producción. Por lo tanto, se ejecutará un análisis de efectos y modos de falla en el equipo, con el objetivo de identificar posibles averías antes de que ocurran y tomar acciones preventivas para evitar dichos eventos. Este análisis explorará todos los componentes que generan, por parte del operador de máquina la disminución en cuanto al rendimiento y la factibilidad. Antes de iniciar con el análisis, se identifica el equipo y sus elementos que la conforman, los pasos básicos implementados en el análisis en el modo y efectos de falla, son los siguientes:

- Explicación de la función que desempeña la máquina
- Reconocimiento de los subsistemas y sus respectivos elementos constituyentes
- Realizar un análisis exhaustivo de los diferentes modos de fallo y sus respectivas consecuencias.
- Investigación de la causa raíz del fallo o avería.
- Determinación del grado de criticidad de las fallas
- Establecimiento de las tareas y acciones necesarias para el mantenimiento

4.2 Análisis de costos del plan de mantenimiento

No realizando el respectivo mantenimiento de la máquina pulidora de superficies planas cuando el motor de la mesa ya presenta fallas, si la máquina presenta una avería mientras

está cepillando un cabezote y para arreglar esto tiene un costo como se indica en la tabla 4.6, mientras que con la ayuda de este plan de mantenimiento se tiene costos como indica en la tabla 4.7, teniendo como ventajas que la máquina no parara en momentos importantes y el costo por el arreglo es más económico que cuando la maquina deja de funcionar por si sola.

Tabla 4.6: Costos de mantenimiento por parado de la máquina

COSTO DE MANTENIMIENTO MÁQUINA PULIDORA DE SUPERFICIES PLANA			
CANTIDAD	ITEM	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
6	Fusibles	9,20	55,20
4	Relay	20,00	80,00
1	Cabezote	350,00	350,00
1	Motor de la mesa	290,00	290,00
1	Daños del panel	185,00	185,00
TOTAL			960,20

Fuente: Elaborado Por: Autores.

Tabla 4.7: Costos de mantenimiento por arreglos

COSTO DE MANTENIMIENTO MÁQUINA PULIDORA DE SUPERFICIES PLANA			
CANTIDAD	ITEM	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Fusibles	9,20	9,20
1	Relay	20,00	20,00
1	Motor de la mesa	100,00	100,00
1	Daños del panel	45,00	45,00
TOTAL			174,25

Fuente: Elaborado Por: Autores.

No realizando el mantenimiento de un torno de un metro Oxford cuando el husillo del torno ya presenta fallas, si la máquina presenta una avería mientras está realizando un trabajo y para arreglar esto tiene un costo como se indica en la tabla 4.8, mientras que con la ayuda de este plan de mantenimiento se tiene costos como indica en la tabla 4.9, teniendo como ventajas que la maquina no parara en momentos importantes y el costo por el arreglo es más económico que cuando la máquina deja de funcionar por si sola.

Tabla 4.8: Costos de mantenimiento por parado de la máquina

COSTO DE MANTENIMIENTO MÁQUINA PULIDORA DE SUPERFICIES PLANA			
CANTIDAD	ITEM	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Husillo	298,00	298,00
1	Plato de cuatro mordazas	40,00	40,00
1	Porta-herramienta	100,00	100,00
TOTAL			438

Fuente: Elaborado Por: Autores.

Tabla 4.9: Costos de mantenimiento por arreglos

COSTO DE MANTENIMIENTO MÁQUINA PULIDORA DE SUPERFICIES PLANA			
CANTIDAD	ITEM	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Husillo	298,00	298,00
1	Plato de cuatro mordazas	10,00	10,00
1	Porta-herramienta	40,00	40,00
TOTAL			348

Fuente: Elaborado Por: Autores.

