

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCION**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PERFILADORA DALTEC**

Trabajo de Titulación para
optar al Título de Ingeniero en
Mantenimiento Industrial

Alumno:
Javier Ignacio Viluñir González

Profesor Guía:
Juan José Figueroa Cohn

Profesional Correferente:
Marcelo Enrique Quiroz Neira

RESUMEN

El presente trabajo de título se enfoca en un plan de mantenimiento preventivo para un equipo de la empresa indama, se inicia con un marco teórico, en el cual estará planificado con un desglosamiento del equipo y sistemas auxiliares.

Para realizar el plan de mantenimiento preventivo se efectuó un previo estudio de las fallas del equipo donde se utilizaron herramientas como diagrama de Pareto, Ishikawa y AMEF, además de obtener un histograma de detenciones con su respectivo tiempo y a que sistema pertenece, este previo estudio nos ayudo para determinar los sistemas o componentes mas críticos del equipo para enfocar el plan de mantenimiento en ellos.

A través del estudio técnico que se realizo, se establecieron tareas de plan de mantenimiento semanal, mensual y anual con sus respectivos costos asociados a cada insumo, accesorios y personal contratista.

De aplicar este método de mantenimiento en la empresa se espera obtener resultados positivos al mejorar o reducir los gastos operacionales y la vida útil del equipo, se proyecta que este plan de mantenimiento sea replicable para los demás equipos de planta de similares condiciones y funcionamiento.

INDICE

INTRODUCCION	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVO ESPECIFICO.....	2
CAPITULO I: MARCO TEORICO DE PERFILADORA	3
1.1. INDAMA	4
1.1.1. Proceso productivo de la empresa.....	5
1.1.1.1. Tuberías.....	5
1.1.1.2. Perfiladora.....	7
1.2. MANTENIMIENTO	8
1.2.1. Historia y evolución del mantenimiento	8
1.2.2. Mantenimiento como herramienta en la industria	9
1.2.3. Finalidad del mantenimiento	10
1.2.4. Tipos de mantenimiento.....	10
1.2.4.1. Mantenimiento correctivo.....	10
1.2.4.2. Mantenimiento preventivo.....	11
1.2.4.3. Mantenimiento predictivo.....	11
1.2.4.4. Mantenimiento proactivo.....	12
1.2.5. Tareas de un plan de mantenimiento preventivo	13
1.2.6. Objetivos del plan de mantenimiento preventivo	14
1.3. CONFIABILIDAD	14
1.4. TÉCNICAS DE APOYO PARA EL ANÁLISIS DE FALLA.....	14
1.4.1. Principio de Pareto.....	14
1.4.2. Diagrama de Ishikawa.....	16
1.4.3. Análisis del modo y efecto de falla.....	16
CAPITULO 2:PERFILADORA DE ACERO DALTEC	18
2.1. PERFILADORA DALTEC	19
2.1.1. Desenrollador bi-lateral	19
2.1.2. Conformadora	20
2.1.3. Mesa de corte.....	20

2.1.4.	Mesa de salida.....	22
2.1.5.	Sistema de control.....	22
2.1.6.	Equipos auxiliares.....	23
2.1.6.1.	Unidad compresora IR R37	23
2.1.6.2.	Central hidráulica.....	24
2.1.6.3.	Sistema de refrigeración	25
2.1.6.4.	Tecele.....	25
2.1.6.5.	Pistola de impacto.....	26
2.1.6.6.	Codificadora.....	27
CAPITULO 3: ANÁLISIS DE FALLA		28
3.1.	DIAGNOSTICO DE FALLAS.....	29
3.2.	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	29
3.3.	DIAGRAMA ISHIKAWA	29
3.4.	DIAGRAMA DE PARETO.....	31
3.5.	ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA	32
CAPITULO 4: PLAN DE MANTENIMIENTO Y EVALUACION ECONOMICA		39
4.1.	PAUTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO.....	40
4.2.	PIAN DE MANTENIMEINTO	41
4.2.1.	Plan de mantenimiento diario	41
4.2.2.	Plan de mantenimiento mensual	42
4.2.3.	Plan de mantenimiento anual	42
4.3.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	43
CONCLUSION		45
RECOMENDACIONES		46
ANEXO		47

INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 - Diagrama de procesos productivos.....	5
Ilustración 2 - Maquina Tubera.....	6
Ilustración 3 - Acumulador vertical Tubera.....	6
Ilustración 4 - Soldador Tubera.....	7
Ilustración 5 - Mesa de corte Tubera.	7
Ilustración 6 - Diagrama Perfiladora.....	8
Ilustración 7 - Desenrollador bi-lateral Perfiladora.	19
Ilustración 8 - Conformadora Perfiladora.....	20
Ilustración 9 - Mesa de corte perfiladora.....	21
Ilustración 10 - Sistema de corte Perfiladora.	21
Ilustración 11 - Mesa de salida Perfiladora.	22
Ilustración 12 - Tablero de control Perfiladora.	23
Ilustración 13 - Unidad compresora IR R37.....	24
Ilustración 14 - Central hidráulica Perfiladora.....	24
Ilustración 15 - Sistema de refrigeración Perfiladora.....	25
Ilustración 16 - Tecle Perfiladora.	26
Ilustración 17 - Pistola de impacto Perfiladora.	26
Ilustración 18 - Codificadora Perfiladora.	27
Ilustración 19 - Tabla de datos Perfiladora.....	29
Ilustración 20 - Diagrama de Ishikawa Perfiladora.	30
Ilustración 21 - Tabla diagrama de Pareto.....	31
Ilustración 22 - Diagrama de Pareto.	32
Ilustración 23 - Tabla de severidad AMEF.....	33
Ilustración 24 - Formula de severidad	33

Ilustración 25 - Fallos ocultos.....	33
Ilustración 26 - Seguridad física	33
Ilustración 27 - Medio ambiente	34
Ilustración 28 - Imagen corporativa.....	34
Ilustración 29 - Costo de reparación	34
Ilustración 30 - Efecto en cliente.....	34
Ilustración 31 - Criterio ocurrencia	34
Ilustración 32 - Ocurrencia.....	35
Ilustración 33 - Criterio detención.....	35
Ilustración 34 - Detención	35
Ilustración 35 - AMEF carro de corte 1-3	35
Ilustración 36 - AMEF carro de corte 2-3	36
Ilustración 37 - AMEF carro de corte 3-3	36
Ilustración 38 - AMEF formador 1-3.....	36
Ilustración 39 - AMEF formador 2-3.....	37
Ilustración 40 - AMEF formador 3-3.....	37
Ilustración 41 - AMEF mesa de salida 1-3	37
Ilustración 42 - AMEF mesa de salida 2-3	37
Ilustración 43 - AMEF mesa de salida 3-3	38
Ilustración 44 - Plan de mantenimiento diario.	41
Ilustración 45 - Plan de mantenimiento mensual.....	42
Ilustración 46 - Plan de mantenimiento anual.	42
Ilustración 47 - Costo plan de mantenimiento	44
Ilustración 48 - Costo tiempos de detención por corrección.....	44

SIGLA Y SIMBOLOGIA

ISO: Organización internacional de normalización.

AMEF: Análisis de modo y efecto de falla.

NPR: Numero prioritario de riesgo.

RCM: Mantenimiento centrado en confiabilidad.

PLC: Controlador lógico programable

CIZALLA: Corte recto de dos cuchillas que se deslizan entre si.

MATRICERIA: Rodillos con diferentes formas para el desarrollo del producto.

ENCODER: Cuenta metro eléctrico.

ASPO: Porta fleje.

FLEJES: Materia prima de acero enrollada.

