



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de ingenierías

PROYECTO DE TITULACIÓN

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN LA EMPRESA CMA AUTOMOTIVE S.A. DE C.V.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

LUIS GUSTAVO ROSALES MARTINEZ

ASESOR:

ING. JOSÉ GUILLERMO BATISTA ORTIZ

Noviembre 2022



Ricardo
2022 Flores
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Agradecimientos.

Primeramente, agradecer al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga por brindarme la oportunidad de formarme de una manera ética y profesional.

Por supuesto a mis docentes y en especial a mi asesor que me brindo su ayuda, paciencia y dedicación. También agradecerle a la Lic. Verónica Oviedo y al Señor Antonio Pérez Veitez dueño y creador de la empresa, por tenerme la confianza y brindarme la oportunidad de realizar mis residencias profesionales en la empresa CMA Automotive S.A. de C.V.

A mi madre y a mi padre por brindarme su apoyo incondicional de una manera moral, económica y por siempre darme consejos, así como sus ejemplos de superación, para poder ser una persona profesional y ética e inteligente. De igual manera a mis hermanos y hermana por la paciencia y apoyo que me brindaron a lo largo de estos años en mi formación como ingeniero industrial.

Y, por último, pero no menos importante, al Ing. Saul Juan Carlos Martinez Aguilar y al Ing. José Guillermo Batista Ortiz por su valioso tiempo y sabiduría que me brindaron a lo largo del proyecto, ya que sin la ayuda de ellos no sería posible la realización de este proyecto.

Resumen.

La empresa CMA Automotive S.A. de C.V. cuenta con tres áreas esenciales, de las cuales son Molino, Corte y Slitter, en este trabajo se describe la creación de un programa de mantenimiento preventivo, donde se intervienen las tres áreas de los diferentes procesos, además de la creación de diferentes herramientas y materiales para la aplicación de los diferentes mantenimientos que se aplicaran, en este caso se crearán ayudas visuales que ayuden a la implementación de dichos mantenimientos en este caso serán mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo.

La implementación de este programa de mantenimiento preventivo ya mencionado en esta empresa productora de tubo de acero para la industria automotriz tiene como objetivo garantizar y aumentar la disponibilidad operacional de los equipos, de una manera eficiente y segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de las entregas de materiales a los clientes de la empresa, de igual manera, cumplir con los estándares de calidad establecidos por la empresa.

Antes que nada, se realizó una investigación de los antecedentes del mantenimiento para determinar los mantenimientos requeridos para aumentar la disponibilidad de los equipos.

Posteriormente se elaboró el modelo para la administración del mantenimiento de esta empresa. Cabe destacar que este programa cuenta la información necesaria para la aplicación de los diferentes mantenimientos de los cuales son, mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y mantenimiento predictivo, que permite llevar el mantenimiento de una manera organizada y controlada.

Índice

<i>Agradecimientos</i>	II
<i>Resumen</i>	III
I. GENERALIDADES DEL PROYECTO	8
<i>Introducción</i>	8
<i>Antecedentes de la empresa</i>	9
<i>Misión</i>	10
<i>Visión</i>	10
<i>Política de calidad</i>	10
<i>Valores</i>	11
<i>Organigrama</i>	12
<i>Estructura Organizacional de la empresa</i>	12
<i>Organigrama del departamento de mantenimiento</i>	13
<i>Principales clientes de la empresa</i>	13
<i>Problemas a resolver, priorizándolos</i>	14
<i>Justificación</i>	15
<i>Objetivos (General y Específicos)</i>	16
<i>Objetivo General</i>	16
<i>Objetivos Específicos</i>	16
II. MARCO TEÓRICO	17
<i>Marco Teórico (fundamentos teóricos)</i>	17
<i>¿Qué es el TPM?</i>	17
<i>Ventajas de implementar TPM</i>	17
<i>Pilares TPM</i>	18
<i>¿Qué es el mantenimiento preventivo?</i>	18
<i>¿Qué es el mantenimiento correctivo?</i>	19
<i>Tipos de mantenimiento correctivo</i>	20
<i>¿Qué es el mantenimiento programado?</i>	20
<i>¿Qué es el mantenimiento autónomo?</i>	21
<i>¿Cuáles son los beneficios del Mantenimiento Autónomo?</i>	22

<i>Cómo implementar el Mantenimiento Autónomo en 7 pasos</i>	23
III. DESARROLLO	26
<i>Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.</i>	26
Diagrama de Ishikawa	27
<i>Investigación de los manuales de la maquinaria o antecedentes de fallas</i>	27
<i>Elaboración de ayudas visuales para mantenimiento preventivo y autónomo</i>	27
<i>Elaboración de hoja de control (Check List)</i>	28
Diagrama de actividades de mantenimiento preventivo al año.....	32
<i>Elaboración de un plan de mantenimiento autónomo</i>	33
<i>Capacitaciones</i>	37
IV. RESULTADOS	38
<i>Resultados</i>	38
<i>Área Slitter</i>	38
<i>Área molino</i>	39
<i>Área corte</i>	40
<i>Después de la aplicación del mantenimiento preventivo</i>	41
<i>Área Slitter</i>	41
<i>Área molino</i>	42
<i>Área corte</i>	43
<i>Análisis de disponibilidad</i>	44
<i>Área Slitter (disponibilidad)</i>	44
<i>Área molino</i>	45
<i>Área corte</i>	45
<i>Análisis de maquinarias</i>	46
<i>Ayudas visuales realizadas</i>	47
V. CONCLUSIONES	65
<i>Conclusiones del Proyecto</i>	65
VI. COMPETENCIAS DESARROLLADAS	66
<i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas.</i>	66
VII. FUENTES DE INFORMACIÓN	67
<i>Fuentes de información</i>	67
VIII. ANEXOS	68

Anexos.....	68
-------------	----

Lista de tablas

Tabla II.1 <i>Pasos de mantenimiento autónomo</i>	21
Tabla III.2 <i>Check list de aplicación de mantenimiento preventivo área corte</i>	28
Tabla III.3 <i>Check list de aplicación de mantenimiento preventivo área molino</i>	29
Tabla III.4 <i>Check list de aplicación de mantenimiento preventivo área Slitter</i>	30
Tabla III.5 <i>Diagrama de Gantt de programa de mantenimiento preventivo</i>	31
Tabla III.6 <i>Check list de aplicación de mantenimiento autónomo área corte</i>	33
Tabla III.7 <i>Check list de aplicación de mantenimiento autónomo área molino</i>	34
Tabla III.8 <i>Check list de aplicación de mantenimiento autónomo área Slitter</i>	35
Tabla IV.1 <i>Fallas ocurridas en el equipo Slitter</i>	37
Tabla IV.2 <i>Fallas ocurridas en el equipo molino</i>	38
Tabla IV.3 <i>Fallas ocurridas en el equipo corte</i>	39
Tabla IV.4 <i>Fallas ocurridas en el equipo Slitter después de aplicar mantenimiento preventivo</i>	40
Tabla IV.5 <i>Fallas ocurridas en el equipo molino después de aplicar mantenimiento preventivo</i>	41
Tabla IV.6 <i>Fallas ocurridas en el equipo corte después de aplicar mantenimiento preventivo</i>	42
Tabla IV.7 <i>Ayuda visual del tablero de conexiones</i>	46
Tabla IV.8 <i>Ayuda visual del tablero de guardamotores</i>	47
Tabla IV.9 <i>Ayuda visual de revisión de motores</i>	48
Tabla IV.10 <i>Ayuda visual de revisión de sensores</i>	49
Tabla IV.11 <i>Ayuda visual limpieza de tablero eléctrico</i>	50
Tabla IV.12 <i>Ayuda visual revisión de guardas de seguridad</i>	51
Tabla IV.13 <i>Ayuda visual revisión de tornillerías</i>	52
Tabla IV.14 <i>Ayuda visual revisión de cadenas de alimentación de tubo</i>	53
Tabla IV.15 <i>Ayuda visual revisión de bandas de carga</i>	54
Tabla IV.16 <i>Ayuda visual revisión de engrase</i>	55
Tabla IV.17 <i>Ayuda visual revisión de niveles de aceite a motorreductores</i>	56

Tabla IV.18 <i>Ayuda visual revisión del sistema de corte</i>	57
Tabla IV.19 <i>Ayuda visual revisión del sistema hidráulico</i>	58
Tabla IV.20 <i>Ayuda visual revisión de manómetros</i>	59
Tabla IV.21 <i>Ayuda visual revisión de mangueras hidráulicas</i>	60
Tabla IV.22 <i>Ayuda visual revisión de nivel de aceite en UPH</i>	61
Tabla IV.23 <i>Ayuda visual revisión del sistema de enfriamiento de aceite</i>	62
Tabla IV.24 <i>Ayuda visual revisión de unidades de mantenimiento</i>	63

Lista de figuras

Figura I.1 <i>Estructura orgánica de la empresa CMA</i>	11
Figura I.2. <i>Organigrama área de mantenimiento en la empresa CMA</i>	12
Figura III.1 <i>Diagrama de pescado (causa y efecto)</i>	26
Figura IV.1 <i>Diagrama de Pareto Slitter</i>	37
Figura IV.2 <i>Diagrama de Pareto molino</i>	38
Figura IV.3 <i>Diagrama de Pareto corte</i>	39
Figura IV.4 <i>Diagrama de Pareto Slitter</i>	41
Figura IV.5 <i>Diagrama de Pareto molino</i>	42
Figura IV.6 <i>Diagrama de Pareto corte</i>	43

I. GENERALIDADES DEL PROYECTO

Introducción

Las empresas proveedoras de materiales metálicos son fuente importante en el mercado tanto nacional como internacional, debido a sus estándares de calidad y producción nos ayudan a tener un buen manejo y control de los equipos, al igual del personal que labora en la empresa.

Los productos que se realizan dentro de la empresa CMA están dirigidos al sector automotriz, industrial, entre otros. Dentro de esta empresa se cuenta con procesos de corte de cintas partiendo en rollos de acero, fabricación de tubos de acero en varias medidas y grados de material.

El desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo en las empresas, que no cuentan o no lo implementan de una manera constante, es importante la aplicación de esta metodología, ya que, sin esto los equipos estarían en una constante avería, lo cual provocaría mayores paradas no programadas, mayor carga de trabajo, mayor desgaste a los equipos, retrasos en las entregas, mayores tiempos muertos y pérdidas económicas mayores, lo cual perjudica a la empresa .

En el presente trabajo, se presentará de manera detallada, tanto la metodología, como información necesaria para la aplicación que nos ayudará a la realización adecuada del proyecto “Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la empresa CMA Automotive S.A. de C.V.”

Antecedentes de la empresa

CMA Automotive S.A. de C.V. (antes MEPEPSA / ATSA) se fundó en el año 1986 por el señor Antonio Pérez Veitez, una persona inteligente, profesional y dedicada, el decidió emprender en crear un negocio dedicado a la fabricación de tuberías de acero, para la fabricación de asientos automotrices, posteriormente al ver resultados favorables, el señor Antonio decidió cambiar el nombre o razón social “CMA Automotive S.A. de C.V.”, este nombre surge por sus tres hijos “C Covadonga Pérez Collado”, “M José Manuel Pérez Collado”, “A Antonio Pérez Collado” CMA Automotive S.A. de C.V. Inició operaciones como MEPEPSA / ATSA en el año 1986, la cual cuenta con dos empresas en el país una ubicada en la Ciudad de México y la otra empresa en el estado de Aguascalientes la cual tiene presencia en Aguascalientes desde el año 2009, por lo que ya cuenta con 36 años de presencia y trayectoria en el mercado nacional e internacional.

Desde el inicio de sus actividades se especializó en la dedicación de la compra, venta, distribución de tubos y perfiles de acero, pero en el año 2009 se cambió de razón social como una empresa moral denominada CMA Automotive S.A. de C.V.

Hasta la fecha sigue siendo una empresa familiar, ahora en la actualidad manejada por dos de sus hijos Antonio Pérez Collado y José Manuel Pérez Collado, los cuales están comprometidos a seguir el legado de su señor padre y cumplir con la misión y visión de la empresa.

Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

CMA Automotive S.A. de C.V. es una de las principales empresas de fabricación de tuberías de acero galvanizado, de diferentes diámetros y diferentes longitudes, utilizados en la industria automotriz para la fabricación de la estructura del asiento de los vehículos, esta empresa planta Aguascalientes cuenta con tres áreas esenciales las cuales son: Slitter, Molino y Corte, en el área de corte es donde el residente en cuestión con el departamento de mantenimiento se tendrá un mayor enfoque ya que es el área con mayor reportes de fallas, realizando el proyecto de “Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa CMA Automotive S.A. de C.V.”

A continuación, se presenta la filosofía que se tiene dentro de la empresa, la cual destaca por su misión, visión, política de calidad y los valores que se tiene dentro de la empresa CMA

Misión

“CMA Automotive somos una empresa familiar cuya razón de ser es proporcionar un trabajo digno que ayude a crecer como persona y como profesional a quien quiera formar parte de esta familia.”

Visión

“Ser una empresa líder en el mercado de la transformación del acero mediante la capacidad, preparación y compromiso de nuestra gente; a través de la adquisición y uso de nuevas tecnologías de manufactura y de información; ofreciendo productos y servicios diferenciados.”

Política de calidad

“En CMA Automotive, estamos comprometidos en lograr la satisfacción de nuestros clientes, ejecutando las mejores prácticas de calidad, seguridad y medio ambiente para

la manufactura de tubos rectos y conformados en aceros al carbón, mejorando continuamente, logrando objetivos de calidad y cumplimiento con los objetivos legales aplicables.”

Valores

- ❖ Trabajo en equipo (el trabajo en equipo se refiere a que entre todos los integrantes de la empresa CMA se ayuden a contribuir y cooperar en actividades que favorezca a la empresa).
- ❖ Honestidad (saber de lo que está bien y de lo que está mal y a su vez actuar con valores y éticas inclinados al bien de la empresa).
- ❖ Compromiso (estar comprometidos al cumplimiento y desarrollo de sus actividades dentro de la empresa).
- ❖ Responsabilidad (saber afrontar las acciones de una manera positiva e integral que ayude en un mejor futuro a la empresa).
- ❖ Humildad (tener una actitud positiva y receptiva para aprender de aquello que aún no se conoce).
- ❖ Innovación (innovar los procesos de operación, mediante la utilización de equipos y herramientas con mayor tecnología).

Organigrama

Estructura Organizacional de la empresa

En la siguiente figura I.1 describe la forma en que está distribuida la organización, así mismo, los puestos que se tienen y de los encargados de estos, sin embargo, el área de dirección está el Señor Antonio Pérez Veitez CEO de la empresa CMA.