VII. CONCLUSIONES

- La evaluación de la situación actual de la empresa, permite la visualización de los estados de funcionamiento de la maquinaria correspondiente, combinando con la revisión del historial de mantenimiento, se establece el inicio para la creación del plan de mantenimiento, adaptándolo a las necesidades específicas de cada equipo.
- La creación de un registro para los equipos existentes permite la realización del diagnóstico de cada equipo, evaluar la realidad de operación, las instalaciones eléctricas disponibles y la necesidad de mantenimiento, lo que permite una mejora en el manejo de recursos de la empresa.
- La utilización de un enfoque metodológico centrado en el análisis de la importancia y el impacto, colabora en la identificación de las maquinarias vitales para el proceso productivo, la cual, ofrece una alternativa para la actualización de forma automática de las tareas de los planes de mantenimiento preventivo.
- Con las fichas creadas de mantenimiento preventivo se llega a una valoración de costos de fallos de la maquina tomando como referencia los daños más frecuentes y el tiempo de apertura de la rectificadora (1 año) en este caso efectuando el plan de mantenimiento nos da una valoración de 30 % disminuyendo gastos como pueden ser garantías de los trabajos mal realizados, insumos para realizar el trabajo y fallos de mecanismos interno de la máquina.
- El plan de mantenimiento se efectuó con base a las necesidades y condiciones en las que opera la máquina actualmente, para garantizar apropiado funcionamiento, siendo la respuesta adecuada que ofrece toda la posibilidad a la creciente demanda, y debe ser una opción prioritaria, enmarcada para la planificación integral del sector.

VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar los planes de inspección y ensayo, tales como, toma de temperatura en los motores, nivel de ruido o vibraciones, procesos de lubricación en los elementos rotativos, orden y limpieza, y a su vez, dando seguimiento continuo a los tiempos de parada sean, cortos y prolongados en los equipos, y de la mano, ejecutar todas las instrucciones técnicas, de una manera eficiente. Para garantizar el óptimo funcionamiento de todas las maquinarias.
- Se debe capacitar el personal de mantenimiento que se dedique al cumplimiento de los planes presentados en la siguiente investigación, ya que son los encargados de hacer cumplir todas las actividades inherentes al mantenimiento preventivo de cada uno de los activos, presentes en las instalaciones de la planta.
- La planificación de los planes de mantenimiento programados, es la mejor opción estratégica, para evitar realizar una parada de forma no deseada, por lo tanto, es imprescindible adoptar esta filosofía de gestión de mantenimiento y adaptarlo acorde a los cambios de la empresa.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alavedra. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*(núm. 34), 12.
- Altmann, C. (10 de octubre de 2010). *mantenimientomundial.com*. Obtenido de [mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com):
<http://www.mantenimientomundial.com/notas/eficiencia-energetica.pdf>
- Amco Machine. (s.f.). *bruñidora de cilindros*. Obtenido de [entrada de blog]:
<http://www.amcoxa.com/engine-remanufacturing-machine/cylinder-honing-machine/cylinder-honing-machine-3mb9817-3m9808.html>
- Aner. (28 de 9 de 2020). *Definición de mantenimiento correctivo*. Obtenido de aner:
<https://www.aner.com/blog/mantenimiento-correctivo.html#itemCommentsAnchor>
- Aries, R. (2022). *Diseño de un sistema de mantenimiento productivo programado para la planta de producción en la empresa de la rectificadora IZURIETA [esis pregrado, Universidad Tecnológica de Cotopaxi]*. Repositorio Institucional.
- ARSAM. (17 de 07 de 2020). *¿Qué es un Bruñidor de cilindros y para qué sirve?* Obtenido de ARSAM: <https://www.arsam.es/que-es-un-brunidor-de-clindros/>
- Aula 21. (s.f.). *Centro De Formación Técnica para la industria*. Obtenido de Aula 21:
<https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-productivo-total-tpm/>
- Boucly, F. (2018) “Gestión del Mantenimiento” Madrid. Editorial Aenor. 2ª edición.
- Botero, A. [2008]. “Implementación de mantenimiento preventivo para equipos en una empresa de montajes metalmecánico, civiles y eléctricos”, [Tesis de pre grado]. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.
- Comec. (s.f.). *maquina pulidora de cilindros*. Obtenido de [documento blog]:
<https://www.comecpn.com/es/linea-motores/lev300-brunidora-hidr%C3%A1ulica-de-cilindros>
- Cormaq. (2015). *Rectificadora de válvulas* . Obtenido de [entrada de blog]:
<http://cormaq.com.bo/industria/productos/rectificadora-de-valvulas/#:~:text=La%20translaci%C3%B3n%20de%20la%20v%C3%A1lvula,y%20evitar%20el%20acercamiento%20manual>
- Duffuaa, S. (2007). “Sistema de Mantenimiento”. México. Editorial Limusa. 7ª edición.