INTRODUCCION

En la actualidad efectuar planes de mantenimiento es rentable y vital para cualquier tipo de empresa de producción, ya que, un buen plan de mantenimiento nos puede ayudar a predecir, prevenir o corregir fallas disminuyendo tiempo y costos asociados a este, es por esta razón que este proyecto de título tiene como objetivo principal proponer un plan de mantenimiento preventivo a perfiladora daltec.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para perfiladora de acero daltec de indama.

OBJETIVO ESPECIFICO

1. Definir e identificar los componentes del equipo.
2. Realizar análisis de modos, efectos y criticidad de las fallas del equipo para la creación de los planes de mantenimiento a los modos de fallas mas críticos.
3. Establecer propuesta de mantenimiento para los componentes del sistema.
4. Desarrollar lista de verificación, procedimientos de trabajo y frecuencia de mantenimiento para los modos de fallas.

CAPITULO I: MARCO TEORICO DE PERFILADORA

1.1. INDAMA

Indama se dedica al rubro de la fabricación y comercialización de perfiles abiertos, tubos y flejes de acero. El año 2002 lanzó al mercado su línea vertical de perfiles galvanizados para la construcción, a partir de mayo del 2020 estamos certificados por las normas chilenas NCH 3576 para perfil abierto estructural de acero al carbono conformado en frío y NCH 3518 tubular estructural de acero al carbono conformado en frío soldado con una costura.

Indama se encuentra en avenida Manuel rodríguez #2881, comuna de Chiguayante.

- Misión

Ser el mejor referente para nuestros clientes como creadores de valor con productos para uso estructural en la industria y construcción cumpliendo plenamente sus expectativas.

- Visión

Ser reconocido como los mejores en nuestros emprendimientos desarrollando nuevos mercados productos y servicios respondiendo a las expectativas de excelencia de nuestros clientes y socios en un ambiente de satisfacción laboral siendo socialmente responsables.

- Valores

Confiabledad porque creemos en la honestidad, la transparencia, la perseverancia, en el cumplimiento de la palabra empeñada y la responsabilidad compromiso por qué creemos en el respeto mutuo, en el sentido de grupo, en la mutua confianza y porque damos a la comunicación y valor fundamental. Proactividad porque creemos en la creatividad, en la capacidad innovadora que transgrede frontera coma haciendo unos visionarios y poseedores de una estimulante motivación. Mejoramiento continuo porque creemos que siempre podemos avanzar más, nos preparamos y capacitamos para los pasos siguientes permanentes.

1.1.1. Proceso productivo de la empresa

El proceso productivo de indama comienza con el acopio de materia prima que se le denomina fleje de acero al carbono o galvanizado con un espesor de material determinado, para continuar con el proceso entra a un cortador de flejes donde se le da el ancho del material que se necesita fabricar, luego es llevado a las maquinas donde se dividen en tuberías y perfiladoras, y como finalización del proceso se empaquetan y se despachan en el área de bodega donde son cargados los camiones de transporte.

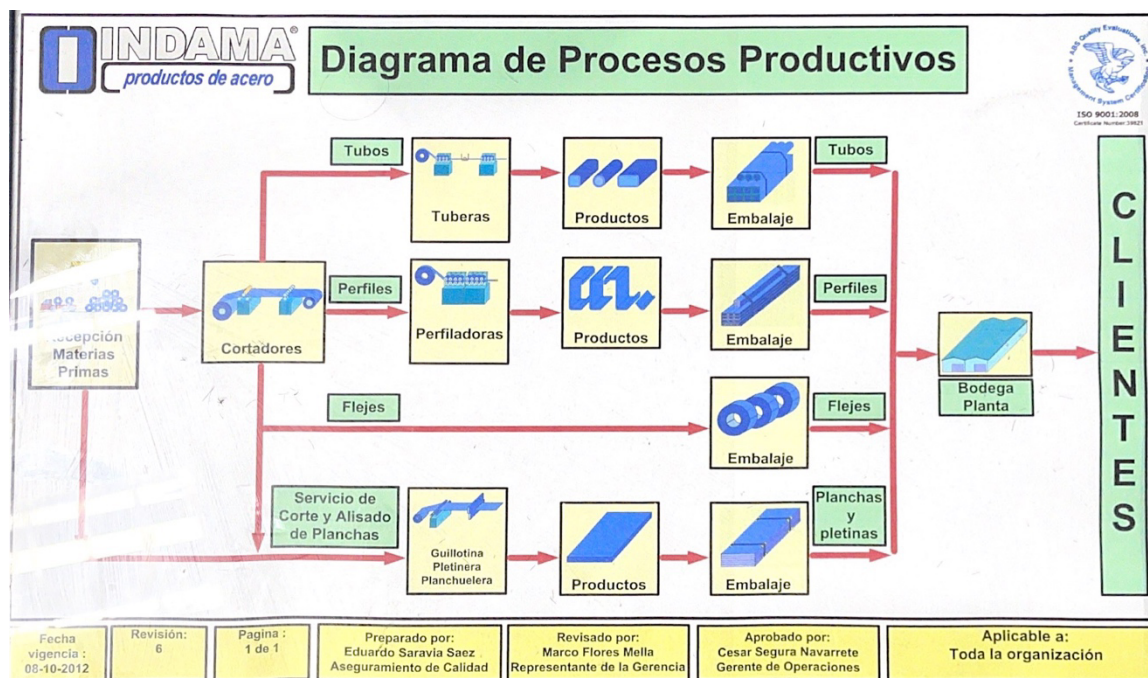


Ilustración 1 - Diagrama de procesos productivos.

1.1.1.1. Tuberías

El proceso productivo de las tuberías comienza con el desenrollador de flejes, es el dispositivo donde se colocan los rollos de flejes para ser introducidos en la línea de fabricación, la zona de empalme tiene un soldador de puntas y colas donde se unen mediante soldadura TIG o MIG uniendo la cola de un rollo con el extremo inicial del siguiente rollo generando una alimentación continua de material, el acumulador de flejes facilita la realización del empalme de flejes sin detener el proceso de producción, luego está la zona del formador de tubos que es la parte inicial del proceso donde el fleje toma la forma tubular mediante secuencias sucesivas de un set de rodillos que lo conforman paso a paso los bordes del tubo en formación, son calentados por un sistema eléctrico especial luego se produce el soldado empleando el mismo acero uniendo los bordes

calentados con unos rodillos de ajuste, el proceso de soldadura de los bordes deja en el exterior como al interior del tubo una rebaba, la exterior se retira en forma automática en el proceso de fabricación, la interior también se extrae de acuerdo a los requerimientos del cliente, el tubo por efecto de las variaciones de temperatura y presión no tiene un diámetro exterior final, para corregir esto un tren de rodillos le da las medidas correspondientes permitidas por la norma y quede perfecto, el tubo ya formado, recto y calibrado puede quedar redondo, en caso de ser cuadrado o rectangular pasará a la cabeza de turco donde tendrá su forma geométrica final, posteriormente pasara a un carro de corte donde será seccionado mediante una sierra de corte y llevado a la mesa de salida para que sea empaquetado y despachado.



Ilustración 2 - Maquina Tubera.