A continuación, el diagrama orgánico de la empresa (ver figura I.1):

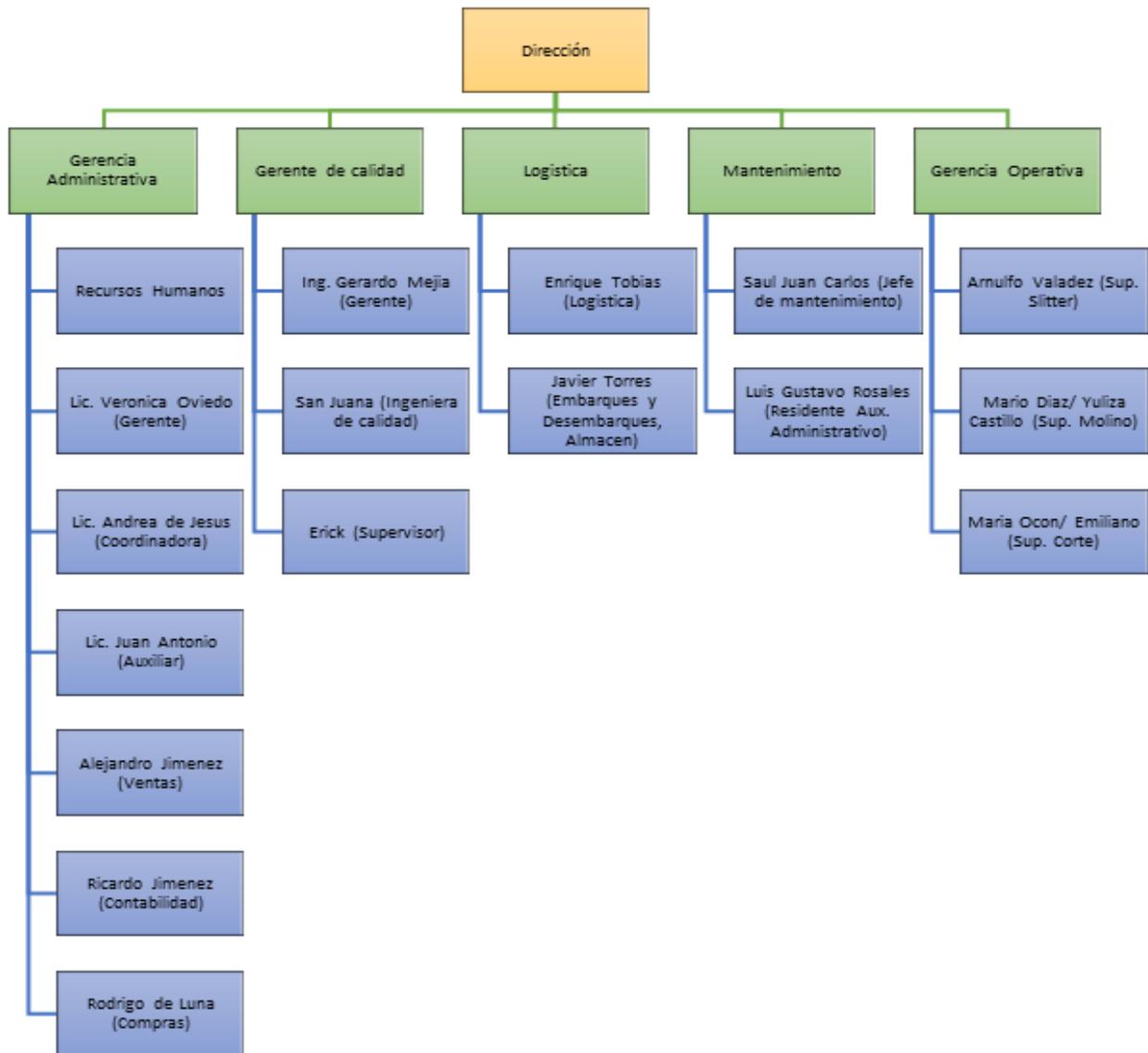


Figura I.1 Estructura orgánica de la empresa CMA

Fuente: CMA, 2022

Organigrama del departamento de mantenimiento

En la siguiente figura I.2 describe el puesto y los integrantes que actualmente se tiene en el departamento de mantenimiento.

A continuación, el diagrama orgánico del departamento de mantenimiento (ver figura I.2):

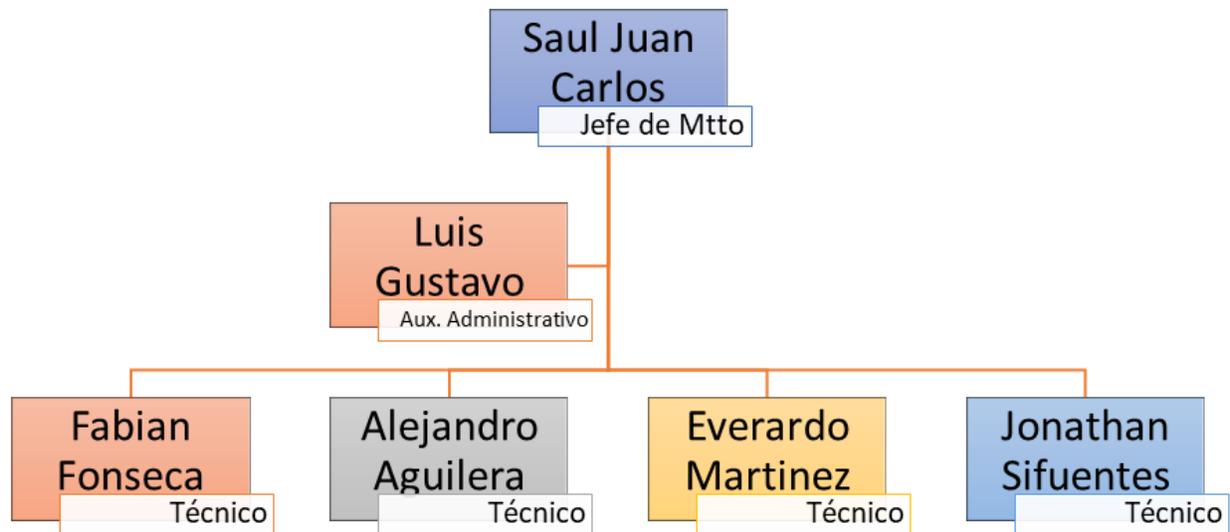


Figura I.2. **Organigrama área de mantenimiento en la empresa CMA**

Fuente: CMA, 2022

Principales clientes de la empresa

A continuación, se desglosa una lista de los principales clientes que tiene la empresa CMA Automotive, cabe destacar que la lista de clientes esta de mayor a menor importancia para la empresa:

- Faurecia USA
- Faurecia
- Boss
- Metalistik
- Magna Columbus
- Feitas

- Multitech
- Valeo San Luis
- Valeo Juárez

Problemas que resolver, priorizándolos.

Uno de los principales problemas detectados fue las paradas no programadas, la falta de mantenimientos preventivos ya que solo se aplica mantenimientos correctivos a la hora en que el equipo está en paro por algún fallo ya sea eléctrica, mecánica, hidráulica o neumática, haciendo que su reparación fuera costosa por la pérdida de tiempo por la falta de mantenimientos preventivos.

La segunda problemática detectada fue que las fallas en los equipos es causada por los mismos operarios, ya que no realizan o no aplican lo que es el mantenimiento autónomo, lo que causa un mayor desgaste en los equipos y maquinarias de la empresa, causando mayores tiempos muertos y pérdidas en la producción, así mismo, mayores costos de reparación, ya que algunos elementos tienen que ser adquiridos por otros lugares lo que causa mayores pérdidas, ya que a veces no se cuenta con un stock de refacciones para los equipos o maquinaria con la que cuenta la empresa.

Por esa razón se optó por realizar un programa de mantenimiento preventivo a partir de las herramientas de mantenimiento autónomo, para así reducir las paradas no programadas por ende reducir los tiempos muertos, aumentando la disponibilidad de los equipos y evitando mayores desgastes y fallas que pueda tener la maquinaria, así evitando la carga de trabajo al personal operativo, para que no se tenga trabajo extra, lo que causa mayor desgaste tanto al personal como a la maquinaria.

Cabe resaltar que la capacitación de los operadores es de suma importancia ya que dichas capacitaciones ayudarán a tener a un personal mejor preparado antes de que ocurra una falla mayor, así sabrán reconocer los posibles fallos previniendo una falla mayor, lo cual provocaría más tiempos muertos, por lo tanto, se realizarán ayudas visuales junto con check list y formato de estandarización de mantenimiento autónomo.

Justificación

Esta empresa se dedica a la elaboración de tubos al carbón en diferentes medidas, cuenta con tres áreas esenciales las cuales se dividen en Slitter, molino y corte.

De las áreas mencionadas anteriormente, el proyecto será el Diseño e implementación del Mantenimiento Preventivo, el cual está dirigido al personal de mantenimiento, encargado de realizar actividades para que el equipo o la maquinaria estén en condiciones de uso, con la finalidad de regular y disminuir los fallos que puedan presentarse dentro de la jornada laboral, resultando acciones más sencillas y evitando paros de producción espontáneos. Esto con la ayuda de la creación del programa de mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo, asimismo, con ayudas visuales que se desarrollarán para esta finalidad.

En cuanto al personal de primera línea, la implementación de este plan de mantenimiento autónomo permitirá que el operario aplique un mantenimiento autónomo, contribuyendo a la mejora del equipo para mantenerlo en condiciones óptimas y con una mayor disponibilidad y así evitar paros no programados durante la jornada laboral, así mismo, contribuyendo a la limpieza y aplicación de 5's en las diferentes áreas de la empresa.

Este método para el mantenimiento son de gran importancia tratar para la empresa ya que se tienen pérdidas de producción alrededor de 1000 tubos por hora y tiempos muertos que por día son de 4 o 5 horas, lo que ocasiona pérdidas monetarias y pérdidas de insumos como aceites, grasas, refacciones, entre otros más elementos que son esenciales para la maquinaria y el equipo para que pueda realizar con un mayor provecho y eficiencia sus actividades de proceso.

Cabe destacar que el departamento de mantenimiento es quien consume más insumos en cada reparación dentro de la empresa, por lo tanto, este proyecto se llevará a cabo en el departamento de mantenimiento, ya que es de suma importancia tener los equipos funcionando y en óptimas condiciones para evitar problemas más graves que lleven a pérdidas mayores.

Objetivos (General y Específicos)

Objetivo General

- Incrementar en un 10% la disponibilidad de los equipos de las líneas de producción, a partir de la implementación de herramientas de Mantenimiento autónomo

Objetivos Específicos

1. Analizar la disponibilidad de los equipos de las líneas de producción (corte, molino, Slitter).
2. Definir un plan de acción para implementar un mantenimiento autónomo en las líneas de producción.
3. Definir un plan de mantenimiento preventivo de los equipos en las líneas de producción.
4. Implementar el plan de mantenimiento preventivo en los equipos de las líneas de producción.
5. Evaluar las acciones del plan de mantenimiento en líneas de producción.

II. MARCO TEÓRICO

Marco Teórico (fundamentos teóricos).

¿Qué es el TPM?

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología Lean Manufacturing de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional pueden efectuarse no sólo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado y polivalente.

Ventajas de implementar TPM

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Actividades en las que se involucra al personal de producción, con el propósito de aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisitos previos de la eficiencia del sistema.

Además, el TPM presenta las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.
- Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- Aprovechamiento del capital humano.

- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- Reducción de costos operativos.

Vale la pena considerar que los equipos son susceptibles a un desgaste natural, y a un desgaste forzoso. Las actividades del TPM se enfocan en eliminar los factores de desgaste forzoso, aumentando el cuidado sobre el equipo y las instalaciones.

Pilares TPM

- El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se fundamenta sobre seis pilares:
- Mejoras enfocadas.
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento planificado.
- Mantenimiento de calidad.
- Educación y entrenamiento.
- Seguridad y medio ambiente.

(Salazar López. B 2019)

¿Qué es el mantenimiento preventivo?

Es la intervención de la máquina para la conservación de ella mediante la realización de una reparación que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad, antes de una avería.

El mantenimiento preventivo se adelanta a las averías antes de que ocurran o hace que sean menos graves, por lo que disminuye el gasto en reparaciones y el tiempo en el que los equipos dejan de estar operativos debido a las mismas.

Existen tres tipos de mantenimientos preventivos y el conjunto de todos ellos forma un plan de mantenimiento; el cuál es indispensable para realizar una labor de mantenimiento de calidad y profesional. Estos son los tres tipos principales de mantenimiento preventivo:

- Mantenimiento programado: Se realizan por tiempo, kilómetros u horas de funcionamiento.
- Mantenimiento predictivo: Es realizado al final del período estimado máximo de utilización.
- Mantenimiento de oportunidad: Se aprovecha el período en el que no se está utilizando el equipo para realizar el mantenimiento y evitar cortes de producción.

El objetivo principal del mantenimiento preventivo es limitar el riesgo de mal funcionamiento y reducir el número y la frecuencia de las averías de las máquinas. Con este objetivo, pretendemos:

- Reducir la frecuencia de las paradas de producción;
- Reduzca el tiempo de inactividad de la máquina para las reparaciones;
- Aumentar la vida útil de las máquinas y equipos;
- Planificar las intervenciones de mantenimiento correctivo para realizarlas en las mejores condiciones;
- Mejor gestión de las existencias de piezas de recambio;
- Evitar el consumo innecesario de energía, lubricantes y consumibles;
- Reducir el presupuesto de mantenimiento;
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal;
- Reducir o incluso eliminar las causas de los accidentes graves.

¿Qué es el mantenimiento correctivo?

El mantenimiento correctivo es una actividad que se lleva a cabo para reparar el daño encontrado durante el mantenimiento preventivo. En general, no se trata de un conjunto de acciones planificadas, ya que se realiza cuando un componente ha sido dañado. Su objetivo es restaurar la confiabilidad del sistema y devolverlo a su estado original.

El mantenimiento correctivo también se conoce como mantenimiento de descomposturas y solo tiene lugar cuando alguna máquina no funciona. Si esta estrategia es empleada

como la principal habrá un alto impacto de las actividades de mantenimiento no planificadas y de reposición de partes del inventario.

Tipos de mantenimiento correctivo

Mantenimiento correctivo planificado

Se realiza cuando se sabe de antemano que el equipo debe ser reparado, para que así se pueda comenzar desde el principio de forma controlada.

Mantenimiento correctivo no planificado

Se realiza cuando el equipo o máquina no funcionan o en caso de una emergencia, por lo que esta actividad siempre es urgente y difícil de controlar, lo que puede resultar en un gran costo.

¿Qué es el mantenimiento programado?

El mantenimiento programado, o basado en el tiempo, es importante en términos de criticidad en lo que respecta a las primeras etapas de degradación de un equipamiento. Se realiza a intervalos de tiempo predefinidos, o siguiendo un criterio de uso, sin tomar en cuenta las condiciones de uso de la máquina.

El mantenimiento programado requiere sólidos conocimientos de las reglas de degradación, por ejemplo, la curva de vida de un cojinete de bolas. Se tiene que realizar fiablemente para eliminar cualquier otra revisión adicional entre dos intervalos, o evitar una vigilancia adicional fuera de los periodos de inspección.

Este tipo de mantenimiento es utilizado sobre equipamientos que no requieren costes de cambio de piezas muy elevados. Incluye:

- Cambio de aceite, cojinetes, resortes, contactos, resistencias, lámparas, etc.
- Ajustes de tensión de correas, presión, potenciómetros, etc.
- Control de los niveles, par de sujeción, etc.

La mayor desventaja del mantenimiento programado es que requiere determinar la frecuencia ideal de las piezas. (Talva M. A. 2021)

¿Qué es el mantenimiento autónomo?

El mantenimiento autónomo es aquel que se lleva a cabo con la colaboración de los operarios del proceso. Consiste en realizar diariamente actividades no especializadas, tales como la inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes menores, estudios de mejoras, análisis de fallas, entre otras. Es importante que los operarios sean capacitados y polivalentes para llevar a cabo estas funciones, de tal manera que debe contar con total dominio del equipo que opera, y de las instalaciones de su entorno.