- García, S. (2010). “Organización y gestión integral de mantenimiento”. Madrid. Editorial Díaz de Santos, S.A. 2ª edición.
- García, S. (2003). “La contratación del mantenimiento industrial”. Madrid. Editorial Díaz de Santos, S.A. 2ª edición.
- Garrido, S. G. (2010). *Organización y Gestión Integral De mantenimiento* . Madrid : Diaz de Santa .
- Guaitarilla, J. [2019]. “Plan de mantenimiento preventivo para la maquina industrial de la empresa Fluoroplásticos S.A”. [Tesis de pre grado]. Universidad autónoma del Occidente. Cali, Colombia.
- HELLER . (2022). *Parte de la rectificadora plana* . Obtenido de [entrada de blog]: <https://www.hellermaquinaria.com/rectificadora-plana/>
- HELLER . (2023). *Qué es na fresadora vertical* . Obtenido de Entrada de blog : <https://www.hellermaquinaria.com/fresadora-vertical-partes-y-caracteristicas/#:~:text=Con%20una%20fresadora%20vertical%20es,las%20herramientas%20de%20corte%20necesarias.>
- IMC. (2023). *Rectificadora de cilindros y superficies planas* . Obtenido de [entrad de blog]: http://www.chinelatto.com.br/index_rectificacion.php?p=bvc1600x
- Infraspeak . (30 de enero de 2022). *Qué es el mantenimiento autónomo y qué significa para el TPM*. Obtenido de Infraspeak : <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-autonomo-tpm/#:~:text=El%20mantenimiento%20aut%C3%B3nomo%20significa%20que,la%20lubricaci%C3%B3n%20y%20la%20limpieza.>
- Kelly, A. (2007) “Management of Industrial Maintenance”. Londres. Editorial PHI Learning Private Limited. 4ª edición.
- Machhines y tools. (2023). *RECTIFICADORA DE CIGÜEÑALES MQ8260A*. Obtenido de Machhines y tools: <https://www.ofamachines.com.ar/producto/rectificadora-de-cigueenales-mq8260a>
- Mèndez, O. V. (2012). DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL ALMACÉN Y RECTIFICADORA. *REPOSITORIO UTB*, 24-25.
- Monseco, F. J. (2013). Diseño de un plan de mantenimiento para un equipo de alta fiabilidad . *original* , 41.

- NC Service . (2019). *Cómo funciona un torno* . Obtenido de [sitio blog]: <https://www.ncservice.com/es/conoce-el-funcionamiento-de-un-torno-sabes-cual-es-la-pieza-del-torno-en-la-que-gira-el-eje#:~:text=El%20funcionamiento%20del%20torno%20es,se%20desplaza%20hasta%20la%20pieza.>
- Rivadeneira, L., & Santacruz, C. (2016). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CNC PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UNA FRESADORA BRIDGEPORT PERTENECIENTE AL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE. (*Tesis de grado*). Universidad de las fuerzas armadas, sangolqui . Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12080/1/T-ESPE-053350.pdf>
- Stel order . (18 de mayo de 2021). *Mantenimiento preventivo* . Obtenido de Stel order : <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/>
- Vélez, O. (2012). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en el almacén y Rectificadora la Heroica [tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de bolívia]*. repositorio institucional.
- Vidal, R., & Labaleta, F. (2012). Diseño y construcción de una máquina lavadora de motores para el proceso de rectificado en la empresa Z CAR. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de Loja, Loja . Obtenido de <file:///C:/Users/Intel/Downloads/Vidal%20Gordillo,%20Cosme%20Ren%C3%A9,%20Zabaleta%20Costa,%20Renzo%20Fernand+.pdf>