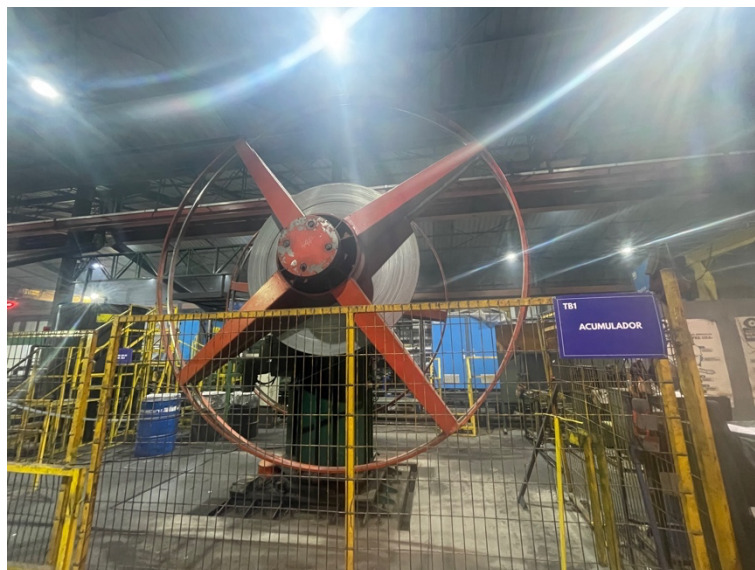


Ilustración 3 - Acumulador vertical Tubera.



Ilustración 4 - Soldador Tubera.



Ilustración 5 - Mesa de corte Tubera.

1.1.1.2. Perfiladora

El proceso productivo de las perfiladoras comienza con el desenrollador de flejes, es el dispositivo donde se portan los rollos de flejes para ser introducidos a la línea productiva de la maquina, luego esta la zona de formación de los perfiles que es la parte inicial del proceso de formación donde el material comienza a tomar forma con una secuencia sucesivas de rodillos y guías que le van dando la forma y Angulo al material, posteriormente pasara por un mecanismo llamado turco donde obtendrá su forma geométrica final, luego pasara al carro de corte donde será cortado mediante un cuchillo

con accionamiento hidráulico o una sierra de corte, para luego ser empaquetado y despachado.

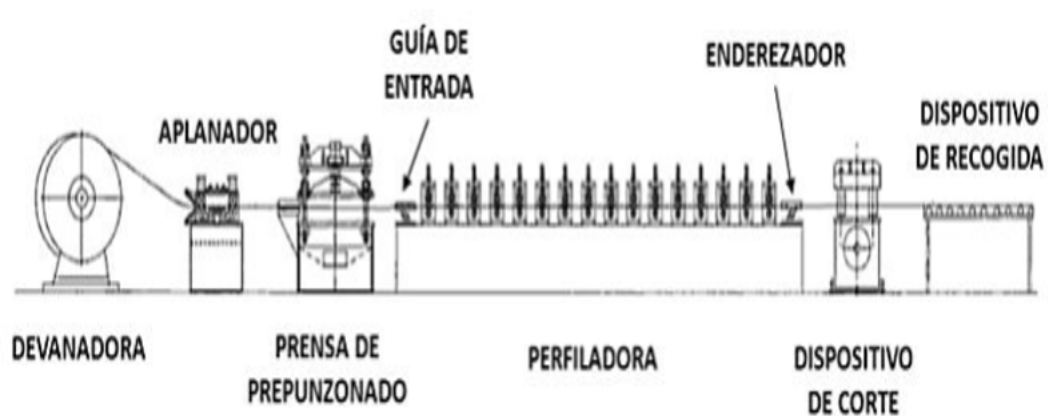


Ilustración 6 - Diagrama Perfiladora.

1.2. MANTENIMIENTO

El mantenimiento son todas las actividades necesarias para mantener el equipo e instalaciones en condiciones para sus funciones determinadas, además de buscar la máxima disponibilidad y confiabilidad del equipo.

1.2.1. Historia y evolución del mantenimiento

El termino mantenimiento se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el termino entretenimiento. El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción hasta la concepción actual del mantenimiento con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global:

1a Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2a Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa solo de arreglar las averías. Es el Mantenimiento Correctivo.

2a Generación: Entre la 2a Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.

3a Generación: Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo ó detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer participe a Producción en las tareas de detección de fallos.

4a Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como "mal necesario". La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.

1.2.2. Mantenimiento como herramienta en la industria

El mantenimiento dentro de una industria principalmente busca prestar un servicio de reparación de avería o defectos en los equipos, pero viendo más allá, debe perseguir un objetivo primordial para la empresa, aumentar al máximo la producción de la institución evitando tener equipos detenidos en las líneas de procesos. Las detenciones totales o parciales de los equipos son muy dañinas en la producción de una empresa, puesto que cada minuto que una maquina está detenida es un minuto de gastos extras de mantenimiento, retraso de producción y por lo cual conlleva perdidas de ingreso monetario. Estos costos o perdidas de producción en los procesos son absolutamente evitables.

1.2.3. Finalidad del mantenimiento

Conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de Producción.

1.2.4. Tipos de mantenimiento

En los tipos de mantenimiento existen 4 mantenimientos importantes que es el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y proactivo. La aplicación de cada uno de estos métodos va en directa relación con la organización de los departamentos de mantenimiento y los posibles imprevistos que se puedan generar en el proceso productivo, enfocándose directamente en el mantenimiento preventivo se dará a conocer las tareas relacionadas a este mantenimiento para mayor claridad al momento de efectuar los planes de mantenimiento preventivo.

1.2.4.1. Mantenimiento correctivo

En una primera instancia tenemos el mantenimiento del tipo correctivo, el cual es una acción reactiva no programada, consiste en la reparación de averías o fallas funcionales a medida que se van produciendo. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

Las consecuencias más grandes que posee este tipo de mantenimiento es que fuerza a la detención del proceso productivo debido a la avería de los equipos, también genera un mayor gasto en personal de mantenimiento puesto que se debe reparar de la forma más rápida posible. El hecho de que se deban reparar máquinas sin previo aviso dificulta la probabilidad de mantener un gasto fijo en mantenimiento., puesto que no siempre se producirán las fallas o también puede que se produzcan de manera reiterativa incurriendo así en mayores gastos.

Este mantenimiento correctivo se caracteriza principalmente por ser un mantenimiento del tipo de emergencia por lo cual aumenta el riesgo de accidentes en el personal encargado del mantenimiento.

1.2.4.2. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento también es denominado como mantenimiento planificado, este permite disminuir la frecuencia de las paradas no programadas aprovechando el momento más oportuno para realizar las intervenciones, tanto como para los departamentos de producción como también a los de mantención.

Por lo general frecuentemente se utiliza este tipo de mantenimiento para el desarrollo de un “plan de mantenimiento” puesto que permite planificar las mantenciones a efectuar, preparar herramientas, insumos, repuestos y designación al personal más capacitado para la realización de la tarea. La principal ganancia de este tipo de mantenimiento es que permite utilizar de la forma más eficiente posible los tiempos. El mantenimiento preventivo permite adecuar y moldear las acciones a realizar dentro de los tiempos más favorables para la empresa para poder intervenir los equipos, ya sea paradas de planta etc. Este método utiliza los tiempos definidos por el planificador de mantenciones para evitar detener los procesos productivos.

Las mantenciones se realizan sin importar el estado del ítem a mantener (ya sea si se encuentra en buen o mal estado) sustituyendo o reparando los componentes según designación del fabricante o acciones adoptadas por el ingeniero a cargo.

1.2.4.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento del tipo predictivo es otro de los métodos más utilizados, este tipo de mantenimiento permite detectar posibles síntomas y desperfectos o desgastes prematuros en un equipo antes de que ocurra una falla y por consiguiente una detención no deseada de la planta y determinar en todo instante la condición técnica real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.

Este método es posible utilizar gracias a que los componentes de cierta forma demuestran al personal de inspección que alguna anomalía está ocurriendo. Existen varias formas o métodos para detectar las fallas antes de que ocurran y principalmente se utiliza tecnología creada para detectarlas. Los métodos más básicos para detectar las fallas potenciales son los sentidos humanos como:

- Realizar inspecciones visuales
- Detectar olores
- Sentir excesivas vibraciones o temperaturas elevadas
- Ruido anormales etc.