Los objetivos del mantenimiento autónomo son claros, y contribuyen a la preservación de los equipos mediante la prevención. Además, el mantenimiento autónomo permite: Adquirir conocimiento y aprendizaje por medio del estudio del equipo. (Daunce Villanueva, E. 2014)

- Desarrollar habilidades para el análisis y solución de problemas. Cultura organizacional orientada a la mejora continua y a la gestión colaborativa.
- Mejorar las funciones del equipo.
- Mejorar las condiciones de seguridad y eficiencia (productividad y energía) del equipo.

En la siguiente tabla II.1 como metodología específica de mantenimiento autónomo, el *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* recomienda el siguiente procedimiento (ver tabla II.1):

Tabla II.1 **Pasos de mantenimiento autónomo**

Etapa	Nombre	Descripción
1	Limpieza inicial (limpieza profunda).	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de «fuguai»; ajustes menores.

2	Acciones correctivas en la fuente.	Evitar que el equipo se ensucie nuevamente, facilitar su acceso, inspección y limpieza inicial; reducir el tiempo empleado en la limpieza profunda.
3	Preparación de estándares de inspección.	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y ajuste. Una vez validados se establecerán en forma definitiva.
4	Inspección general.	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la verificación.
5	Inspección autónoma.	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización.	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Elaboración de procedimientos operativos estándar. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno.	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual (Andon), tablas MTBF y tableros Kaizen.

¿Cuáles son los beneficios del Mantenimiento Autónomo?

Tal vez el beneficio más claro del mantenimiento autónomo sea el ahorro de mano de obra. Como cada trabajador se encarga de las tareas de mantenimiento más básicas, los técnicos están libres para tareas más especializadas. Esto implica un uso mucho mejor del tiempo y de los recursos.

La segunda cosa que notarás es que los trabajadores empiezan a detectar problemas y cambios antes de que causen un fallo. Esto permite intervenciones más oportunas, lo que causa interrupciones mínimas en el funcionamiento normal de la empresa. La

reducción del Down time y de las paradas, por otra parte, proporciona una mayor disponibilidad.

Estos son los principales beneficios del mantenimiento autónomo:

- menos costes con la mano de obra
- menos paradas y riesgo de accidentes
- más disponibilidad
- más seguridad
- más participación e implicación de todos los empleados.

Cómo implementar el Mantenimiento Autónomo en 7 pasos

Por lo general, se considera que hay siete pasos para aplicar prácticas de mantenimiento autónomo exitosas. Aunque son muchas veces la meta, las estrategias de mantenimiento también necesitan mantenimiento.

Aumentar el conocimiento de los empleados.

Seguramente ya has oído que el conocimiento es poder. Y es verdad. Para que cada trabajador sea “independiente”, necesita conocer las máquinas con las que trabaja. Entrena a cada empleado para detectar cambios y resolver problemas comunes. Todo el mundo debe ser capaz de realizar tareas de mantenimiento sencillas, así como configurar y mantener sus equipos en condiciones óptimas.

- Limpieza e inspección inicial.

Después de entrenar a tus empleados, estos podrán hacer inspecciones cuidadosas y limpieza de los activos. Estarán más atentos a las fugas, tornillos sueltos, grietas, contaminación, sonidos u olores anormales y sobrecalentamiento.

Las tareas de limpieza incluyen la eliminación de residuos de aceite, polvo, suciedad y otros residuos. Estos dos pasos aseguran que el equipo se mantiene en buenas

condiciones. Si hay algún problema que no pueden resolver, deben señalarlo y llamar a un técnico.

- Eliminar las fuentes de contaminación.

¿De dónde vienen el aceite, las impurezas y la suciedad? Para asegurarte de que el equipo no se deteriora, dale a tus empleados autonomía para controlar las posibles fuentes de contaminación. Al final, a estas alturas ya conocen su equipo mejor que nadie. Déjales que recomienden cubiertas, formas de aumentar la estanqueidad y prácticas para mejorar la limpieza.

- Estandarizar la lubricación y las inspecciones.

El cuarto paso para implementar el mantenimiento autónomo es establecer estándares. Cada uno de estos estándares debe ser adaptado a cada activo con la ayuda de personal, técnicos e ingenieros.

- Inspección y monitoreo.

Si el objetivo es aumentar la productividad, la duplicación de tareas es un pecado capital. Las tareas de cada empleado deben ser monitoreadas y comparadas con el «calendario oficial» para coordinar todas las actividades. Una vez más, puedes utilizar un GMAO o PIM – Plataforma Inteligente de Mantenimiento, o IMMMP en inglés – para facilitar este paso.

- Mantenimiento visual.

El mantenimiento visual puede traer muy buenos resultados. Para facilitar las inspecciones visuales al principio de cada turno, trata de construir un sistema que respete los estándares que has establecido en el número 4. Por ejemplo, identifica válvulas abiertas y cerradas, asigna flujos con etiquetas y prefiere coberturas transparentes.

- Mejora continua.

No te olvides de que otro de los ocho pilares del TPM es el enfoque en las mejoras. Ríndete a la evidencia de que todo puede mejorar si haces un monitoreo consciente y estás dispuesto a escuchar el feedback. Por eso queremos darte los siguientes tres consejos y asegurarnos de que tu plan de mantenimiento es sostenible.

Ofrecer una formación continua y de actualización.

Ayuda a los técnicos de mantenimiento y al personal a mantenerse al día con formaciones regulares. De hecho, la formación continua es otro de los pilares del TPM, por lo que complementa el mantenimiento autónomo.

- Hablar con los trabajadores.

No subestimes el poder de una conversación. Es importante que todos estén en sintonía cuando empiezan a trabajar. Si vas a proponer cambios, marca una reunión para explicar lo que va a cambiar y evita una mentalidad de nosotros vs. ellos. (Montilla Montaña, C. 2016)

III. DESARROLLO

Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

En la tabla III.1 explica el problema principal que se tiene dentro de la empresa es que la productividad dentro de los procesos no es estable a excepción del área de Slitter.

Existen líneas de productividad que varían en la productiva, por lo que se optó en realizar un diagrama de 5 Why's para analizar las posibles causas del problema descrito (ver tabla III.1):

Tabla III.1 *Tabla 5 Why's*

Problema	Productividad inestable
¿Por qué?	Paros largos en las líneas de producción
¿Por qué?	<ul style="list-style-type: none">• Mal ajuste en los parámetros por parte del operador• Mal manejo del equipo
¿Por qué?	No se realiza el mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo
¿Por qué?	No existe coordinación y planeación de los mantenimientos
¿Por qué?	Falta de capacitación para los técnicos de mantenimiento, así mismo, capacitar a los operadores para la aplicación del mantenimiento autónomo.

Una vez que se detectaron las causas, se analizó con más detalle para dar con la o las causas raíz que afectan a la productividad

Diagrama de Ishikawa

En la figura III.1 explica la detección de la causa, se analizó mas a detalle el problema para dar con la o las causas raíz que afectan la productividad baja (ver figura III.1):

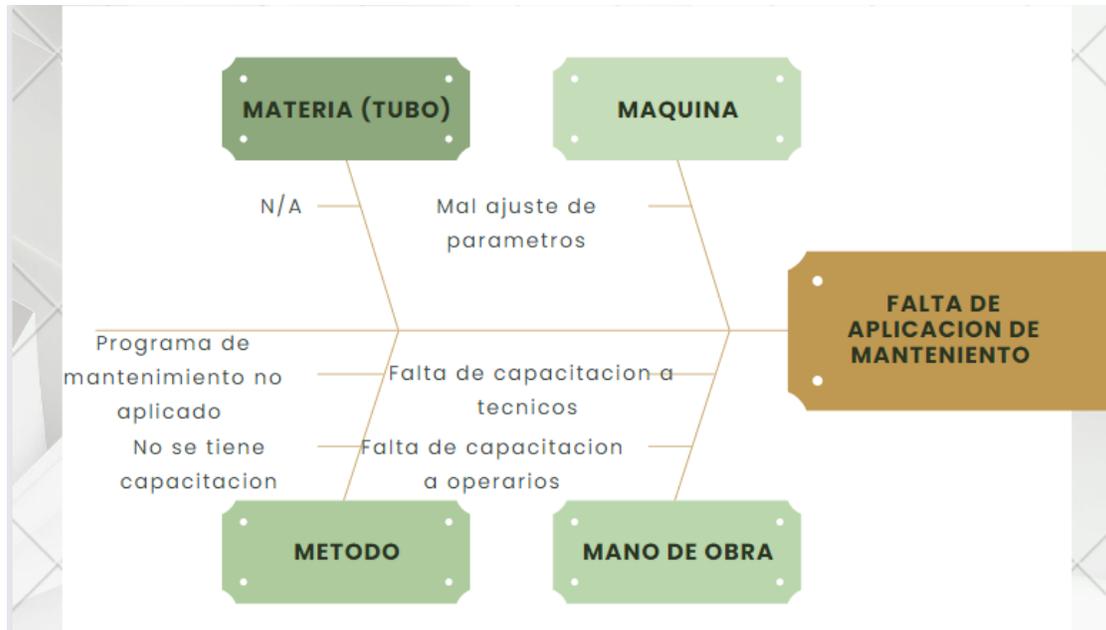


Figura III.1 *Diagrama de pescado (causa y efecto)*

Fuente: CMA, 2022

Investigación de los manuales de la maquinaria o antecedentes de fallas

En estas actividades se recolectó información debido a que no se contaba con los manuales del plan de mantenimiento y hubo la necesidad de recurrir a los antecedentes de fallas de los equipos, checando bitácoras y ordenes de trabajos para detectar y obtener la información adecuada para realizar sus respectivos mantenimientos.

Elaboración de ayudas visuales para mantenimiento preventivo y autónomo.

en estas actividades se realizaron ayudas visuales donde se especifican puntos críticos o puntos donde se tiene que revisar para prevenir fallos futuros, además, se realizaron ayudas visuales para personal operativo, donde se especifica las actividades que realizará, el personal operativo realizará actividades sencillas o básicas como es la

limpieza, lubricación, ajuste e inspección, por otra parte para la aplicación de estos mantenimientos se realizarán los Check List para anotar las actividades realizadas.

Elaboración de hoja de control (Check List)

Se llevó a cabo la elaboración de una hoja de control (Check List) donde se muestran las diferentes actividades a realizar para la aplicación de un mantenimiento preventivo de los equipos, dependiendo el programa de mantenimiento (preventivo, autónomo) es que se aplicará este tipo de mantenimiento, este Check List tiene como objetivo llevar un control de las actividades que se vayan a realizar y así no causar problemas por falta de mantenimiento y tener los equipos en su mejor estado y tenerlos trabajando todo el tiempo posible.

En estas hojas de control o check list, se tendrá que registrar la fecha de aplicación de acuerdo a la semana que esté programado dicho mantenimiento, así mismo, se deberá de registrar la área donde será intervenido el equipo, las refacciones que se cambiaron a causa de daños por deterioro o mal funcionamiento, también se deberá registrar la actividad que se realizó en cada uno de los puntos que se especifican (limpieza, revisión, pulido, cambio, otro, etc.), así mismo, se registrará el tiempo que se llevó a cabo para la aplicación del mantenimiento preventivo, quien fue el que intervino el equipo, quien revisa el equipo y por último el supervisor del área firmará de conformidad al trabajo realizado en el equipo.

A continuación, los check list o hojas de control elaboradas para este fin:

El siguiente tabla III.2 el check list es para los equipos del área de corte para la aplicación de mantenimiento preventivo (ver tabla III.2):

REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																														
MAQUINA/EQUIPO	BEWO I																													
AREA/LINEA	CORTE																													
FECHA	REALIZO	AUTORIZO	FIRMA DE CONFORMIDAD	REVISO																										
																														
PARTES A REVISAR		CONDICIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIONES																										
SERVICIO AL TABLERO DE CONTROL. REAPRIETE DE CONEXIONES EN CLEMAS, GUARDA MOTORES, VARIADORES DE VELOCIDAD, Y ENTRADAS Y SALIDAS PLC.																														
REVISAR QUE NO SE ENCUENTREN DISPARADOS FUSIBLES, GUARDAMOTORES Y PROTECCIONES TÉRMICAS.																														
REAPRIETE DE CONEXIONES INTERRUPTORES TERMO MAGNETICOS Y TRANSFORMADORES.																														
CHECAR BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES VOLTAJE DE ALIMENTACION, CORRIENTE DE CONSUMO, VENTILADOR Y GUARDAS, REAPRIETE DE CONEXIONES ELECTRICAS.																														
REVISAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE MICROSWITCHES Y SENSORES ASI COMO BUEN ESTADO DE CABLES DE ALIMENTACION Y CONECTORES DE GLANDULA.																														
LIMPIEZA GENERAL DEL TABLERO.																														
SISTEMA ELECTRICO																														
REVISAR GUARDAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN COMPUERTAS DE ACCESO FRONTAL Y BARRA TRASERA.																														
REAPRIETE DE TORNILLERIA EN GUARDAS Y SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE TUBOS.																														
REVISAR CADENAS DE ALIMENTACION DE TUBOS, QUE SE ENCUENTREN ENGRASADOS Y RODILLOS EN BUEN ESTADO.																														
REVISAR BANDAS DE CARGA QUE NO ESTEN DES-HILADAS Y EL CONTRA PESO EN BUEN ESTADO.																														
LUBRICAR PUNTOS DE ENGRASE EN CARRO, GUARDAS DE ALISADO Y CHUMACERAS DE TRANSMISION DE CADENAS.																														
REVISAR CORRECTO NIVEL DE ACEITE EN MOTO REDUCTOR DE BANDAS.																														
REVISION DEL SISTEMA DE CORTE BANDA EN BUEN ESTADO, BASE DEL SISTEMA DE AGARRE Y PERNOS GUIAS DEL DISCO DE CORTE EN BUEN ESTADO.																														
REVISAR SISTEMA DE ENFRIAMIENTO LUBRICACION DISCO DE CORTE, REGULAR LA PRESION, BUEN ESTADO DE MANGUERAS.																														
REVISAR QUE NO EXISTAN FUGAS DE LIQUIDO LUBRICANTE Y BUEN ESTADO DE LOS DEPOSITOS DE LUBRICANTE.																														
SISTEMA MECANICO																														
REVISAR QUE NO EXISTAN FUGAS EN CONEXIONES Y MANGUERAS DEL MANIFOLD DISTRIBUIDOR, PISTONES Y ELECTROVALVULAS.																														
REVISION DE MANOMETROS QUE NO EXISTAN FUGAS DE ACEITE EN CONEXIONES, CARATULA Y CUBIERTA EN BUEN ESTADO.																														
AGUJA INDICADORA EN BUEN ESTADO Y CORRECTA OPERACION DE MANOMETROS.																														
REVISAR CORRECTO NIVEL DE ACEITE DE LA UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA 3/4" MAXIMO 1/4" MNIMO.																														
REVISION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE ACEITE QUE NO TENGA FUGAS DE ACEITE EN RADIADOR QUE ESTE SE ENCUENTRE LIMPIO, Y MOTO VENTILADOR FUNCIONANDO.																														
REVISAR OPTIMAS CONDICIONES DE GUARDAS DE SEGURIDAD.																														
SISTEMA HIDRAULICO																														
REVISAR UNIDAD DE MANTENIMIENTO Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE REGULADOR DE PRESION.																														
BUEN ESTADO DE VASOS LUBRICADOR Y SEPARADOR DE HUMEDAD ASI COMO REVISION DE MANOMETROS.																														
CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE REGULADORES DE ELECTROVALVULAS.																														
REVISION DE PISTONES DE MESA DE VOLTEO, ESTADO DE CONECTORES NEUMATICOS, Y CORRECTA SUJECION DE HORQUILLA DE VASTAGO.																														
REVISAR QUE NO SE ENCUENTRE NINGUNA FUGA DE AIRE.																														
SISTEMA NEUMATICO																														
NOTAS : AL TÉRMINO DEL TRABAJO VERIFICAR QUE: -LAS TAPAS DE PROTECCIÓN QUE DEN COLOCADAS EN SU LUGAR. -SE REALICE LA LIMPIEZA DEL ÁREA EN QUE SE TRABAJO.																														
REFACCION DAÑADA	VIDA ÚTIL DE LA REFACCION Y FECHA DE CAMBIO																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>CONDICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>√</td> <td>OK</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>NG</td> </tr> <tr> <td>N/A</td> <td>NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CÓDIGO</th> <th>ACCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>CAMBIAR</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>LIMPIAR</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>REVISAR</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CORTAR</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>EMPALMAR</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>SOLDAR</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>PULIR</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>OTROS</td> </tr> </tbody> </table>					CÓDIGO	CONDICIÓN	√	OK	X	NG	N/A	NO APLICA	CÓDIGO	ACCIÓN	1	CAMBIAR	2	LIMPIAR	3	REVISAR	4	CORTAR	5	EMPALMAR	6	SOLDAR	7	PULIR	8	OTROS
CÓDIGO	CONDICIÓN																													
√	OK																													
X	NG																													
N/A	NO APLICA																													
CÓDIGO	ACCIÓN																													
1	CAMBIAR																													
2	LIMPIAR																													
3	REVISAR																													
4	CORTAR																													
5	EMPALMAR																													
6	SOLDAR																													
7	PULIR																													
8	OTROS																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIEMPO TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> </tbody> </table>					TIEMPO TOTAL																									
TIEMPO TOTAL																														