X. ANEXOS

Figura 3: Máquina rectificadora de asientos de válvulas

	EMG-SAI Ingeniería Estructural y Construcciones Solución Automotrices e Industriales		CODIGO EM-SAI-15				
	ÁREA: Mantenimiento		VERSIÓN: 001				
Nombre del formato de registro: Ficha técnica							
REALIZADO POR:							
			FECHA	xxxxxx			
MAQUINA O EQUIPO: Maquina Rectificadora de asientos de válvulas							
FABRICANTE: Americana			UBICACIÓN				
MODELO:			AREA				
MARCA: AV-100			CODIGO DE INVENTARIO				
CARACTERISTICAS GENERALES							
PESO	1100 Kg	ALTURA	2210 mm	ANCHO	1635 mm	LARGO	1000 mm
PARÁMETROS TÉCNICOS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
Capacidad de alesado		14÷76 mm					
Diámetro husillo		56 mm					
Cono husillo		ISO 30					
Velocidad del husillo		0 - 500 RPM					
Potencia del motor del husillo		1,5 kw					
Movimiento vertical del husillo		180 mm					
Movimiento vertical de la cabeza		1340 mm					
Inclinación eje de la cabeza		±10°					
Distancia máxima mesa-mandril		473 mm					
Presión de aire		6 bar					
Maximas dimensiones de los cabezotes		1120x304x150 mm					
Movimiento transversal de la cabeza		50 mm					
FUNCIÓN							
Es una máquina para alesar los asientos de válvulas de motores de transporte que garantiza un resultado perfecto debido a la precisión de trabajo y extrema facilidad de uso.							
CARACTERÍSTICAS							
El cabezal de husillo se mueve en un colchón de aire para permitir un posicionamiento rápido y preciso.							
El sistema de piloto fijo garantiza una alineación de centrado rápido y correcto.							
El doble sistema de avance del husillo ofrece una velocidad de avance de la herramienta óptimas, a través de la rueda delantera.							
El soporte giratorio de 360° tiene una estructura fuerte y rígida que elimina cualquier vibración de la herramienta y contribuye a la buena calidad del acabado.							

Fuente: Elaborado por: EMG-SAI (2020).

Figura 4: Máquina Torno de un metro Oxford

	EMG-SAI	CODIGO EM-SAI-15	
	Ingeniería Estructural y Construcciones Solución Automotrices e Industriales	VERSIÓN: 001	
ÁREA: Mantenimiento			
Nombre del formato de registro: Ficha técnica			
REALIZADO POR:		FECHA	xxxxxx
MAQUINA O EQUIPO: Torno de un metro		UBICACIÓN	
FABRICANTE: China		AREA	
MODELO: 3360		CODIGO DE INVENTARIO	
MARCA: Oxford			
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO	2120 Kg	ALTURA	1295 mm
		ANCHO	1223 mm
		LARGO	2930 mm
PARÁMETROS TÉCNICOS		FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO	
Volteo sobre la bancada			
Volteo sobre coche transversal			
Volteo sin escote			
Longitud del escote			
Distancia entre puntos			
Ancho de bancada			
Diámetro del husillo			
Tipo			
Torque máximo			
Conicidad			
Rango de velocidades del husillo			
No. De velocidades del husillo			
Rango de roscas métricas			
Roscas en pulgadas			
Rango modular			
Rango diametral			
Gama de avances longitudinales			
Gama de avances transversal			
Tipo			
Tamaño de la herramienta			
Ángulo de giro			
Recorrido de charriot			
Recorrido transversal			
Tipo de cono			
Diámetro de la pinula			
Avance de la pinula			
Motor principal			
Bomba de refrigeración			
Motor de avances			
FUNCIÓN			
Es una máquina que efectúa el torneado veloz de las piezas de revolución de metal, madera y plástico. Asimismo también se emplea para pulimentar piezas.			
CARACTERÍSTICAS			
Transmisión por sistema de Clutch.			
Rápidos longitudinal y transversal: 5,4 m x min.			
Bancada endurecida por inducción 50 HRC.			
Piñones templados por inducción.			
Freno de pie.			
Bomba de lubricación.			
Switch de seguridad.			
Micro switches en todas las tapas.			

Fuente: Elaborado por: EMG-SAI (2020).