Otros métodos más utilizados son mediante la creación de nuevas tecnologías que detectan posibles fallas en los equipos, existen diferentes herramientas tales como:

- Ensayos ultrasonidos
- Análisis de vibraciones
- Partículas magnéticas
- Líquidos penetrantes etc.

1.2.4.4. Mantenimiento proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnico, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

1.2.5. Tareas de un plan de mantenimiento preventivo

Como se menciona en el punto anterior, un plan de mantenimiento preventivo es un conjunto de acciones y decisiones que tiene como fin común, evitar la prolongación de tiempos de fallas inesperadas, defectos o desviaciones en las variables que contribuyen un proceso productivo.

Para poder hacer posible esto, se requiere tomar como conducta de mantenimiento una serie de acciones que nos permitan cumplir con lo primordial continuidad productiva. Un plan de mantenimiento debe realizar las siguientes acciones:

- Inspecciones visuales: Dentro de las acciones de mantenimiento se encuentra las inspecciones visuales, siendo las mas rentables por el bajo costo que tienen, ya que, solo se necesita de una persona para realizar esta tarea y sin equipos adicionales.
- Limpieza, ajusté y lubricación: la mayoría de los componentes requieren del cuidado más optimo posible para mantenerlos dentro del funcionamiento básico que debe cumplir. Esto es logrado mediante rutinas periódicas de lubricación, ajuste, regulación o limpieza preventiva. Son de bajo costo, pero entrega beneficios extraordinarios, ya que evita desgaste prematuro de los ítems.
- Reemplazo de equipos, subconjuntos, componentes o piezas: con el paso del tiempo y el uso que se les dan a los equipos mecánicos, estos denotan un desgaste natural o fatiga, lo cual incide en un aumento en la probabilidad de falla. Este desgaste ocurre principalmente en componentes mecánicos sometidos a constante movimiento, corrosión, erosión o cambios de temperatura.
- Calibración: es una acción que contempla medir, controlar y ajustar los parámetros de proceso de acuerdo a patrones certificados. Estas rutinas permiten asegurar que los estándares de calidad solicitados se ajusten a las normativas vigentes.

1.2.6. Objetivos del plan de mantenimiento preventivo

- Disminuir las paradas de emergencias y las averías de los equipos.
- Aumentar la disponibilidad de los activos industriales.
- Mejora la calidad de los productos y servicios.
- Reducir los costos debido a reparaciones de emergencia Conservar el equipo en buen estado para que cumpla su tarea.
- Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.

1.3. CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la posibilidad de un activo realice su función determinada de acuerdo con las condiciones de operación, dentro de un tiempo determinado. La confiabilidad impacta directamente sobre los resultados de la empresa, ya que, se desempeña sobre los procesos productivo siendo así una empresa con mayor confiabilidad frente sus clientes y siendo mas rentable en el mercado actual.

1.4. TÉCNICAS DE APOYO PARA EL ANÁLISIS DE FALLA

En este proyecto se utilizarán distintos tipos de análisis de fallas, los cuales van ayudar a determinar un plan de mantenimiento efectivo para diferentes tipos de fallas, tanto comunes como también desperfectos pocos frecuentes.

1.4.1. Principio de Pareto

El principio de Pareto establece que, en la mayoría de los casos un problema es originado por un grupo pequeño de un total de posibles causas. El diagrama que surge como consecuencia de aplicar este principio se denomina Diagrama de Pareto, y permite identificar las causas de mayor importancia y magnitud capaces de provocar el efecto o inconveniente estudiado.

Según este principio, y que en cualquier conjunto de elementos, eventos o causas, unos pocos factores son más significativos que el resto; razón por la cual se los llama los pocos y significativos. También conocida como la regla del 80 – 20, asegura que casi siempre existen pocas causas que contribuyen mayoritariamente a generar el efecto total. A las causas pocas y significativas se las conoce también como causas vitales; dejando el termino causas triviales para el 80% restante. Así, el 80% de las causas serian responsables de contribuir solo en un 20% al problema total.

Si trasladamos el Principio de Pareto a la industria, podríamos asegurar, por ejemplo, que el 80% de las perdidas de un equipo o instalación serian producidas solo por el 20% del total posible de causas o modos de falla.

Un diagrama de Pareto es útil para estudiar fallas crónicas. Sin embargo, y bajo ninguna circunstancia, resuelve los problemas; únicamente facilita la selección de las causas que producen el mayor perjuicio.

Los pasos para construir un diagrama de Pareto son los siguientes:

- Definir el problema a estudiar, su alcance y los limites del sistema.
- Escoger una unidad de medida para cuantificar, por igual, el efecto o perdida de todos los eventos.
- Listar todos los eventos y la perdida parcial con que contribuye cada uno.
- Sumar las perdidas parciales para obtener la perdida total del conjunto.
- Ordenar los eventos descendientemente según la perdida que provoca cada uno.
- Calcular el porcentaje que representa cada evento con respecto al total.
- Hacer la suma acumulada de las contribuciones porcentuales, desde la mayor a la menor.
- Confeccionar un diagrama de barras con la perdida de cada evento (o causa) ordenando descendientemente. En el mismo grafico, y como eje secundario el lado derecho, dibujar una línea cuyos puntos serán los acumulados en orden ascendente.
- Seleccionar los eventos cuya suma acumulada sea igual o mayor al 80% de la perdida total. El conjunto de tales eventos constituye los pocos y significativos.
- Los planes de acción deben enfocarse, en principio, a eliminar las causas vitales; por ultimo las triviales.

1.4.2. Diagrama de Ishikawa

Un diagrama causa–efecto permite visualizar rápidamente aquellas causas que podrían derivar en una falla funcional de un sistema complejo. Un equipo puede fallar por varias razones, e incluso algunas de ellas estar relacionadas entre sí.

Para confeccionar un diagrama causa – efecto participa un grupo de personas liderada por un moderador. En los análisis RCM, que requieren mayor profundidad en sus modos de falla, aparece como una de las herramientas que brinda mejores resultados. Las mismas personas que conforman grupos de revisión RCM pueden confeccionar un diagrama de Ishikawa. Construir un diagrama efectivo no es sencillo. Lleva tiempo, esfuerzo y debe asegurarse un ámbito adecuado que propicie el trabajo en equipo y la participación de todos los integrantes.

Para construir el diagrama se comienza definiendo brevemente el efecto, y se lo ubica dentro de un rectángulo a la derecha o izquierda del esquema. Luego, un eje central canaliza el aporte de las posibles causas que, a su vez, se agrupan según características; estos grupos se denominan factores. Existen distintas versiones o categorías en función de las características del problema; las más difundidas utilizan los siguientes factores:

- Categoría A: método – maquina – materiales – mano de obra.
- Categoría B: posición – procedimiento – persona – política.
- Categoría C: contexto – proveedor – sistema – destreza.

De cada factor “cuelgan” las causas primarias, dentro de las cuales se encontraran las causas – raíz. Para problemas relacionados con fallas de equipos, se prefiere dividir las causas en los factores que sugiere la categoría A. Si se trata de un problema de procesos, es un apropiado utilizar la categoría B. Por ultimo, para inconvenientes logísticos, administrativos o de servicios, la categoría C. No obstante, puede optarse por una combinación de factores.

1.4.3. Análisis del modo y efecto de falla

El análisis de modo y efecto de falla es actualmente una de las técnicas mas importantes en el análisis de riesgo, el análisis del modo y efecto de falla es una herramienta que se utiliza para detectar los errores potenciales que se pueden producir en el proceso

productivo de una empresa y se relaciona directamente con el efecto que se pueda ocasionar al cliente.

Los objetivos principales del AMEF son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.