Tabla III.2 *Check list de aplicación de mantenimiento preventivo área corte*

Fuente: CMA, 2022

El siguiente tabla III.3 el check list es para los equipos del área de molino para la aplicación de mantenimiento preventivo (ver tabla III.3):

REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																							
MAQUINA/EQUIPO																							
ÁREA/LÍNEA	MOLINO																						
FECHA	REALIZO	AUTORIZO	FIRMA DE CONFORMIDAD	REVISÓ																			
PARTES A REVISAR																							
		CONDICIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIONES																			
SERVICIO AL TABLERO DE CONTROL REAPRIETE DE CONEXIONES EN CLEMAS, GUARDA MOTORES, VARIADORES DE VELOCIDAD, Y ENTRADAS Y SALIDAS PLC.	SISTEMA ELÉCTRICO				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">CÓDIGO</th> <th>CONDICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">√</td> <td style="text-align: center;">OK</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">NG</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO	CONDICIÓN	√	OK	X	NG	N/A	NO APLICA										
CÓDIGO		CONDICIÓN																					
√		OK																					
X		NG																					
N/A		NO APLICA																					
REVISAR QUE NO SE ENCUENTREN DISPARADOS FUSIBLES, GUARDA MOTORES Y PROTECCIONES TERMICAS.																							
REAPRIETE DE CONEXIONES INTERRUPTORES TERMO MAGNETICOS Y TRANSFORMADORES.																							
CHECAR BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN, CORRIENTE DE CONSUMO, VENTILADOR Y GUARDAS, REAPRIETE DE CONEXIONES ELÉCTRICAS.																							
REVISAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE MICROSWITCHES Y SENSORES ASI COMO BUEN ESTADO DE CABLES DE ALIMENTACIÓN Y CONECTORES DE GLANDULA.																							
LIMPIEZA GENERAL DEL TABLERO.																							
SISTEMA MECÁNICO																							
REVISAR GUARDAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN COMPUERTAS DE ACCESO FRONTAL.	SISTEMA MECÁNICO				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">CÓDIGO</th> <th>ACCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">CAMBIAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">LIMPIAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">REVISAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">CORTAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">EMPALMAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">SOLDAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">PULIR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">OTROS</td> </tr> </tbody> </table>	CÓDIGO	ACCIÓN	1	CAMBIAR	2	LIMPIAR	3	REVISAR	4	CORTAR	5	EMPALMAR	6	SOLDAR	7	PULIR	8	OTROS
CÓDIGO		ACCIÓN																					
1		CAMBIAR																					
2		LIMPIAR																					
3		REVISAR																					
4		CORTAR																					
5		EMPALMAR																					
6		SOLDAR																					
7		PULIR																					
8		OTROS																					
REVISAR RODILLOS DE NAYLAMIN																							
REVISAR CADENA DE TRANSMISIÓN EN BUEN ESTADO.																							
REVISAR CADENAS DE ALIMENTACIÓN DE TUBOS QUE SE ENCUENTREN ENGRASADOS Y RODILLOS EN BUEN ESTADO.																							
REVISAR RODILLOS DE ENTRADA DE CINTA																							
REVISAR FRENO DE DISCO Y BALATAS Y QUE NO EXISTAN FUGAS DE BOOSTER																							
REVISAR CORRECTO NIVEL DE ACEITE EN MOTO REDUCTORES Y BANDAS.																							
REVISAR EMPALME CIZALLA DE CORTE EN BUEN ESTADO Y MORDAZAS DE EMPALME EN BUEN ESTADO																							
REVISAR BUEN FUNCIONAMIENTO DE ANTOCHA																							
LIMPIEZA GENERAL DEL ÁREA.																							
SISTEMA NEUMÁTICO																							
REVISAR UNIDAD DE MANTENIMIENTO Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE REGULADOR DE PRESION.	SISTEMA NEUMÁTICO				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">TIEMPO TOTAL</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </thead> </table>	TIEMPO TOTAL																	
TIEMPO TOTAL																							
BUEN ESTADO DE VASOS LUBRICADOR Y SEPARADOR DE HUMEDAD ASI COMO REVISION DE MANOMETROS.																							
CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE REGULADORES DE ELECTROVALVULAS.																							
REVISAR PISTONES NEUMÁTICOS																							
REVISAR QUE NO SE ENCUENTRE NINGUNA FUGA DE AIRE.																							
LIMPIEZA GENERAL DEL ÁREA.																							
<p>NOTAS : AL TÉRMINO DEL TRABAJO VERIFICAR QUE:</p> <ul style="list-style-type: none"> -LAS TAPAS DE PROTECCIÓN QUEDEN COLOCADAS EN SU LUGAR. -SE REALICE LA LIMPIEZA DEL ÁREA EN QUE SE TRABAJÓ. 																							
REFACCION DAÑADA	VIDA ÚTIL DE LA REFACCIÓN Y FECHA DE CAMBIO																						

Tabla III.3 *Check list de aplicación de mantenimiento preventivo área molino*

Fuente: CMA, 2022

El siguiente tabla III.4 el check list es para los equipos del área de Slitter para la aplicación de mantenimiento preventivo (ver tabla III.4):

<p align="center">REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</p>					
MAQUINA/EQUIPO AREALÍNEA		SLITTER			
FECHA		REALIZO		AUTORIZO	FIRMA DE CONFORMIDAD
PARTES A REVISAR		CONDICIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIONES	
SERVICIO AL TABLERO DE CONTROL REAPRIETE DE CONEXIONES EN CLEMAS, GUARDA MOTORES, VARIADORES DE VELOCIDAD, Y ENTRADAS Y SALIDAS PLC.		SISTEMA ELÉCTRICO			
REVISAR QUE NO SE ENCUENTREN DISPARADOS FUSIBLES, GUARDA MOTORES Y PROTECCIONES TERMICAS.					
REAPRIETE DE CONEXIONES INTERRUPTORES TERMO MAGNÉTICOS Y TRANSFORMADORES.					
CHECAR BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES VOLTAJE DE ALIMENTACION, CORRIENTE DE CONSUMO, VENTILADOR Y GUARDAS, REAPRIETE DE CONEXIONES ELÉCTRICAS.					
REVISAR CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE MICROSWITCHES Y SENSORES ASI COMO BUEN ESTADO DE CABLES DE ALIMENTACION Y CONECTORES DE GLÁNDULA.					
LIMPIEZA GENERAL DEL TABLERO.					
REVISAR GUARDAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN COMPUERTAS DE ACCESO FRONTAL.		SISTEMA MECÁNICO			
REAPRIETE DE TORNILLERÍA Y LUBRICACIÓN EN CARROS.					
REAPRIETE DE TORNILLERÍA EN GUARDAS.					
REVISAR CREMALLERAS EN CARROS.					
REVISAR QUE NO EXISTAN FUGAS EN CONEXIONES Y MANGUERAS DEL MANIFOLD DISTRIBUIDOR, PISTONES Y ELECTROVÁLVULAS.		SISTEMA HIDRÁULICO			
REVISIÓN DE MANOMETROS QUE NO EXISTAN FUGAS DE ACEITE EN CONEXIONES, CARATULA Y CUBIERTA EN BUEN ESTADO.					
AGUJA INDICADORA EN BUEN ESTADO Y CORRECTA OPERACIÓN DE MANOMETROS.					
REVISAR CORRECTO NIVEL DE ACEITE DE LA UNIDAD DE POTENCIA HIDRÁULICA 3/4" MÁXIMO- 1/4" MÍNIMO.					
REVISIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE ACEITE QUE NO TENGA FUGAS DE ACEITE EN RADIADOR QUE ESTE SE ENCUENTRE LIMPIO, Y MOTOR VENTILADOR FUNCIONANDO.					
REVISAR ÓPTIMAS CONDICIONES DE GUARDAS DE SEGURIDAD.					
REVISAR UNIDAD DE MANTENIMIENTO Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE REGULADOR DE PRESION.		SISTEMA NEUMÁTICO			
BUEN ESTADO DE VASOS LUBRICADOR Y SEPARADOR DE HUMEDAD ASI COMO REVISIÓN DE MANOMETROS.					
CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE REGULADORES DE ELECTROVÁLVULAS.					
REVISIÓN DE PISTONES DE MESA DE VOLTEO, ESTADO DE CONECTORES NEUMÁTICOS, Y CORRECTA SUJECION DE HORQUILLA DE VÁSTAGO.					
REVISAR QUE NO SE ENCUENTRE NINGUNA FUGA DE AIRE.					
NOTAS : AL TÉRMINO DEL TRABAJO VERIFICAR QUE: -LAS TAPAS DE PROTECCIÓN QUEDEN COLOCADAS EN SU LUGAR. -SE REALICE LA LIMPIEZA DEL ÁREA EN QUE SE TRABAJÓ.					
REFACCIÓN DAÑADA		VIDA ÚTIL DE LA REFACCIÓN Y FECHA DE CAMBIO			
TIEMPO TOTAL					



CÓDIGO	CONDICIÓN
√	OK
X	NG
N/A	NO APLICA

CÓDIGO	ACCIÓN
1	CAMBIAR
2	LIMPIAR
3	REVISAR
4	CORTAR
5	EMPALMAR
6	SOLDAR
7	PULIR
8	OTROS

Tabla III.4 *Check list de aplicación de mantenimiento preventivo área Slitter*

Fuente: CMA, 2022

Diagrama de actividades de mantenimiento preventivo al año

En la siguiente tabla III.5 se realizó un plan de mantenimiento preventivo para las diferentes áreas de la empresa, este plan se realizó mediante el análisis de la bitácora de fallas y errores que se tiene en el departamento, una vez realizado este análisis se procede a dividir las actividades para cada área operativa.

A continuación, se muestra el plan de mantenimiento realizado por el residente (ver tabla III.5):

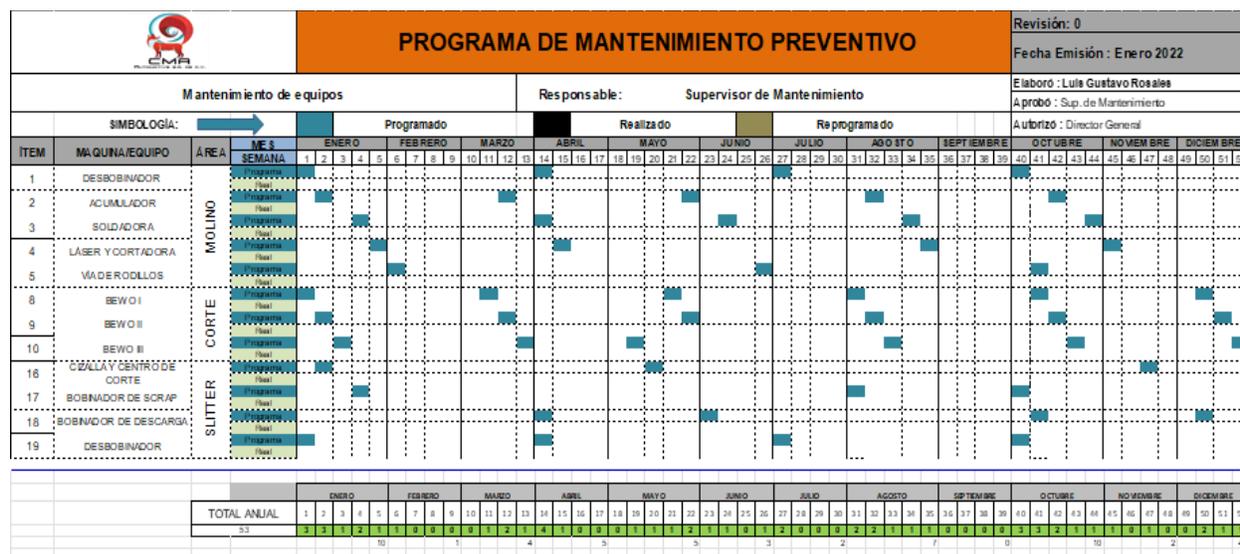


Tabla III.5 Diagrama de Gantt de programa de mantenimiento preventivo

Fuente: CMA, 2022

Elaboración de un plan de mantenimiento autónomo

Así mismo, se demuestra el check list de mantenimiento autónomo donde se tendrá que aplicar por parte del operador del equipo, este mantenimiento autónomo será revisado por el supervisor del área donde se esté aplicando, también será revisado por el supervisor del departamento de mantenimiento, esto para evitar fallas por un mal acomodo de un elemento.

En estas hojas de control o check list, se tendrá que registrar lo mismo como los check list de mantenimiento preventivo como la fecha de aplicación, así mismo, se deberá de registrar la área donde será intervenido el equipo, las refacciones que se cambiaron a causa de daños por deterioro o mal funcionamiento, también se deberá registrar la actividad que se realizó en cada uno de los puntos que se especifican (limpieza, revisión, pulido, cambio, otro, etc.), así mismo, se registrará el tiempo que se llevó a cabo para la aplicación del mantenimiento preventivo, quien fue el que intervino el equipo, quien revisa el equipo y por último el supervisor del área firmará de conformidad al trabajo realizado en el equipo.