Figura 5: Formato de la Ficha técnica máquina rectificadora de cigüeñal

	EMG-SAI Ingeniería Estructural y Construcciones Solución Automotrices e Industriales		CODIGO EM-SAI-15								
			VERSIÓN: 001								
ÁREA: Mantenimiento											
Nombre del formato de registro: Ficha técnica											
REALIZADO POR:			FECHA	xxxxxx							
MAQUINA O EQUIPO: Rectificadora de cigüeñal			UBICACIÓN								
FABRICANTE: China			AREA								
MODELO: MQ8260A			CODIGO DE INVENTARIO								
MARCA: AA4C											
CARACTERISTICAS GENERALES											
PESO	6000 Kg	ALTURA	1584 mm	ANCHO	2037 mm	LARGO	4166 mm				
PARÁMETROS TÉCNICOS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO							
Diámetro máx. de trabajo x longitud máx.		Ø 580 x 1600 mm									
Máx. columpio sobre mesa		580 mm									
Trabajo diámetro suelo con firmeza, resto		Ø 30 x 100 mm									
Tiro de cigüeñal		110 mm									
Longitud máx. de trabajo a tierra en portabroca de 3 mordazas		1400 mm									
Longitud máx. de trabajo en tierra entre centros		1600 mm									
Máx trabajo peso		120 kg									
Centro de altura		300 mm									
Velocidad de trabajo (rpm)		25, 45 95									
Máx. movimiento de la Cruz		185 mm									
Enfoque y retirada rápidos de la cabeza de rueda		100 mm									
Avance de cabeza de rueda		1 mm									
Rueda de alimentación por grado		0.005 mm									
Rueda de velocidad del husillo		De 740 a 890 rpm									
Rueda de velocidad periférica		25.6-35 m/seg									
Tamaño de la rueda		Ø900x32xØ305 mm									
Tránsito de mesa por vuelta del coast del volante		5.88 mm									
Tránsito de mesa por vuelta del volante final		1.68 mm									
Mesa giratoria (taper18/100)		5 °									
Mesa giratoria por grado de escala		10 °									
Capacidad general del motor		9.82 kw									
Ovalidad		0.005									
Cylindricity		0.01									
Rugosidad Ra		0.21									
FUNCIÓN											
Es una máquina que se encarga de rectificar el cigüeñal ya sea de un automovil, tractor, motores a diésel.											
CARACTERÍSTICAS											
Se pueden obtener tres velocidades de trabajo diferentes haciendo el uso de los cinturones en el cabezal de trabajo.											
Se utilizan mandriles de tipo palabra en el cabezal y en el contrapunto.											
El acoplamiento de fricción se utiliza en la cadena de transmisión principal para un fácil ajuste.											
El travesero de mesa funciona a mano o con energía, como sea más factible el manejo en el momento del trabajo.											
El enfoque y extracción rápidos de la cabeza de la rueda se realizan por medios hidráulicos.											
El eje de la rueda de 80 mm de diámetro tiene buena rigidez y resistencia.											
El uso está hecho de rodillos para un mejor movimiento de la cabeza de la rueda.											
Las vías de cama y la cabeza de rueda se lubrican en un ciclo automático mediante la bomba de aceite.											

Fuente: Elaborado por: EMG-SAI (2020).

Figura 6: Formato de la ficha técnica de máquina rectificadora de brazos de biela

	EMG-SAI Ingeniería Estructural y Construcciones Solución Automotrices e Industriales		CODIGO EM-SAI-15				
	ÁREA: Mantenimiento		VERSIÓN: 001				
	Nombre del formato de registro: Ficha técnica						
REALIZADO POR:		FECHA	xxxxxx				
MAQUINA O EQUIPO: Rectificadora de Bielas		UBICACIÓN					
FABRICANTE: China		AREA					
MODELO: 116		CODIGO DE INVENTARIO					
MARCA: TM8225							
CARACTERISTICAS GENERALES							
PESO	1500 Kg	ALTURA	1.83 m	ANCHO	0.90 m	LARGO	1.90 m
PARÁMETROS TÉCNICOS				FOTO DE LA MAQUINA O EQUIPO			
Diámetro antelación a cada vuelta de piedra		0.25 mm					
Capacidad mínima - máxima		30 - 125 mm					
03 Rotaciones eje porta-piedra		3.500 - 5.200 - 9.250 rpm					
03 Rotaciones la tapa planetario		80 - 125 - 200 rpm					
Motor Eléctrico		2.0 cv					
Capacidad mínima - máxima del cabezote de mandril		15 - 125 mm					
08 Rotaciones mandril porta herramienta		290-320-510-570-880-1010-1730					
Motor Eléctrico del cabezote de mandrilar		1.6/0.9 cv					
Altura del mandril de mesa		175 mm					
Distancia entre centros de la biela - mínimo - máximo		110 - 500 mm					
Desplazamiento en la mesa automatizada		30-50-60-100 mm					
Motor Eléctrico de la mesa porta-biela		0.4/0.63 cv					
Electro-bomba de refrigeración		0.12 cv					
Tanque de líquido refrigerante		15 lt					
Tensión eléctrica normal instalada		220 volts - 60hz - 3 fases					
Potencia instalada		4.32 cv					
FUNCION							
Es una máquina que se usa principalmente para rectificar y reacondicionar agujeros del buje de biela (ojo de la biela y buje de bronce) de motores a gasolina, diésel de automoviles y tractores.							

Fuente: Elaborado por: EMG-SAI (2020).