Los AMEF fueron formalmente introducidos a finales de los 40's mediante el estándar militar 1629. Utilizados por la industria aeroespacial en el desarrollo de cohetes, los AMEF y el todavía más detallado análisis crítico del modo y efecto de falla (ACMEF) fueron de mucha ayuda en evitar errores sobre tamaños de muestra pequeños en la costosa tecnología de cohetes.

El principal empuje para la prevención de fallas vino durante los 60's mientras se desarrollaba la tecnología para enviar un hombre a la luna en la misión Apolo. Ford Motor Company motivados por los altos costos de demanda de responsabilidad civil introdujo los AMEF en la industria automotriz a finales de los 70's para consideraciones de seguridad y requisito regulatorios.

Los beneficios de implementación de AMEF en un sistema son:

- Identificar fallas o defectos antes de que estos ocurran.
- Reducir los costos de garantías.
- Incrementar la confiabilidad de los productos y servicios.
- Procesos de desarrollo más cortos.
- Documentar los conocimientos sobre los procesos.
- Incrementar la satisfacción del cliente.

CAPITULO 2:PERFILADORA DE ACERO DALTEC

2.1. PERFILADORA DALTEC

La perfiladora Daltec es una maquina diseñada para trabajar con material de acero con un máximo de espesor de la placa de 1,5 mm según fabricante, consta de 16 estaciones y una velocidad de trabajo de 90 mt/m, posee una longitud de 17 metros donde esta conformada por las siguientes partes y componentes.

2.1.1. Desenrollador bi-lateral

El desenrollador bi-lateral es el componentes principal del equipo, consta de dos aspos, tiene una capacidad de carga de 2000 kg por lado, posee un servo motor que le permite el giro acorde a la velocidad de la línea y el frenado electro magnético que se regalo mediante un tiempo por desgaste, el ancho útil para el componente es de 250 mm, tiene un husillo al interior del aspo que cumple la función de abrir y cerrar las pinzas que permiten apretar el fleje en su interior.



Ilustración 7 - Desenrollador bi-lateral Perfiladora.

2.1.2. Conformadora

La conformadora o línea de formación es la sección del equipo que le permite dar la forma geométrica al material a través de 16 estaciones fijas conducidas por un motor reductor principal que es el encargado de mover la línea.

La conformadora posee 16 estaciones fijas, cada estación posee 1 eje inferior y uno superior donde va montada la matriceria, a lo largo de la conformadora tenemos un sistema de lubricación que es esparcido a través de 4 aspersores impulsados por un sistema neumático para mayor eficiencia donde su función principal es crear una pequeña capa entre el material y la matriceria para evitar marcas en el perfil, además tenemos guías o cargadores laterales que tienen como objetivo dirigir la línea en forma recta para que el material sea simétrico en sus lados.

Dentro del sistema se tiene un componente llamado encoder su función es crítica en el equipo por el motivo de que es el encargado de contar el largo de la barra a través del giro y así poder trabajar en automático y sacar el mejor rendimiento del equipo.



Ilustración 8 - Conformadora Perfiladora.

2.1.3. Mesa de corte

La mesa de corte es la tercera parte del equipo fundamental, su funcionalidad es cortar el fleje a una longitud determinada según el programa de producción, el corte del material

es mediante el método de cizalla que le permite un corte solido y libre de rebabas al momento de cortar.

El sistema de corte esta formado por una central hidráulica, una electro válvula 4/2, pistón hidráulico, un set de cuchillos donde uno es fijo y el otro cuchillo es móvil e impulsado por el pistón hidráulico en dirección descendente, la movilidad del carro de corte es mediante una banda dentada y un moto reductor donde posiciona el carro de corte una vez que cizalla el material.



Ilustración 9 - Mesa de corte perfiladora.



Ilustración 10 - Sistema de corte Perfiladora.

2.1.4. Mesa de salida

La mesa de salida es el ultimo componente de la perfiladora, su función principal es el acopio del material cortado y empaquetado.

La mesa de salida consta de una banda plástica lisa impulsada por un servomotor donde su funcionalidad es movilizar el perfil en dirección horizontal hasta unos botadores neumáticos, para que luego llegue a una mesa de rodillos de acero revestido de pvc y empaquetados.



Ilustración 11 - Mesa de salida Perfiladora.

2.1.5. Sistema de control

El sistema de control de la perfiladora consta de PLC, sensores que realizan el labor de limitar la carrera del cuchillo de corte, referenciar el carro de corte, activar botadores de mesa de salida, detener línea cuando termina el fleje.

La función de la pantalla de control es, poder ingresar datos como largo, velocidad de línea principal, tiempo de corte, posicionamiento de carro de corte, aumentar o disminuir tiempo de salida de los botadores, prender o apagar componentes auxiliares del equipo.



Ilustración 12 - Tablero de control Perfiladora.

2.1.6. Equipos auxiliares

Dentro del sistema tenemos equipos auxiliares que nos permiten complementar nuestra producción, dentro de los equipos auxiliares tenemos una unidad compresora, unidad hidráulica, bombas refrigerantes, estanques de soluble, tecles, pistola de impacto.

2.1.6.1. Unidad compresora IR R37

Los compresores son un tipo de maquina cuya función principal es aumentar la presión de un fluido para luego ser derivada a los componentes del sistema que lo necesiten.

La unidad compresora IR tiene como característica principal poder generar hasta 145 psi, además el compresor ingersoll rand R37 posee la facultad de ser de velocidad variable, minimizando las perdidas de aire, ya que, solo trabaja lo que el equipo consume además reduciendo los costos energéticos y disminuyendo los niveles de ruido, el compresor ingersoll rand R37 es de tornillo rotativo lubricando por aceite obteniendo un excelente rendimiento en corto plazo.



Ilustración 13 - Unidad compresora IR R37.

2.1.6.2. Central hidráulica

La central hidráulica consta de un motor su respectiva bomba, acumulador, radiador, estanque y sus respectivas mangueras, su función principal es transmitir energía a un cilindro hidráulico de la cuchilla de corte para que este se accione cada vez que el equipo requiera.



Ilustración 14 - Central hidráulica Perfiladora.

2.1.6.3. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración consta de un estanque de 80 litros ubicado a un costado de la maquina a una altura de 1,5 metros sobre el nivel del piso, además se tiene una bomba centrífuga de 1 hp, su función principal es refrigerar el perfil que pasa por la etapa de formación, este liquido es expulsado con presión a través de un aspersor que se le inyecta liquido refrigerante y aire comprimido para que salga como un liquido en polución.



Ilustración 15 - Sistema de refrigeración Perfiladora.

2.1.6.4. Tecele

La maquina posee un mecanismo de izaje desde la portaflejera al desenrollador, este mecanismo esta formado por un tecele eléctrico de 3 toneladas, un soporte que abarca el ancho del desenrollador, su función principal es abastecer de materia prima la línea de perfiladora.



Ilustración 16 - Tecla Perfiladora.

2.1.6.5. Pistola de impacto

La pistola de impacto marca milwaukee es una ayuda para los operadores su funcionalidad dentro del proceso es el de enroscar la tuerca de la matriceria contra el cabezal móvil y aflojar cuando comienza el proceso de montaje del equipo, ya que, en oportunidades anteriores se utilizaba una llave con torqui metro que abarcaba un mayor tiempo y desgaste para el operador.



Ilustración 17 - Pistola de impacto Perfiladora.

2.1.6.6. Codificadora

La codificadora es una maquina para imprimir, su funcionalidad es la de rotular el material que sale para que después sea despachado, la codificadora se debe configurar para cada tipo de perfil y su velocidad, su ubicación va entre el termino de la mesa formadora y el inicio del carro de corte.



Ilustración 18 - Codificadora Perfiladora.