A continuación, se muestran los check list de cada una de las áreas donde se especifica lo descrito anteriormente:

El siguiente tabla III.6 el check list es para los equipos del área de corte para la aplicación de mantenimiento autónomo (ver tabla III.6):

REPORTE DE MANTENIMIENTO AUTONOMO																										
MAQUINA/EQUIPO	BEWO I																									
ÁREA/LÍNEA	CORTE																									
FECHA	REALIZO	AUTORIZO	FIRMA DE CONFORMIDAD	REVISÓ																						
																										
PARTES A REVISAR	CONDICIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIONES																							
REVISION DE BOTON DE ENCENDIDO Y PARO DE EMERGENCIA																										
REVISION DE SENSORES Y MICROSWITCH (PARTE TRASERA Y DELANTERA)																										
LIMPIEZA GENERAL DEL TABLERO.																										
REVISION Y LUBRICACION DE CARROS																										
REVISION Y LUBRICACION DE CREMALLERAS DE CARROS																										
LUBRICAR LOS PUNTOS DE ENGRASE																										
REVISAR EL ESTADO DE LAS GUARDAS DE SEGURIDAD Y TORNILLERIA DEL MISMO																										
REVISION E INSPECCION DE MANGUERAS HIDRAULICAS																										
REVISION E INSPECCION DEL NIVEL DE ACEITE DE LA UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA UPH																										
REVISAR BANDAS DE CARGA QUE NO ESTÉN DES-HILADAS Y EL CONTRA PESO EN BUEN ESTADO.																										
REVISION E INSPECCION DE BANDAS DE CABEZAL DE CORTE, CARDAS, ETC.																										
NOTAS : AL TÉRMINO DEL TRABAJO VERIFICAR QUE: -LAS TAPAS DE PROTECCIÓN QUEDEN COLOCADAS EN SU LUGAR. -SE REALICE LA LIMPIEZA DEL ÁREA EN QUE SE TRABAJÓ.																										
REFACCIÓN DAÑADA	VIDA ÚTIL DE LA REFACCIÓN Y FECHA DE CAMBIO																									
<table border="1" style="margin-left: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 10%;">CONDICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">√</td> <td style="text-align: center;">OK</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">NG</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 10%;">ACCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">CAMBIAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">LIMPIAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">REVISAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">CORTAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">EMPALMAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">AJUSTAR</td> </tr> </tbody> </table>					CÓDIGO	CONDICIÓN	√	OK	X	NG	N/A	NO APLICA	CÓDIGO	ACCIÓN	1	CAMBIAR	2	LIMPIAR	3	REVISAR	4	CORTAR	5	EMPALMAR	6	AJUSTAR
CÓDIGO	CONDICIÓN																									
√	OK																									
X	NG																									
N/A	NO APLICA																									
CÓDIGO	ACCIÓN																									
1	CAMBIAR																									
2	LIMPIAR																									
3	REVISAR																									
4	CORTAR																									
5	EMPALMAR																									
6	AJUSTAR																									
<table border="1" style="margin-left: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 100%;">TIEMPO TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> </tr> </tbody> </table>					TIEMPO TOTAL																					
TIEMPO TOTAL																										

Tabla III.6 **Check list de aplicación de mantenimiento autónomo área corte**

Fuente: **CMA, 2022**

El siguiente tabla III.7 el check list es para los equipos del área de molino para la aplicación de mantenimiento autónomo (ver tabla III.7):

REPORTE DE MANTENIMIENTO AUTONOMO																										
MAQUINA/EQUIPO																										
ÁREA/LÍNEA	MOLINO																									
FECHA	REALIZO	AUTORIZO	FIRMA DE CONFORMIDAD	REVISÓ																						
																										
PARTES A REVISAR	CONDICIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIONES																							
REVISION DE BOTON DE ENCENDIDO Y PARO DE EMERGENCIA																										
REVISION DE SENSORES Y MICROSWITCH (PARTE TRASERA Y DELANTERA)																										
LIMPIEZA GENERAL DEL TABLERO.																										
REVISION Y LUBRICACION DE CARROS																										
REVISION Y LUBRICACION DE CREMALLERAS DE CARROS																										
LUBRICAR LOS PUNTOS DE ENGRASE																										
REVISAR EL ESTADO DE LAS GUARDAS DE SEGURIDAD Y TORNILLERIA DEL MISMO																										
REVISION E INSPECCION DE MANGUERAS HIDRAULICAS																										
REVISION E INSPECCION DEL NIVEL DE ACEITE DE LA UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA UPH																										
REVISAR BANDAS DE CARGA QUE NO ESTÉN DES-HILADAS Y EL CONTRA PESO EN BUEN ESTADO.																										
REVISION E INSPECCION DE BANDAS DE CABEZAL DE CORTE, CARDAS, ETC.																										
NOTAS : AL TÉRMINO DEL TRABAJO VERIFICAR QUE: -LAS TAPAS DE PROTECCIÓN QUEDEN COLOCADAS EN SU LUGAR. -SE REALICE LA LIMPIEZA DEL ÁREA EN QUE SE TRABAJÓ.																										
REFACCIÓN DAÑADA	VIDA ÚTIL DE LA REFACCIÓN Y FECHA DE CAMBIO																									
<table border="1" style="margin-left: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 10%;">CONDICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">√</td> <td style="text-align: center;">OK</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">NG</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 10%;">ACCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">CAMBIAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">LIMPIAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">REVISAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">CORTAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">EMPALMAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">AJUSTAR</td> </tr> </tbody> </table>					CÓDIGO	CONDICIÓN	√	OK	X	NG	N/A	NO APLICA	CÓDIGO	ACCIÓN	1	CAMBIAR	2	LIMPIAR	3	REVISAR	4	CORTAR	5	EMPALMAR	6	AJUSTAR
CÓDIGO	CONDICIÓN																									
√	OK																									
X	NG																									
N/A	NO APLICA																									
CÓDIGO	ACCIÓN																									
1	CAMBIAR																									
2	LIMPIAR																									
3	REVISAR																									
4	CORTAR																									
5	EMPALMAR																									
6	AJUSTAR																									
<table border="1" style="margin-left: auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 100%;">TIEMPO TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> </tr> </tbody> </table>					TIEMPO TOTAL																					
TIEMPO TOTAL																										

Tabla III.7 **Check list de aplicación de mantenimiento autónomo área molino**

Fuente: **CMA, 2022**

El siguiente tabla III.8 el check list es para los equipos del área de Slitter para la aplicación de mantenimiento autónomo (ver tabla III.8):

REPORTE DE MANTENIMIENTO AUTONOMO																										
MAQUINA/EQUIPO																										
ÁREA/LÍNEA	SLITTER																									
FECHA	REALIZO	AUTORIZO	FIRMA DE CONFORMIDAD	REVISÓ																						
																										
PARTES A REVISAR	CONDICIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIONES																							
REVISION DE BOTON DE ENCENDIDO Y PARO DE EMERGENCIA																										
REVISION DE SENSORES Y MICROSWITCH (PARTE TRASERA Y DELANTERA)																										
LIMPIEZA GENERAL DEL TABLERO.																										
REVISION Y LUBRICACION DE CARROS																										
REVISION Y LUBRICACION DE CREMALLERAS DE CARROS																										
LUBRICAR LOS PUNTOS DE ENGRASE																										
REVISAR EL ESTADO DE LAS GUARDAS DE SEGURIDAD Y TORNILLERIA DEL MISMO																										
REVISION E INSPECCION DE MANGUERAS HIDRAULICAS																										
REVISION E INSPECCION DEL NIVEL DE ACEITE DE LA UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA UPH																										
REVISAR BANDAS DE CARGA QUE NO ESTÉN DES-HILADAS Y EL CONTRA PESO EN BUEN ESTADO.																										
REVISION E INSPECCION DE BANDAS DE CABEZAL DE CORTE, CARDAS, ETC.																										
NOTAS : AL TÉRMINO DEL TRABAJO VERIFICAR QUE: -LAS TAPAS DE PROTECCIÓN QUEDEN COLOCADAS EN SU LUGAR. -SE REALICE LA LIMPIEZA DEL ÁREA EN QUE SE TRABAJÓ.																										
REFACCIÓN DAÑADA	VIDA ÚTIL DE LA REFACCIÓN Y FECHA DE CAMBIO																									
<table border="1" style="margin-left: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 15%;">CONDICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">√</td> <td style="text-align: center;">OK</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">NG</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">NO APLICA</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">CÓDIGO</th> <th style="width: 15%;">ACCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">CAMBIAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">LIMPIAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">REVISAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">CORTAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">EMPALMAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">AJUSTAR</td> </tr> </tbody> </table>					CÓDIGO	CONDICIÓN	√	OK	X	NG	N/A	NO APLICA	CÓDIGO	ACCIÓN	1	CAMBIAR	2	LIMPIAR	3	REVISAR	4	CORTAR	5	EMPALMAR	6	AJUSTAR
CÓDIGO	CONDICIÓN																									
√	OK																									
X	NG																									
N/A	NO APLICA																									
CÓDIGO	ACCIÓN																									
1	CAMBIAR																									
2	LIMPIAR																									
3	REVISAR																									
4	CORTAR																									
5	EMPALMAR																									
6	AJUSTAR																									
<table border="1" style="margin-left: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 100%;">TIEMPO TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> </tr> </tbody> </table>					TIEMPO TOTAL																					
TIEMPO TOTAL																										

Tabla III.8 **Check list de aplicación de mantenimiento autónomo área Slitter**

Fuente: **CMA, 2022**

Capacitaciones

Se realizaron capacitaciones a personal operativo y supervisores de cada área, explicando la importancia de tener los equipos en su mejor estado y también para conocer los factores o consecuencias que esto podría complicar, sin embargo se explicaron algunas ventajas que se tendrían si se aplican los mantenimientos ya mencionados, sin embargo, esto tiene la finalidad de que los operarios se introduzcan al mantenimiento y conozcan sus equipos, para así prevenir alguna falla y evitar las paradas no programadas, además de ver por la seguridad de los operarios y del personal de mantenimiento y que no estén expuestos a algún accidente y así eliminar el peligro al que podrían estar expuestos.

IV. RESULTADOS

Resultados

Las siguientes tablas nos muestran los datos obtenidos mediante un análisis que se realizó gracias a las bitácoras de fallas y errores que presentan cada una de las áreas operativas de la empresa y estos fueron los resultados obtenidos y utilizados para aplicar un mejor plan de mantenimiento preventivo. Cabe resaltar que estos datos fueron obtenidos en un lapso de un mes.

A continuación, se muestran las tablas antes de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, en las tablas se especifican fallas en neumática, hidráulica, eléctrica y mecánica, al igual con un diagrama de Pareto de cada una:

Área Slitter

A continuación, se presenta la siguiente tabla IV.1 donde se muestran los tipos de fallas (eléctrica, mecánica, hidráulica y neumática) y la frecuencia con la que ocurre durante el mes, antes de la aplicación del mantenimiento preventivo (ver tabla IV.1):

Tipos de fallas por equipo					
Máquina	Tipo de falla	Frecuencia (Mes)	%	Acumulado	% Acumu
Slitter	Eléctrica	32	71%	32	71%
	Mecánica	9	20%	41	91%
	Neumática	3	7%	44	98%
	Hidráulica	1	2%	45	100%
	Total	45	100%		

Tabla IV.1 **Fallas ocurridas en el equipo Slitter**

Fuente: **CMA, 2022**

A continuación, se muestra el respectivo diagrama de Pareto, donde se describe cuál es la principal causa o la principal falla que existe en el equipo de Slitter.



Figura IV.1 *Diagrama de Pareto Slitter*

Fuente: **CMA 2022**

Área molino

A continuación, se presenta la siguiente tabla IV.2 donde se muestran los tipos de fallas (eléctrica, mecánica, hidráulica y neumática) y la frecuencia con la que ocurre durante el mes, antes de la aplicación del mantenimiento preventivo, esto es para el área de molino (ver tabla IV.2):

Tipos de fallas por equipo					
Máquina	Tipo de falla	Frecuencia (Mes)	%	Acumulado	% Acumu
Molino	Eléctrica	51	45%	51	45%
	Mecánica	46	41%	97	86%
	Neumática	10	9%	107	95%
	Hidráulica	6	5%	113	100%
	Total	113	100%		

Tabla IV.2 *Fallas ocurridas en el equipo molino*

Fuente: **CMA, 2022**

La siguiente figura IV.2, se muestra el respectivo diagrama de Pareto, donde se describe cuál es la principal causa o la principal falla que existe en el área del molino (ver figura IV.2):

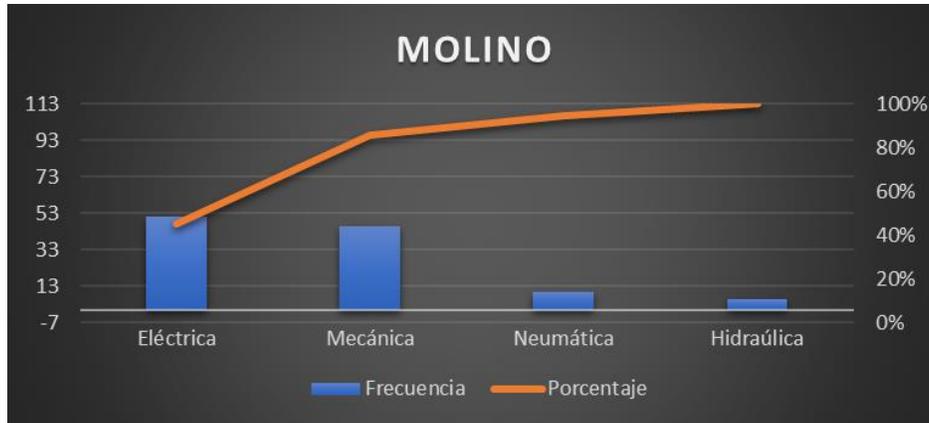


Figura IV.2 *Diagrama de Pareto molino*

Fuente: CMA, 2022

Área corte

A continuación, se presenta la siguiente tabla IV.3 donde se muestran los tipos de fallas (eléctrica, mecánica, hidráulica y neumática) y la frecuencia con la que ocurre durante el mes, antes de la aplicación del mantenimiento preventivo, esto es para el área de corte (ver tabla IV.3):

Tipos de fallas por equipo					
Máquina	Tipo de falla	Frecuencia (Mes)	%	Acumulado	% Acumu
Corte	Mecánica	115	40%	115	40%
	Eléctrica	92	32%	207	72%
	Neumática	69	24%	276	97%
	Hidráulica	10	3%	286	100%
	Total	286	100%		

Tabla IV.3 *Fallas ocurridas en el equipo corte*

Fuente: CMA, 2022

La siguiente figura IV.3, se muestra el respectivo diagrama de Pareto, donde se describe cuál es la principal causa o la principal falla que existe en el área del corte (ver figura IV.3):

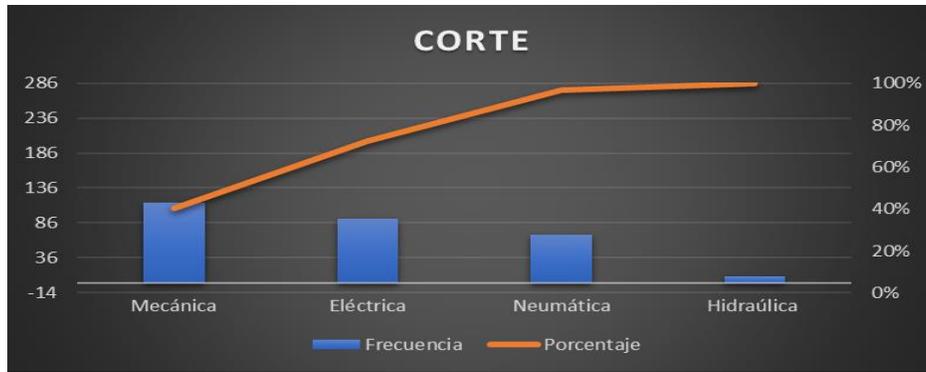


Figura IV.3 **Diagrama de Pareto corte**

Fuente: CMA, 2022

Después de la aplicación del mantenimiento preventivo

A continuación, se muestran las tablas después de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, en las tablas se especifican fallas en neumática, hidráulica, eléctrica y mecánica, al igual con un diagrama de Pareto de cada una:

Área Slitter

En la siguiente tabla IV.4 se muestra las fallas que se obtuvieron a lo largo de un mes, como se observa, las fallas en Slitter se redujeron a un 50% a comparación de antes de aplicarse el mantenimiento preventivo.