CAPITULO 3: ANÁLISIS DE FALLA

3.1. DIAGNOSTICO DE FALLAS

Como primer diagnostico de la maquina es la presencia de ruidos anormales al funcionamiento de la maquina como golpeteos, variación en la geometría del material, que el material no se cizalla al momento de cortar.

3.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

Componente	16 semanas		
	Minutos	Min. Prom.	Fallas
Carro de corte	896	56	26
Formación	418	26	10
Mesa de salida	103	6	4
Sistema de refrigeración	92	6	4
Matrickeria	80	5	4
Sistema de transmisión	75	5	1
Devanador	70	4	3
Tableros de control	15	1	1
Tablero Principal	15	1	1
Codificadora	0	0	0
iluminación	0	0	0
Encoder	0	0	0
Central hidráulica	0	0	0

Ilustración 19 - Tabla de datos Perfiladora.

3.3. DIAGRAMA ISHIKAWA

El diagrama causa-efecto, espina de pescado o también llamado Ishikawa, debido a su creador, es una herramienta de análisis que permite la representación grafica con el fin de visualizar las posibles causas que explican un determinado problema o efecto, motivo por la que esta herramienta es ampliamente utilizada en la gestión de calidad y en la toma de decisiones.

El uso de Ishikawa, es complementado en la mayoría de las veces con otras herramientas de análisis como es el caso del diagrama de Pareto permitiendo además priorizar medidas de acción relevante a aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas, es decir nos permite tomar acciones en las bases que determinan un desempeño deficiente.

La realización del diagrama de causa efecto es por lo general de manera intuitiva, se identifican los problemas y luego se enumeran un conjunto de causas potenciales que explican dichos comportamientos, también existe la posibilidad de agregar información adicional logrando un mayor detalle en sub-causas, permitiendo tomar acciones correctivas con un mayor grado de precisión.

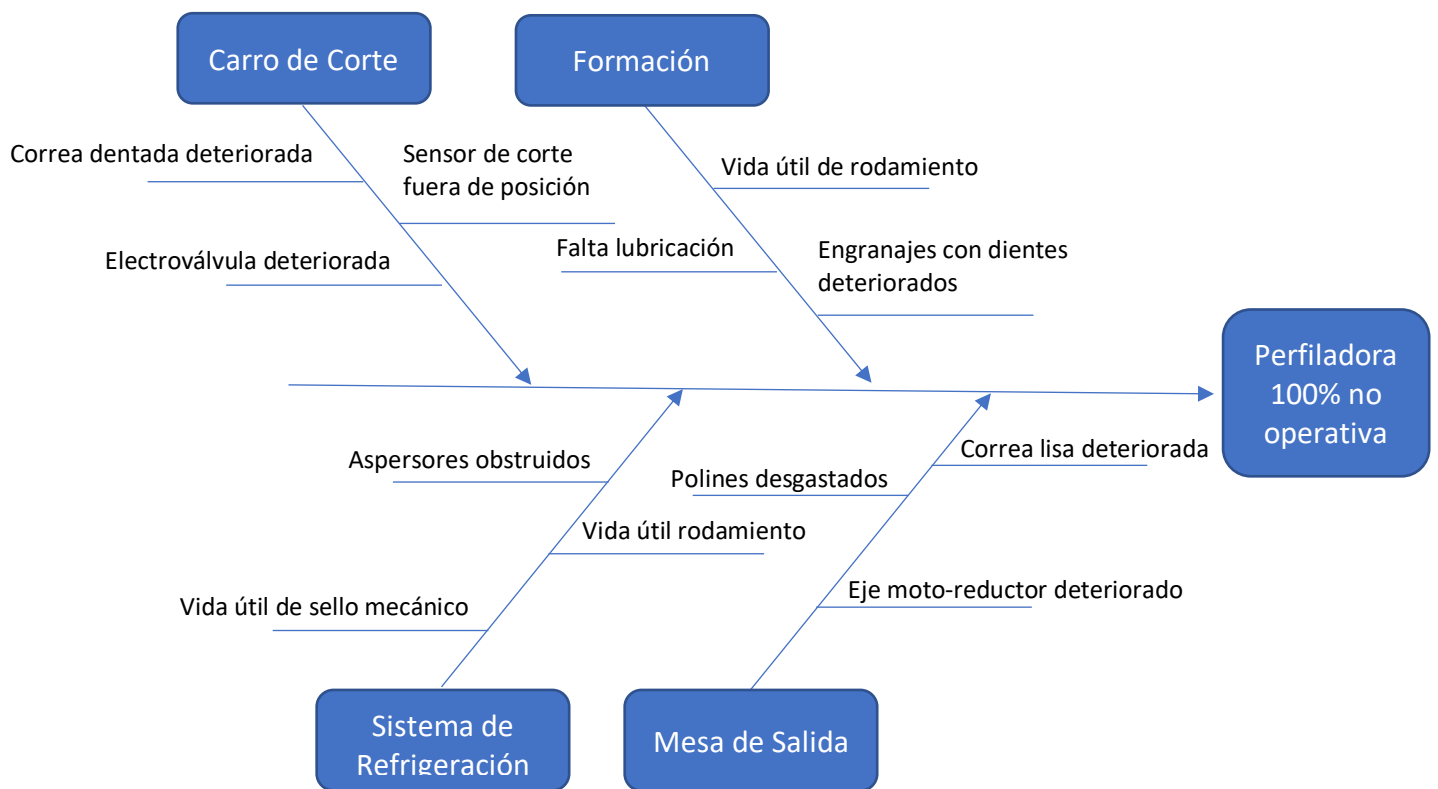


Ilustración 20 - Diagrama de Ishikawa Perfiladora.

Se optó por la utilización de este método de análisis debido a la facilidad que se tiene de poder apreciar, siendo así que cualquier técnico pueda leer esto, ya que manejan términos en común, esto debido a que es intuitivo, permitiendo visualizar fallas potenciales y sus posibles causas, logrando tomar acciones correctivas permitiendo que la perfiladora se encuentre lo más cercano a un 100% de disponibilidad.

3.4. DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto se fundamenta en el estudio grafico de barras que se clasifica de izquierda a derecha, el diagrama de Pareto se enfoca en un porcentaje de fallas que se determina como 80/20, el 80% de las consecuencias proviene del 20% de las causas, esto nos permite enfocarnos en los problemas que representan el 80% según el grafico.

En esta sección se realizara el diagrama de Pareto para el eventual análisis y desarrollo de una estrategia de mantenimiento para la perfiladora, para esto se toman los siguientes datos:

N°	COMPONENTE	MINUTOS	%	% ACUM.
1	Carro de corte	896	51%	51%
2	Formación	418	24%	74%
3	Mesa de salida	103	6%	80%
4	Sistema de refrigeración	92	5%	86%
5	Matrickeria	80	5%	90%
6	Sistema de transmisión	75	4%	94%
7	Devanador	70	4%	98%
8	Tableros de control	15	1%	99%
9	Tablero Principal	15	1%	100%
10	Codificadora	0	0%	100%
11	iluminación	0	0%	100%
12	Encoder	0	0%	100%
13	Central hidráulica	0	0%	100%
		1764		

Ilustración 21 - Tabla diagrama de Pareto.

Estos datos representan el sector de la maquina con mas tiempo de detención de un periodo de 16 semanas, el tiempo total de detención es de 1764 minutos, dejando en orden ascendente de mayor a menor tiempo de detención para la perfiladora.

A continuación se realizara diagrama de Pareto tomando los datos presentes para que posteriormente se efectuó un análisis.

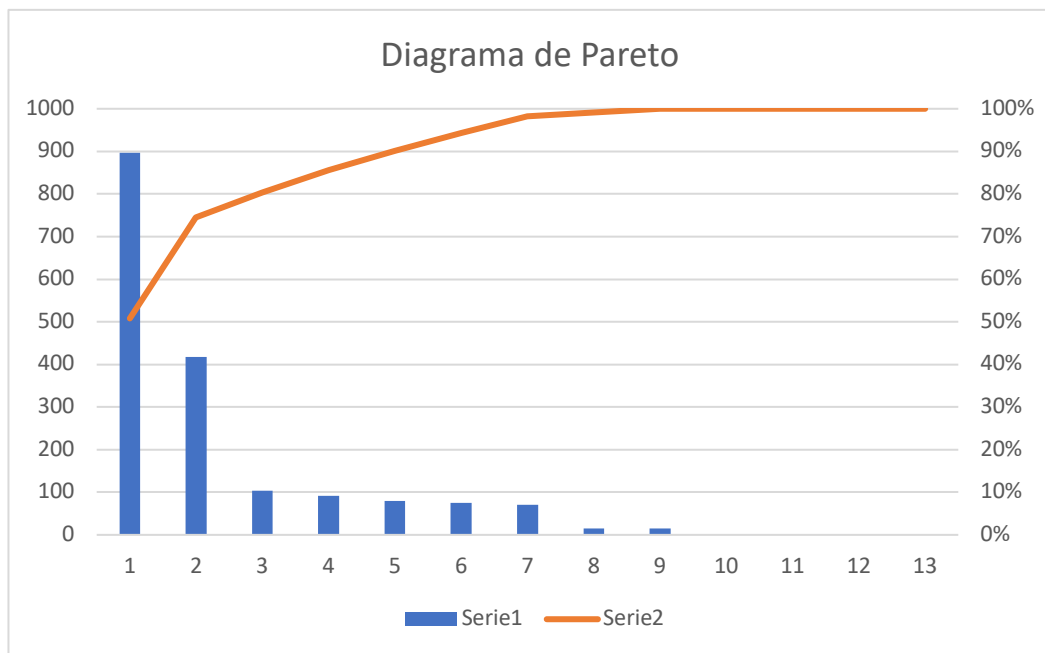


Ilustración 22 - Diagrama de Pareto.

El análisis al gráfico representa que el 80% está concentrado en las 3 primeras causas que es el sistema de carro de corte con un porcentaje del 51%, sistema de formación con un porcentaje del 24% y de la mesa de salida con un porcentaje del 6%. Esta distribución es suficiente para dirigir nuestros esfuerzos en dar la solución a estas fallas funcionales del equipo.

3.5. ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA

Una metodología para el análisis de riesgos usada con frecuencia por las organizaciones es la que se conoce como AMEF o AMFE: Análisis modal de fallos y efectos. Este método se usa cuando se realiza el diseño de un proceso o un producto y persigue la identificación de todos los posibles problemas que pueden surgir, clasificar la criticidad del riesgo y decidir qué acciones tomar al respecto. Esto que parece tan fácil, puede presentar un importante desafío para la organización.

El NPR (Número de Prioridad de Riesgo) es un valor que permite priorizar los modos de fallos y sus causas, que fueron identificados y asentados en el instrumento de análisis del AMEF, y se obtiene a través de multiplicar las ponderaciones de la ocurrencia por la de severidad y la detectabilidad.

El análisis AMEF se realizará a 3 componentes del sistema:

- Carro de Corte.
- Formador.
- Mesa de Salida.

Gravedad	Criterio Severidad	Valor
Muy Baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevada.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Ilustración 23 - Tabla de severidad AMEF

$$S = FO \times K_{FO} + SF \times K_{SF} + MA \times K_{MA} + IC \times K_{IC} + OR \times K_{OR} + OC \times K_{OC}$$

$$K_{FO} = 0,05 ; K_{SF} = 0,2 ; K_{MA} = 0,1 ; K_{IC} = 0,3 ; K_{OR} = 0,3 ; K_{OC} = 0,05$$

Ilustración 24 - Formula de severidad

SF - Seguridad Física	
No afecta a persona y equipo	0
Afecta a una persona y es posible que genere incapacidad temporal	1
Afecta de dos a cinco personas y puede generar incapacidad temporal	2
Afecta a mas de cinco personas y puede generar incapacidad temporal o permanente	3
Genera incapacidad permanente o la muerte, a una o mas personas	4

Ilustración 26 - Seguridad física

FO - Fallos Ocultos	
No existen fallas ocultas que puedan generar fallas múltiples posteriores	0
Existe una baja posibilidad de que la falla No sea detectable y ocasione fallas múltiples posteriores	1
En condiciones normales la falla siempre sera oculta y genera fallas múltiples posteriores	2
Existe una baja posibilidad de que la falla SI sea detectable y ocasione fallas múltiples posteriores	3
La falla siempre es oculta y ocasionará fallas múltiples graves en el sistema	4

Ilustración 25 - Fallos ocultos

MA - Medio Ambiente	
No afecta al medio ambiente	0
Afecta al MA pero se puede controlar. No daña el ecosistema	1
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el ecosistema. Es reversible en menos de seis meses con un valor inferior a 5.000 dólares	2
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el ecosistema. Es reversible en menos de tres años con un valor inferior a 50.000 dólares	3
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el ecosistema. Es reversible en mas de tres años o es irreversible. Su impacto social y ecologico es superior a los 50.000 dólares	4

Ilustración 27 - Medio ambiente

IC - Imagen Corporativa	
No es relevante	0
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos	1
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión inferior a 1.000 dólares	2
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión entre 1.000 y 10.000 dólares	3
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión mayor de 10.000 dólares. Puede ser irreversible	4

Ilustración 28 - Imagen corporativa

OR - Costo de reparación	
Entre 1 y 50 dólares	0
Entre 51 y 500 dólares	1
Entre 501 y 5.000 dólares	2
Entre 5.001 y 50.000 dólares	3
Mayo a 51.000 dólares	4

Ilustración 29 - Costo de reparación

OC - Efecto en Clientes	
Entre 1 y 50 dólares	0
Entre 51 y 500 dólares	1
Entre 501 y 5.000 dólares	2
Entre 5.001 y 50.000 dólares	3
Mayor a 51.000 dólares	4

Ilustración 30 - Efecto en cliente

Frecuencia	Criterio ocurrencia	Valor
Muy Baja	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	9-10

Ilustración 31 - Criterio ocurrencia

Ocurrencia	
Frecuente 1 falla en 1 - 4 meses	4
Ocasional 1 falla en 1 - 3 años	3
Remoto 1 falla en 3 - 5 años	2
Poco probable 1 falla en 20 años	1

Ilustración 32 - Ocurrencia

Detección		
Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Ilustración 33 - Criterio detención

Detección	
Nula - No se puede detectar una causa potencial / mecanismo y modo de falla subsecuente	4
Baja - baja probabilidad para detectar causas potenciales mecanismo y modos de falla subsecuentes	3
Media - Mediana probabilidad para detectar causas potenciales / mecanismo y modos de fallas subsecuentes	2
seguro - siempre se detectarán causas potenciales / mecanismo y modos de fallas subsecuentes	1