A continuación, la tabla donde se describe las fallas (ver tabla IV.4):

Tipos de fallas por equipo					
Máquina	Tipo de falla	Frecuencia (Mes)	%	Acumulado	% Acumu
Slitter	Eléctrica	8	36%	8	36%
	Mecánica	6	27%	14	64%
	Neumática	4	18%	18	82%
	Hidráulica	4	18%	22	100%
	Total	22	100%		

Tabla IV.4 **Fallas ocurridas en el equipo Slitter después de aplicar mantenimiento preventivo**

Fuente: CMA, 2022

La siguiente figura IV.4, se muestra una gráfica o diagrama de Pareto donde se describen los datos arrojados en la tabla de fallas (ver figura IV.4):



Figura IV.4 *Diagrama de Pareto Slitter*

Fuente: CMA, 2022

Área molino

En la siguiente tabla IV.5 se muestra las fallas que se obtuvieron a lo largo de un mes, como se observa, las fallas en molino se redujeron a un 70% a comparación de antes de aplicarse el mantenimiento preventivo.

A continuación, la tabla donde se describe las fallas (Ver tabla IV.5):

Tipos de fallas por equipo					
Máquina	Tipo de falla	Frecuencia (Mes)	%	Acumulado	% Acumu
Molino	Eléctrica	12	36%	12	36%
	Mecánica	12	36%	24	73%
	Neumática	6	18%	30	91%
	Hidráulica	3	9%	33	100%
	Total	33	100%		

Tabla IV.5 *Fallas ocurridas en el equipo molino después de aplicar mantenimiento preventivo*

Fuente: CMA, 2022

La siguiente figura IV.5, se muestra una gráfica o diagrama de Pareto donde se describen los datos arrojados en la tabla de fallas (ver figura IV.5):

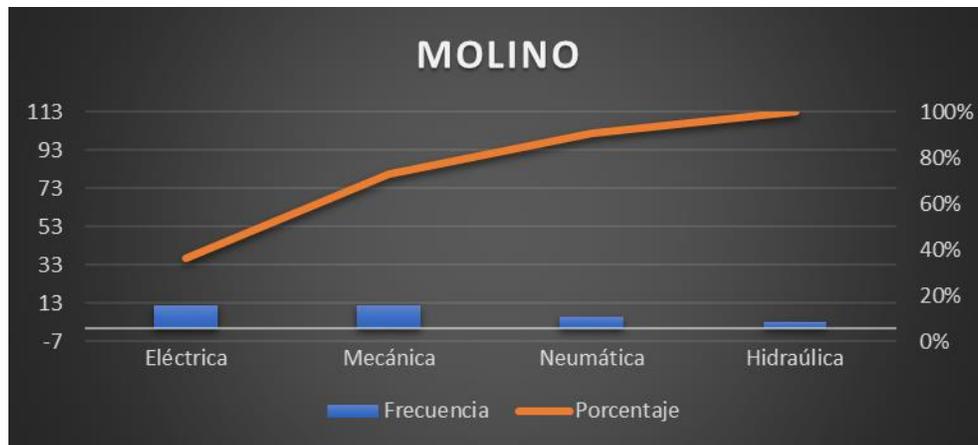


Figura IV.5 *Diagrama de Pareto molino*

Fuente: CMA, 2022

Área corte

En la siguiente tabla IV.6 se muestra las fallas que se obtuvieron a lo largo de un mes, como se observa, las fallas en corte se redujeron a un 72% a comparación de antes de aplicarse el mantenimiento preventivo.

A continuación, la tabla donde se describe las fallas (ver tabla IV.6):

Tipos de fallas por equipo					
Máquina	Tipo de falla	Frecuencia (Mes)	%	Acumulado	% Acumu
Corte	Mecánica	30	38%	30	38%
	Eléctrica	29	36%	59	74%
	Neumática	18	23%	77	96%
	Hidráulica	3	4%	80	100%
	Total	80	100%		

Tabla IV.6 *Fallas ocurridas en el equipo corte después de aplicar mantenimiento preventivo*

Fuente: CMA, 2022

La siguiente figura IV.6, se muestra una gráfica o diagrama de Pareto donde se describen los datos arrojados en la tabla de fallas (ver figura IV.6):

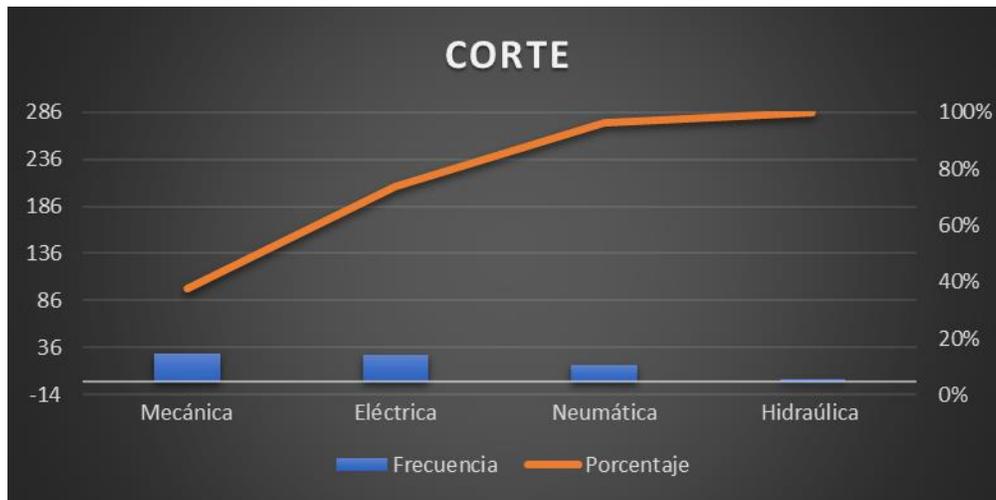


Figura IV.6 *Diagrama de Pareto corte*

Fuente: CMA, 2022

Análisis de disponibilidad

La disponibilidad propiamente dicha es el cociente entre el tiempo disponible para producir y el tiempo total de parada. Para calcularlo, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total, el tiempo por paradas de mantenimiento programado y el tiempo por parada no programada. Una vez obtenido se divide el resultado entre el tiempo total del periodo considerado.

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ Totales}$$

Área Slitter (disponibilidad)

A continuación, se describe la disponibilidad que tiene el equipo de Slitter antes de haber aplicado el mantenimiento preventivo:

$$Disponibilidad = \frac{24\ horas - 4.5\ hora}{24\ horas} = 0.81 * 100 = 81\% \text{ de disponibilidad}$$

Ahora se describe la disponibilidad que tiene el equipo de Slitter después de haber aplicado el mantenimiento preventivo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{24 \text{ horas} - 1.5 \text{ hora}}{24 \text{ horas}} = 0.93 * 100 = 93\% \text{ de disponibilidad}$$

Con los datos obtenidos se puede observar que la disponibilidad de los equipos de Slitter aumentó en un 12%, lo que hace que se cumpla con el objetivo general del proyecto

Área molino

A continuación, se describe la disponibilidad que tiene el equipo de molino antes de haber aplicado el mantenimiento preventivo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{24 \text{ horas} - 6 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} = 0.75 * 100 = 75\% \text{ de disponibilidad}$$

Ahora se describe la disponibilidad que tiene el equipo de molino después de haber aplicado el mantenimiento preventivo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{24 \text{ horas} - 3 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} = 0.85 * 100 = 85\% \text{ de disponibilidad}$$

Con los datos obtenidos se puede observar que la disponibilidad de los equipos de molino aumentó en un 10%, lo que hace que se cumpla con el objetivo general del proyecto

Área corte

A continuación, se describe la disponibilidad que tiene los equipos de corte antes de haber aplicado el mantenimiento preventivo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{24 \text{ horas} - 5 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} = 0.79 * 100 = 79\% \text{ de disponibilidad}$$

Ahora se describe la disponibilidad que tiene los equipos de corte después de haber aplicado el mantenimiento preventivo:

$$Disponibilidad = \frac{24 \text{ horas} - 2 \text{ horas}}{24 \text{ horas}} = 0.91 * 100 = 91\% \text{ de disponibilidad}$$

Con los datos obtenidos se puede observar que la disponibilidad de los equipos de corte aumentó en un 12%, lo que hace que se cumpla con el objetivo general del proyecto

Análisis de maquinarias

- **Molino:** es de suma importancia tener las refacciones necesarias para esta área de trabajo ya que son refacciones que tienen que ser importadas de otros lugares (Italia proveedor Fives), para el caso de que algún componente sufra daño se tenga la refacción y no se prolongue a mayores el paro causado por daño de un componente.
- **Corte:** como segundo lugar el área de corte, ya que esta área se encarga de cortar los tubos de diferentes medidas, enviadas a los principales clientes de la empresa, ya que su paro por avería podría prolongarse y sería demasiado costoso.
- **Slitter:** En tercer lugar, el área de Slitter, es importante tener esta área en óptimas condiciones, ya que esta área alimenta o envía las láminas cortadas al molino.

Ayudas visuales realizadas

A continuación, se muestra la siguiente tabla IV.7 de ayuda visual donde se tendrá que realizar un reapriete de conexiones eléctricas, en esta parte se tendrá que revisar las conexiones de los guardamotores, clemas, PLC, etc (ver tabla IV.7):

 AYUDA VISUAL 							
CHECK LIST BEWO II	<table border="1"> <tr> <td>FECHA:</td> <td>27 de enero de 2022</td> </tr> <tr> <td>ELABORÓ:</td> <td>Luis Gustavo Rosales</td> </tr> <tr> <td>REVISÓ:</td> <td>Ing. Saul Martinez</td> </tr> </table>	FECHA:	27 de enero de 2022	ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales	REVISÓ:	Ing. Saul Martinez
FECHA:	27 de enero de 2022						
ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales						
REVISÓ:	Ing. Saul Martinez						
1. REAPRIETE DE CONEXIONES EN : CLEMAS, GUARDAMOTORES E INTERRUPTORES MAGNETICOS, TRANSFORMADORES Y VARIADORES DE VELOCIDAD, ENTRADAS Y SALIDAS DE PLC.							
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 1. IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS A LOS QUE SE LES REALIZARA LA ACTIVIDAD DE REAPRIETE DE CONEXIONES </div>							
<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; margin-bottom: 10px; width: fit-content;">ENTRADAS Y SALIDAS DE PLC</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; margin-bottom: 10px; width: fit-content;">INTERRUPTORES MAGNETICOS</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content;">CLEMAS</div>		<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; margin-bottom: 10px; width: fit-content;">GUARDAMOTORES</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; margin-bottom: 10px; width: fit-content;">TRANSFORMADOR</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content;">VARIADORES DE VELOCIDAD</div>					
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; width: fit-content;"> TODOS LOS TORNILLOS SE APRIETAN EN SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ. (HACIA LA DERECHA) SE UTILIZARÁ UN DESARMADOR PLANO, DE CRUZ O LLAVE ALLEN CONFORME A LA CABEZA DE LA CONEXION A APRETAR. </div>							

Tabla IV.7 *Ayuda visual del tablero de conexiones*

Fuente: CMA, 2022

A continuación, se muestra la siguiente tabla IV.8 donde se tendrá que revisar que los guardamotores no se encuentren disparados, en dado caso que lo estén en la tabla se explica cómo realizar dicha actividad para que el guardamotor quede funcionando.

En la siguiente tabla se muestra un guardamotor disparado y uno no disparado (ver tabla IV.8):

 AYUDA VISUAL 			
CHECK LIST BEWO II		FECHA:	27 de enero de 2022
2. REVISAR QUE NO SE ENCUENTREN DISPARADOS GUARDAMOTORES, PROTECCIONES TERMICAS.		ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales
		REVISÓ:	Ing. Saul Martinez
<p>GUARDAMOTORES</p> <p>IDENTIFICAR LOS GUARDAMOTORES</p>  <p>GUARDAMOTOR EN CORRECTA OPERACION</p> <p>GUARDAMOTOR DISPARADO</p> <p>VISUALMENTE VERIFICAR QUE NO SE ENCUENTREN DISPARADOS LOS GUARDAMOTORES (GUARDAMOTOR DISPARADO BOTON NEGRO LEVANTADO)</p>  <p>EN CASO DE SER NECESARIO RESTABLECER EL GUARDAMOTOR, OPRIMIR EL BOTON NEGRO</p> 	<p>PROTECCIONES TERMICAS</p> <p>IDENTIFICAR LAS PROTECCIONES TERMICAS</p>  <p>PROTECCIONES TERMICAS EN CORRECTA OPERACION</p> <p>PROTECCIONES TERMICAS DISPARADOS</p> <p>VISUALMENTE VERIFICAR QUE NO SE ENCUENTREN DISPARADOS LAS PROTECCIONES TERMICAS (PROTECCION TERMICA DISPARADA PALANCA NEGRA HACIA ABAJO)</p>  <p>EN CASO DE SER NECESARIO RESTABLECER LA PROTECCION TERMICA, SUBIENDO LA PALANCA</p> 		

Tabla IV.8 *Ayuda visual del tablero de guardamotores*

Fuente: CMA, 2022

A continuación, se muestra la siguiente tabla IV.9 donde se tendrá la revisión de motores, donde se revisará el voltaje de alimentación, corriente de consumo, el ventilador y el reapriete de conexiones (ver tabla IV.9):

 AYUDA VISUAL 			
CHECK LIST BEWO II		FECHA:	27 de enero de 2022
3. REVISION DE MOTORES:		ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales
VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN, CORRIENTE DE CONSUMO, VENTILADOR Y GUARDAS, REAPRIETE DE CONEXIONES ELECTRICAS, BUEN ESTADO DE CABLES DE ALIMENTACIÓN, CONECTORES DE GLANDULA		REVISÓ:	Ing. Saul Martinez
<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> MOTOR </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> IDENTIFICAR MOTOR </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> CAJA DE CONEXIONES </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> RETIRAR LA TAPA DE LA CAJA DE CONEXIONES </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> HACIENDO USO DEL MULTIMETRO SE REvisa EL VOLTAJE DE ALIMENTACION </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> HACIENDO USO DEL AMPERIMETRO SE REvisa LA CORRIENTE DE CONSUMO </div>	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> GUARDA Y VENTILADOR </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> IDENTIFICAR QUE LA GUARDA SE ENCUENTRE CORRECTAMENTE COLOCADA (IMAGEN IZQ.) EN CASO DE SER NECESARIO REACOMODAR LA GUARDA. </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> RETIRAR LA GUARDA PARA REVISION DEL VENTILADOR (EN CASO DE ESTAR ROTO REEMPLAZARLO) </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> CONEXIONES ELECTRICAS </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> IDENTIFICAR CONEXIONES ELECTRICAS Y REAPRETARLAS EN EL SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ </div>	     	

Tabla IV.9 *Ayuda visual de revisión de motores*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.10, se demuestra la revisión de los sensores o microswitch, en esta tabla se tendrá que revisar la funcionalidad de los sensores, revisando que la luz indicadora de los sensores encienda y apague cuando un elemento pase cerca del sensor (ver tabla IV.10):

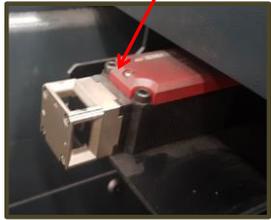
 AYUDA VISUAL 		
CHECK LIST BEWO II		FECHA: 27 de enero de 2022
4. REVISION DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE MICROSWITCHS Y SENSORES		ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
		REVISÓ: Ing. Saul Martinez
<p>PARTE TRASERA DE LA MAQUINA</p> 	<p>PARTE DELANTERA DE LA MAQUINA</p> 	
<p>IDENTIFICAR SENSORES UBICADOS EN LA PARTE TRASERA DE LA MAQUINA</p> <p>SENSORES</p> 	<p>IDENTIFICAR MICROSWITCH UBICADOS EN LA PARTE DELANTERA DE LA MAQUINA</p> <p>MICROSWITCH</p> 	
		<p>EL CIRCULO VERDE INDICA LA UBICACION DE SENSORES Y MICROSWITCH EN LA MAQUINA</p> 

Tabla IV.10 *Ayuda visual de revisión de sensores*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.11, se tendrá que realizar una limpieza general al tablero de componentes, esto con una ayuda de una brocha, aspiradora y trapos (ver tabla IV.11):

 AYUDA VISUAL 	
CHECK LIST BEWO II	FECHA: 27 de enero de 2022
5. LIMPIEZA GENERAL DEL TABLERO	ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
	REVISÓ: Ing. Saul Martinez

LIMPIEZA GENERAL



LA LIMPIEZA INTERNA DE LOS COMPONENTES DEL GABINETE SE REALIZARA DE LA SIGUIENTE FORMA, CON UNA BROCHA SE REMOVERA EL POLVO Y CON LA SUCCION DE AIRE DE LA ASPIRADORA SE RETIRARA. PARA EL EXTERIOR SE UTILIZARA TRAPO LIMPIO CON UN POCO DE LIQUIDO LIMPIADOR




Tabla IV.11 *Ayuda visual limpieza de tablero eléctrico*
 Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.12 se demuestra la revisión de los dispositivos de seguridad y las guardas de seguridad (ver tabla IV.12):

 AYUDA VISUAL 		
CHECK LIST BEWO II		FECHA: 27 de enero de 2022
6. REVISAR GUARDAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN: COMPUERTAS DE ACCESO FRONTAL BARRA DE LUZ TRACERA		ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
		REVISÓ: Ing. Saul Martinez
IDENTIFICAR BARRA DE LUZ TRACERA	IDENTIFICAR COMPUERTAS DE ACCESO FRONTAL	
		
<p>CUANDO NO EXISTA ALGO QUE OBSTRUYA LA BARRA DE LUZ VERIFICAR QUE ESTE ENCENDIDO EL LED VERDE UBICADO EN LA PARTE BAJA DE LA BARRA, CORROBORAR QUE AL OBSTUIR LA BARRA SE ENCIENDA EL LED ROJO.</p>	<p>REVISAR QUE LOS POLICARBONATOS DE LAS COMPUERTAS NO SE ENCUENTREN ROTOS NI ESTRELLADOS..</p>	
	<p>VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD, CON LA MAQUINA ENERGIZADA INTENTAR ABRIR LAS COMPUERTAS, SI LOS DISPOSITIVOS ESTAN TRABAJANDO CORRECTAMENTE NO SE PODAN ABRIR, SI LAS PUERTAS ESTAN ABIERTAS LA MAQUINA NO DEBERA ARRANCAR.</p>	
	 <p>CON LA MAQUINA TRABAJANDO LA COMPUERTA NO SE PODRA ABRIR</p>	 <p>CON LA COMPUERTA ABIERTA LA MAQUINA NO DEBE ARRANCAR</p>

Tabla IV.12 *Ayuda visual revisión de guardas de seguridad*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.13, se tendrá que realizar un reapriete en la tornillería en cuanto a las guardas, sistemas de cargas y descargas de tubos (ver tabla IV.13):

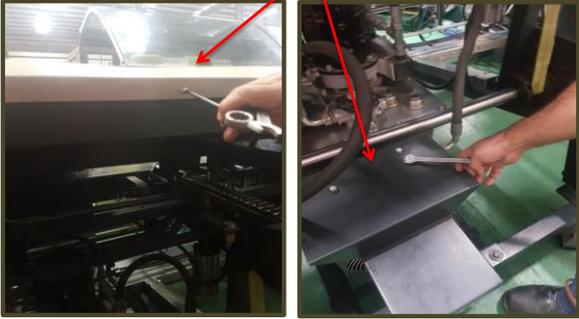
 AYUDA VISUAL 	
CHECK LIST BEWO II	FECHA: 27 de enero de 2022
7. REAPRIETE DE TORNILLERIA EN GUARDAS Y EN SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE TUBOS	ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
	REVISÓ: Ing. Saul Martinez
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid blue; background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; text-align: center;">IDENTIFICAR GUARDAS</div> <div style="border: 1px solid blue; background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; text-align: center;">IDENTIFICAR SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE TUBOS</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 10px; margin-top: 20px; text-align: center;"> <p>TODOS LOS TORNILLOS SE APIRETAN EN SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ. (HACIA LA DERECHA) SE UTILIZARÁ UN DESARMADOR PLANO , DE CRUZ O LLAVE ALLEN CONFORME AL TORNILLO QUE SE VA APIRETAR.</p> </div>	

Tabla IV.13 *Ayuda visual revisión de tornillerías*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.14, se demuestra la revisión de las cadenas de alimentación de tubo, en esto se tiene que revisar que los rodillos se encuentren en buen estado, en caso de que no lo esté, realizar el cambio del rodillo (ver tabla IV.14)

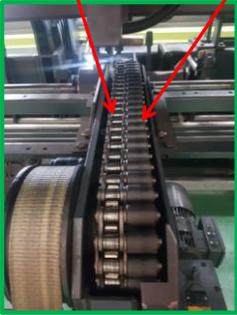
 AYUDA VISUAL 		
CHECK LIST BEWO II		FECHA: 27 de enero de 2022
8. REVISAR CADENAS DE ALIMENTACION DE TUBOS QUE ESTEN ENGRASADOS Y RODILLOS EN BUEN ESTADO		ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
		REVISÓ: Ing. Saul Martinez
CADENAS	RODILLOS	
		
<p>VISUALMENTE EL PERSONAL VERIFICARA QUE LAS CADENAS SE ENCUENTREN LUBRICADAS CON UNA FINA CAPA DE GRASA.</p>		<p>LA IMAGEN MUESTRA UNA CADENA EN MAL ESTADO YA QUE FALTAN RODILLOS Y HAY RODILLOS DE ROTOS</p>
<p>SE VERIFICARA VISUALMENTE QUE NO ESTEN DESGASTADOS NI ROTOS LOS RODILLOS DE PLASTICO.</p>		

Tabla IV.14 *Ayuda visual revisión de cadenas de alimentación de tubo*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.15 se revisará que las bandas de carga se encuentren en buen estado, en caso de que la banda se encuentre en desgaste, se tendrá que realizar el cambio de esta, también se tendrá que revisar el contrapeso y sus tornillos (ver tabla IV.15):

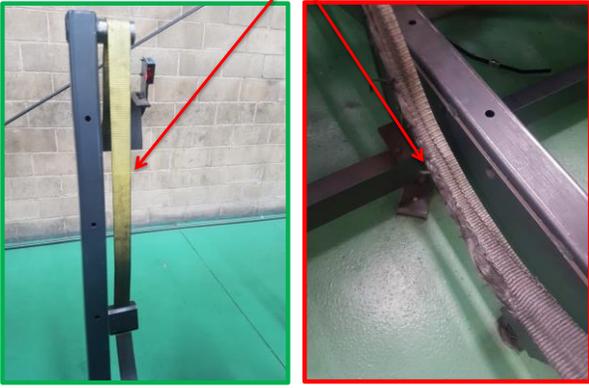
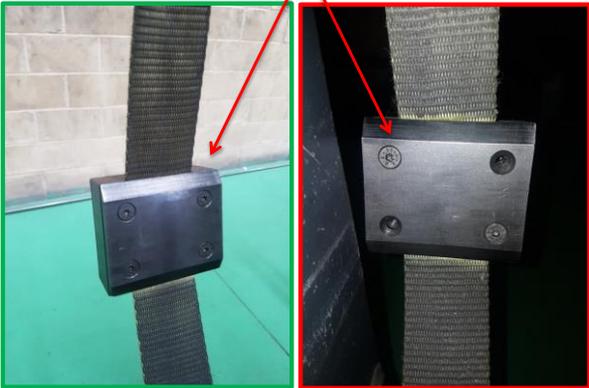
 AYUDA VISUAL 	
CHECK LIST BEWO II	FECHA: 27 de enero de 2022
9. REVISAR BANDAS DE CARGA: QUE NO ESTEN DES-HILADAS Y CONTRAPESO EN BUEN ESTADO.	ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
	REVISÓ: Ing. Saul Martinez
<div style="border: 1px solid blue; display: inline-block; padding: 2px 10px; margin-bottom: 5px;">BANDAS</div>  <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p>VISUALMENTE SE REVISARA QUE ESTEN EN BUEN ESTADO LAS BANDAS, SI PRESENTAN DESHILAMIENTO SE PROCEDERA A SU CAMBIO</p> </div>	<div style="border: 1px solid blue; display: inline-block; padding: 2px 10px; margin-bottom: 5px;">CONTRAPESO</div>  <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p>VISUALMENTE SE REVISARA QUE ESTEN EN BUEN ESTADO LOS CONTRAPESOS, VERIFICANDO QUE ESTE COMPLETA LA TORNILLERIA Y REAPRETANDOLA (LOS TORNILLOS SE REAPRETAAN EN EL SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ UTILIZANDO UNA LLAVE ALLEN)</p> </div>

Tabla IV.15 *Ayuda visual revisión de bandas de carga*

Fuente: **CMA, 2022**

En la siguiente tabla IV.16 se demuestra la aplicación de grasa a los puntos de engrase (ver tabla IV.16):

 AYUDA VISUAL 		
CHECK LIST BEWO II		FECHA: 27 de enero de 2022
10. LUBRICAR PUNTOS DE ENGRASE EN: CARRO, CARDAS DE ALISADO Y CHUMACERAS DE TRANSMISION DE CADENA.		ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
		REVISÓ: Ing. Saul Martinez
<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">IDENTIFICAR PUNTOS DE ENGRASE EN CHUMACERAS DE TRANSMISION</div> 	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">IDENTIFICAR PUNTOS DE ENGRASE EN CARRO</div> 	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">IDENTIFICAR PUNTOS DE ENGRASE EN CARDAS DE ALISADO</div> 
HACIENDO USO DE LA ENGRASADORA MANUAL SE APLICARAN 3 BOMBASOS EN CADA PUNTO DE LUBRICACIÓN DE LA MAQUINA.		

Tabla IV.16 *Ayuda visual revisión de engrase*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.17 se demuestra la revisión del correcto nivel de aceite en motorreductores de bandas (ver tabla IV.17)

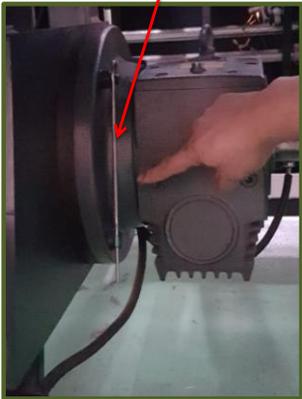
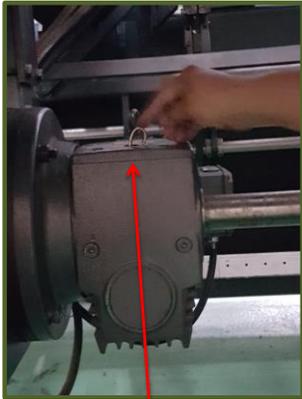
 AYUDA VISUAL 							
CHECK LIST BEWO II							
11. REVISAR CORRECTO NIVEL DE ACEITE EN MOTOREDUCTOR DE BANDAS							
	<table border="1"> <tr> <td>FECHA:</td> <td>27 de enero de 2022</td> </tr> <tr> <td>ELABORÓ:</td> <td>Luis Gustavo Rosales</td> </tr> <tr> <td>REVISÓ:</td> <td>Ing. Saul Martinez</td> </tr> </table>	FECHA:	27 de enero de 2022	ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales	REVISÓ:	Ing. Saul Martinez
FECHA:	27 de enero de 2022						
ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales						
REVISÓ:	Ing. Saul Martinez						
IDENTIFICAR LA BAYONETA DEL NIVEL DE ACEITE DEL MOTOREDUCTOR	MOTOREDUCTOR DE BANDAS	IDENTIFICAR MARCA DEL NIVEL					
							
	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> <p>RETIRAR EL TAPON SUPERIOR DEL MOTOREDUCTOR E INTRODUCIR LA BAYONETA COMO SE MUESTRA EN LA IMAGEN</p> </div>	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> <p>REVISAR QUE LA MARCA DE ACEITE QUEDE SOBRE LA LINEA VERDE DE LA BAYONETA, EN CASO DE ESTAR POR DEBAJO DE LA MARCA AGREGAR ACEITE SAE 220 HASTA ALCANZAR EL NIVEL</p> </div>					

Tabla IV.17 *Ayuda visual revisión de niveles de aceite a motorreductores*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.18 se demuestra la revisión del sistema de corte, que la banda se encuentre en buen estado, sistema de enfriamiento y lubricación del disco y los depósitos del lubricante (ver tabla IV.18)

 AYUDA VISUAL 		
CHECK LIST BEWO II		FECHA: 31 de enero de 2022
12. REVISIÓN DEL SISTEMA DE CORTE:		ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
BANDA EN BUEN ESTADO, BASE DEL SISTEMA DE AGARRE Y PERNOS GUIAS DEL DISCO DE CORTE, REVISAR SISTEMA DE ENFRIAMIENTO-LUBRICACIÓN DISCO DE CORTE (REGULADOR DE PRESIÓN, BUEN ESTADO DE LAS MANGUERAS, NO EXISTAN FUGAS DE LIQUIDO LUBRICANTE), BUEN ESTADO DE LOS DEPOSITOS DE LUBRICANTE.		REVISÓ: Ing. Saul Martinez
<p style="text-align: center;">BANDA</p>  <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>IDENTIFICAR BANDA DEL SISTEMA DE CORTE, VERIFICAR QUE NO SE ENCUENTRE AGRIETADA O ROTA</p> </div> <p style="text-align: center;">BASE Y PERNOS</p>  <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>MANUALMENTESE CONFIRMARA QUE LOS PERNOS ESTEN FIRMEAMENTE SUJETADOS, QUE EL PLATO DEL SISTEMA DE AGARRE NO SE ENCUENTRE FLOJO</p> </div>	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>VISUALMENTE SE VERIFICARAN QUE EN LAS MANGUERAS Y EN LOS CONECTORES NO EXISTAN FUGAS DE AIRE NI DE LIQUIDO LUBRICANTE, QUE LAS MANGUERAS ESTEN EN BUEN ESTADO Y QUE NO PRESENTE FUGAS DE AIRE EL BLOCK DEL REGULADOR DE PRESION.</p> </div> <p style="text-align: center;">SISTEMA DE ENFRIAMIENTO-LUBRICACION</p>  <p style="text-align: center;">DEPOSITOS DE LUBRICANTE</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>VISUALMENTE SE VERIFICA QUE LOS DEPOSITON NO TENGAN FISURAS NI FUGAS DE LIQUIDOS</p> </div>	

Tabla IV.18 *Ayuda visual revisión del sistema de corte*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.19 se demuestra la revisión de fugas, que no exista fugas de aceite en el sistema hidráulico, la revisión de mangueras, manómetros y pistones (ver tabla IV.19):

 AYUDA VISUAL 							
CHECK LIST BEWO II							
13. REVISAR QUE NO EXISTAN FUGAS EN: CONEXIONES Y MANGUERAS, MANIFOLD DISTRIBUIDOR, PISTONES Y ELECTROVALVULAS.							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">FECHA:</td> <td>31 de enero de 2022</td> </tr> <tr> <td>ELABORÓ:</td> <td>Luis Gustavo Rosales</td> </tr> <tr> <td>REVISÓ:</td> <td>Ing. Saul Martinez</td> </tr> </table>		FECHA:	31 de enero de 2022	ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales	REVISÓ:	Ing. Saul Martinez
FECHA:	31 de enero de 2022						
ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales						
REVISÓ:	Ing. Saul Martinez						
<p>IDENTIFICACION DE COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRAULICO</p>  <p>VISUALMENTE SE VERIFICARA QUE NO EXISTAN GOTEOS NI FUGAS DE ACEITE EN TODO EL SISTEMA HIDRAULICO COMO LO SON LAS MANGUERAS Y SUS CONECTORES, EL MANIFOLD DISTRIBUIDOR, PISTONES Y ELECTROVALVULAS.</p>							

Tabla IV.19 *Ayuda visual revisión del sistema hidráulico*

Fuente: **CMA, 2022**

En la siguiente tabla IV.20 se tendrá que revisar los manómetros que no estén llenos de agua o aceite, correcta operación del manómetro (ver tabla IV.20):

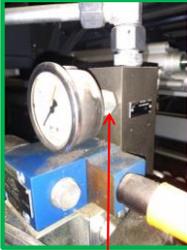
 AYUDA VISUAL 	
CHECK LIST BEWO II	FECHA: 31 de enero de 2022
14. REVISION DE MANOMETRO	ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
QUE NO EXISTAN FUGAS DE ACEITE EN LAS CONEXIONES, CARATULA Y CUBIERTA EN BUEN ESTADO, AGUJA INDICADORA EN BUEN ESTADO, CORRECTA OPERACIÓN DEL MANOMETRO	REVISÓ: Ing. Saul Martinez
<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">IDENTIFICACION DEL MANOMETRO EN EL SISTEMA HIDRAULICO</div> 	<div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">MANOMETRO</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">CUBIERTA</div> </div> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">ESCALA Y AGUJA</div> </div> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid blue; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;">CONECTOR DEL MANOMETRO</div> </div> </div>
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> <p>VISUALMENTE SE VERIFICARA QUE NO EXISTAN GOTEOS NI FUGAS DE ACEITE EN EL CONECTOR DEL MANOMETRO, VERIFICARA QUE LAS ESCALAS DE LA CARATULA SEAN LEGIBLES, QUE LA CUBIERTA NO SE ENCUENTRE RAYADA NI ROTA, APAGANDO LA BOMBA HIDRAULICA VERIFICARA QUE LA AGUJA SE COLOQUE EN EL CERO DE LA ESCALA Y AL ARRANCAR LA BOMBA LA AGUJA SE MUEVA LIBREMENTE Y MARQUE UNA LECTURA DE PRESION</p> </div>	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">  <p style="text-align: center; font-size: small;">MANOMETRO CON FUGA INTERNA Y DESCALIBRADO</p> </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;">  <p style="text-align: center; font-size: small;">MANOMETRO CON DAÑO EN CUBIERTA Y DESCALIBRADO</p> </div>

Tabla IV.20 *Ayuda visual revisión de manómetros*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.21 se revisará el estado de las mangueras hidráulicas, que estas no estén desgastadas o que tengan fugas, en caso de estarlo realizar su remplazo (ver tabla IV.21):

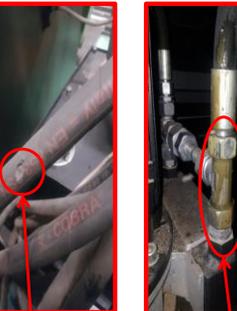
 AYUDA VISUAL 		
CHECK LIST BEWO II		FECHA: 31 de enero de 2022
15. REVISAR BUEN ESTADO DE MANGUERAS HIDRAULICAS		ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
		REVISÓ: Ing. Saul Martinez
<div style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">REVISION DE MANGUERAS HIDRAULICAS</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>VISUALMENTE SE VERIFICARA EL CORRECTO ESTADO DE LAS MANGUERAS Y CONECTORES, REVISAR QUE NO SE ENCUENTREN DESGASTADAS, AGRIETADAS, RESECAS, QUE NO EXISTAN FUGAS DE ACEITE EN SUS CONECTORES.</p> </div> </div> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>MANGUERA CON FUGA DE ACEITE</p> </div> </div> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>MANGUERA DESGASTADA</p> </div> </div> <div style="text-align: center;">  <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>CONECTOR CON FUGA DE ACEITE</p> </div> </div> </div>		

Tabla IV.21 *Ayuda visual revisión de mangueras hidráulicas*

Fuente: **CMA, 2022**

En la siguiente tabla IV.22 se demuestra la revisión del nivel de aceite en el que debe de estar la unidad de potencia hidráulica (UPH) (ver tabla IV.22):

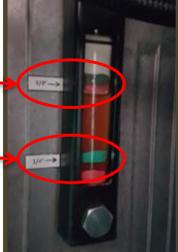
 AYUDA VISUAL 		
CHECK LIST BEWO II		FECHA: 31 de enero de 2022
16. REVISAR EL CORRECTO NIVEL DE ACEITE DE LA UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA 3/4" MÁXIMO - 1/4" MINIMO		ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
		REVISÓ: Ing. Saul Martinez
UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA 	TANQUE CON MIRILLA 	MIRILLA 
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>EN LA UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA, UBICAR EN EL TANQUE LA MIRILLA DEL NIVEL DE ACEITE</p> </div>	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>OBSERVAR QUE EL NIVEL DE ACEITE SE ENCUENTE DENTRO DE LOS PARAMETROS (3/4" MAXIMIMO-1/4" MINIMO), EN CASO DE FALTAR AGREGAR ACEITE SAE 68 HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE 3/4</p> </div>	

Tabla IV.22 *Ayuda visual revisión de nivel de aceite en UPH*

Fuente: **CMA, 2022**

En la siguiente tabla IV.23 se demuestra la revisión del sistema de enfriamiento de aceite en el que no debe de existir fugas de aceite en el radiador, que el radiador se encuentre limpio y en buen funcionamiento (ver tabla IV.23):

 AYUDA VISUAL 							
CHECK LIST BEWO II							
17. REVISION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE ACEITE: NO FUGAS DE ACEITE EN EL RADIADOR, RADIADOR LIMPIO, MOTOVENTILADOR FUNCIONANDO Y BUEN ESTADO DE LA GUARDA.							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">FECHA:</td> <td>31 de enero de 2022</td> </tr> <tr> <td>ELABORÓ:</td> <td>Luis Gustavo Rosales</td> </tr> <tr> <td>REVISÓ:</td> <td>Ing. Saul Martinez</td> </tr> </table>		FECHA:	31 de enero de 2022	ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales	REVISÓ:	Ing. Saul Martinez
FECHA:	31 de enero de 2022						
ELABORÓ:	Luis Gustavo Rosales						
REVISÓ:	Ing. Saul Martinez						
							
NO FUGAS DE ACEITE	RADIADOR LIMPIO	MOTOVENTILADOR FUNCIONANDO	GUARDA EN BUEN ESTADO				
<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>VISUALMENTE SE VERIFICARA QUE EL RADIADOR NO PRESENTE FUGAS NI GOTEOS DE ACEITE, SE VERIFICARA LA LIMPIEZA DEL RADIADOR CHECANDO QUE NO TENGA PELUSA QUE IMPIDA EL PASO DEL AIRE, VISUALMENTE SE CHECARA QUE EL VENTILADOR GIRE LIBREMENTE Y QUE NO VIBRE, Y SE VERIFICARA QUE LA GUARDA SE ENCUENTRE DEBIDAMENTE ATORNILLADA.</p> </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>REVISAR QUE LA TORNILLERIA ESTE BIEN APRETADA Y EN CASO DE ESTAR FLOJO REAPRETARLA EN SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ</p> </div> <div style="text-align: right;">  </div>							

Tabla IV.23 *Ayuda visual revisión del sistema de enfriamiento de aceite*

Fuente: CMA, 2022

En la siguiente tabla IV.24 se demuestra la revisión de las unidades de mantenimiento, que se encuentren en funcionamiento y en buen estado, al igual que los manómetros se encuentren en funcionamiento (ver tabla IV.24):

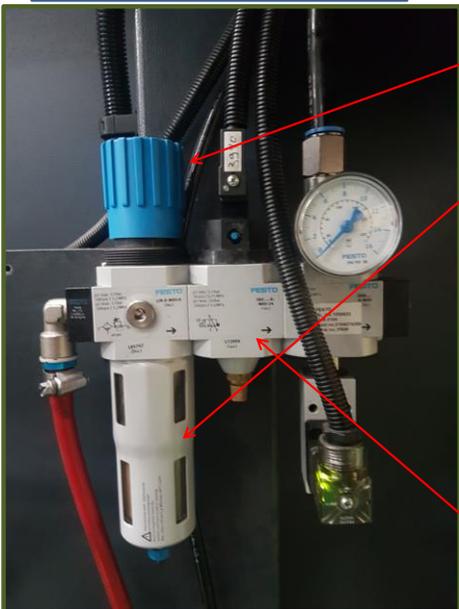
 AYUDA VISUAL 	
CHECK LIST BEWO II	FECHA: 31 de enero de 2022
18. REVISAR UNIDAD DE MANTENIMIENTO: CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE REGULADOR DE PRESIÓN, BUEN ESTADO DE VASOS LUBRICADOR Y SEPARADOR DE HUMEDAD, REVISIÓN DE MANOMETROS Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE ELECTROVALVULAS.	ELABORÓ: Luis Gustavo Rosales
	REVISÓ: Ing. Saul Martinez
<div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px; display: inline-block;">UNIDAD DE MANTENIMIENTO</div> 	<div style="background-color: #4a86e8; color: white; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 10px;">MANOMETRO</div>  
	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>MANUALMENTE SE HARA GIRAR LA PERILLA AZUL DEL REGULADOR DE PRESIÓN PARA ASEGURARSE QUE NO SE ENCUENTRA ATORADO EL MECANISMO,</p> </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>PASANDO LA MANO POR FUERA DEL VASO LUBRICADOR SE VERIFICARA QUE NO EXISTAN FUGAS DE AIRE DEL VASO.</p> </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>VISUALMENTE SE VERIFICARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS MANOMETROS, CON LA MAQUINA APAGADA EL MANOMETRO DEBE DE MARCAR " 0 PSI " Y CON LA MAQUINA ENCENDIDA " 4.8" PSI.</p> </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> <p>VISUALMENTE SE VERIFICARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA ELECTROVALVULA, AL APAGAR LA MAQUINA SE DEBERA ESCUCHAR EL ESCAPE DE AIRE QUE DESPRESURIZA AL SISTEMA.</p> </div>

Tabla IV.24 *Ayuda visual revisión de unidades de mantenimiento*

Fuente: **CMA, 2022**

V. CONCLUSIONES

Conclusiones del Proyecto

Se elaboró un programa de mantenimiento preventivo para la tres áreas esenciales de la empresa, lográndose tener a los equipos con una mayor disponibilidad, disminuyendo los tiempos muertos y paros no programados, gracias a este programa de mantenimiento se disminuyeron las cargas de trabajo, teniendo a los equipos trabajando de una manera más eficiente.

Con el programa de mantenimiento preventivo, se está logrando que los equipos estén en óptimas condiciones para su uso, ya que los operadores, conocen que es el mantenimiento autónomo, lo que ellos mismos detectan anomalías y realizan diferentes actividades como la limpieza y lubricación de sus equipo, esto ayudó a aumentar la disponibilidad de los equipos ya que los mismos operadores detectan las anomalías a tiempo y avisan al personal de mantenimiento para su reparación.

Con el programa de mantenimiento se logró minimizar los tiempos muertos y paros no programados, causantes de una mayor carga de trabajo a los operados y desgastes a los equipos o maquinarias de la empresa, con esto nos ayudará a realizar entregas de material en tiempo y forma.

VI. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Diseñé un sistema administrativo de mantenimiento con base a la necesidad de aumentar la disponibilidad de los equipos.
2. Se identificaron los diferentes mantenimientos para la aplicación de dicha actividad.
3. Desarrollé habilidades de mantenimiento en los equipos de la empresa y departamento de mantenimiento
4. Apliqué métodos, habilidades y herramientas de mantenimiento para la solución de problemas
5. Apliqué métodos de investigación para el desarrollo del programa de mantenimiento
6. Ejecuté el programa de mantenimiento preventivo para mantener y aumentar la disponibilidad de los equipos
7. Conocí la importancia de la aplicación de los mantenimientos para evitar que existan paros no programados y que estos no sean prolongados con un mayor tiempo
8. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la administración del mantenimiento con una visión estratégica.

VII. FUENTES DE INFORMACIÓN

Fuentes de información

Referencias de Libros

Montilla Montaña, C. (2016). *Fundamentos de mantenimiento industrial*. 1st ed. Pereira, Colombia: editorial UTP.

Daunce Villanueva, E. (2014). *La productividad en el mantenimiento industrial*. 3rd ed. México: Grupo editorial patria.

Referencias de Revistas

Referencias de internet:

Vidal, F (2021). Mantenimiento Preventivo: Qué es, tipos y cómo hacerlo eficazmente. Recuperado el 20 de febrero de 2022, de <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/>

Talva M.A. (2021). Mantenimiento preventivo: todo lo que tienes que saber. Recuperado el 21 de febrero de 2022, de <https://mobility-work.com/es/blog/mantenimiento-preventivo/>

Salazar López. B. (2019). Mantenimiento Productivo Total (TPM). Recuperado el 23 de febrero de 2022, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Carta de aceptación



San francisco de los Romo, Aguascalientes, 25 de febrero de 2022.

DR. JOSE ERNESTO OLVERA GONZALEZ
DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLOGICO
DE PABELLON DE ARTEAGA

Atte.: Julissa Elayne Cosme Castorena
Jefa del departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación
Asunto: Carta de aceptación de Residencias Profesionales

Por este conducto, me permito informarle que el C. **Rosales Martinez, Luis Gustavo**, con numero de control **171050233**, alumno de la carrera de: **Ingeniería Industrial**, fue aceptado (a) para realizar sus Residencias Profesionales en **CMA AUTOMOTIVE S.A. de C.V.**, donde cubrirá un total de 500 horas, periodo **Enero-Junio 2022**.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE



Lic. Verónica Oviedo Menchaca
Gerente de Recursos Humanos