Ilustración 34 - Detención

EQUIPO	PERFILADORA DALTEC				
FUNCIÓN	Formador de perfiles de acero galvanizado				
COMPONENTE	CARRO DE CORTE				
FUNCIÓN	Dimensionar la longitud del perfil a través de un corte				
FALLA FUNCIONAL	MODOS DE FALLA	DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLA	CAUSA	EFECTO	ACTIVIDADES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS
Cuchillo no corta - Carro no funciona	Electrovalvula deja de funcionar correctamente	Valvula no se acciona automaticamente o se trava al activarse	Falla electrica	Pérdidas de producción	Inspección visual
			valvula quemada	Detencion del equipo	mediciones electricas
			valvula suelta		mejora con conteo de cortes para prevenir falla
	Central Hidraulica deja de funcionar	Motor electrico se detiene	Falla electrica	Detencion del equipo	mediciones electricas
			Fugas de aceite	Pérdidas de producción	Inspección visual
			Sobrecalentamiento	Deterioro de componentes	filtrar aceite periodicamente
	Carro no se traslada	Traslacion de carro de una posicion a otra deja de persistir	Poles dañadas	Detencion del equipo	Inspección visual
			Correa dañada	Pérdidas de producción	mediciones electricas
	Cuchilla no baja	Cuchilla de corte no funciona en automatico	motoreductor con falla	Deterioro de componentes	boroscopia a reductor
			Sensor limite de carrera suelto	Detencion del equipo	Inspección visual
Rede dañado			Pérdidas de producción		

Ilustración 35 - AMEF carro de corte 1-3

SEVERIDAD						NPR			VALOR
FO	SF	MA	IC	OR	OC	S	O	D	NPR
0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	
4	2	1	2	2	2	1,54	1	4	6,16
1	1	1	3	2	3	1,72	2	2	6,88
1	2	0	3	3	3	2	2	2	8
2	1	0	2	2	2	1,4	4	2	11,2

Ilustración 36 - AMEF carro de corte 2-3

No	Modo de falla	NPR	Frec %	CATEGORÍA
1	Electrovalvula deja de funcionar correctamente	6,16	19%	LEVE
2	Central Hidraulica deja de funcionar	6,88	21%	LEVE
3	Carro no se traslada	8	25%	LEVE
4	Cuchilla no baja	11	35%	LEVE
	Total	32,24	100%	

No	Modo de falla	NPR	Frec %	Frec % Acun
4	Cuchilla no baja	11,2	35%	35%
3	Carro no se traslada	8	25%	60%
2	Central Hidraulica deja de funcionar	6,88	21%	81%
1	Electrovalvula deja de funcionar correctamente	6,16	19%	100%

Ilustración 37 - AMEF carro de corte 3-3

El análisis AMEF del carro de corte determina que la falla mas critica según su NPR es que la cuchilla del carro de corte no baja, se debe hacer énfasis en este modo de falla del componente.

EQUIPO	PERFILADORA DALTEC					
FUNCION	Formador de perfiles de acero galvanizado					
COMPONENTE	FORMADOR					
FUNCION	Dar dimensiones geometricas a perfil					
FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLA	CAUSA	EFECTO	ACTIVIDADES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS	
Perfil sale Fuera de norma	Falla en rodamientos	Descansos de rodamientos con temperatura elevada	Rodamiento supera su vida útil	Eje deteriorado	Inspección visual	
			Falta de lubricación	Detención del equipo	Lubricación	
	Matriceria suelta	Se percibe ruido anormal en funcionamiento de maquina	Sobrecarga en rodamientos			Control de temperatura
			Rodamientos malos	Deterioro de componentes	Inspección visual	
Eje suelto	Control de calidad rechaza perfil	Chaveta fuera de tolerancia	Se raya matriceria	Normalisar chavetas		
			Perdidas de produccion	Control dimensional a ejes		
		Rodamientos malos	deterioro en matriceria	Utilizar adecuadamente componentes de seguridad		
		Tuerca KM suelta	Perdidas de produccion	Corregir juegos axiales en proceso de montaje		
		Arandela de seguridad mala	Detencion del equipo	Lubricacion		

Ilustración 38 - AMEF formador 1-3

SEVERIDAD						NPR			VALOR
FO	SF	MA	IC	OR	OC	S	O	D	NPR
0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	
4	2	1	3	2	3	1,89	4	4	30,24
1	2	1	3	2	2	1,69	3	3	15,21
3	1	1	3	1	2	1,47	4	1	5,88

Ilustración 39 - AMEF formador 2-3

No	Modo de falla	NPR	Frec %	CATEGORÍA
1	Falla en rodamientos	30,24	59%	MEDIO
2	Matriceria suelta	15,21	30%	LEVE
3	Eje suelto	5,88	11%	LEVE
	Total	51	100%	
No	Modo de falla	NPR	Frec %	Frec % Acum
1	Falla en rodamientos	30,24	59%	59%
2	Matriceria suelta	15,21	30%	89%
3	Eje suelto	5,88	11%	100%

Ilustración 40 - AMEF formador 3-3

El análisis AMEF de el formador determina que la falla mas critica según su NPR es la alta frecuencia de que el componente rotativo se deteriore, se debe hacer énfasis en este modo de falla del componente.

EQUIPO	PERFILADORA DALTEC				
FUNCIÓN	Formador de perfiles de acero galvanizado				
COMPONENTE	Mesa de salida				
FUNCIÓN	Direccionar perfil a zona de empaquetado				
FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLA	CAUSA	EFEECTO	ACTIVIDADES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS
Motor de alejador no funciona correctamente - botador neumático no funciona correctamente	Motorreductor con vibraciones	Motor de alejador con vibraciones deteriorando rodillo matriz y generando ruido excesivo	Rodamientos en mal estado	Ruido excesivo	Inspección visual
			Claveta defectuosa	Deterioro del equipo	Mejorar impedancia mecánica a motor
	Botadores se detienen en carrera	Cilindro neumático con detención en salida de piston	Baja impedancia mecánica	Deterioro de componentes	Lubricación
			Fugas de aire comprimido	Deterioro del equipo	Cambiar FRL
			FRL en mal estado	Perdidas de producción	Inspección visual
			Soporte defectuoso	Deterioro de componentes	

Ilustración 41 - AMEF mesa de salida 1-3

SEVERIDAD						NPR			VALOR
FO	SF	MA	IC	OR	OC	S	O	D	NPR
0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	0-4	
3	2	1	3	2	3	1,84	4	2	7,84
3	1	1	2	1	2	1,17	2	2	5,17

Ilustración 42 - AMEF mesa de salida 2-3

No	Modo de falla	NPR	Frec %	CATEGORÍA
1	Motoreductor con vibraciones	7,84	60%	LEVE
2	Botadores se detienen en carrera	5,17	40%	LEVE
	Total	13,01	100%	
No	Modo de falla	NPR	Frec %	Frec % Acun
1	Motoreductor con vibraciones	7,84	60%	60%
2	Botadores se detienen en carrera	5,17	40%	100%

Ilustración 43 - AMEF mesa de salida 3-3

El análisis AMEF de la mesa de corte determina que la falla mas critica según su NPR es el moto reductor de los alejadores con alta vibración en el componente, se debe hacer énfasis en este modo de falla del componente.

**CAPITULO 4: PLAN DE MANTENIMIENTO Y EVALUACION
ECONOMICA**

4.1. PAUTA PARA PLAN DE MANTENIMIENTO

Para efectuar el plan de mantenimiento se plantearan ciertas interrogantes, cuyo objetivo es dar un mejor énfasis a la propuesta.

¿Que trabajo se requiere realizar?

Realizar mantención preventiva a perfiladora daltec

¿Porque se debe realizar?

El equipo es critico, por lo cual necesita una planificación para tener el activo el mayor tiempo disponible para producción.

¿Cuándo se debe realizar?

Al momento de tener una planificación previa para acotar tiempos y decisiones.

¿Competencias técnicas que requiere el trabajo?

El especialista encargado de realizar el mantenimiento debe tener manejo técnico sobre lo que es mecánica, metrología, montaje de elementos rodantes, lubricación, hidráulica.

¿Quién realizara el trabajo?

Departamento de mantención propio de la empresa.

¿Quién será el responsable del trabajo?

Supervisor encargado del trabajo junto a técnico especialista.

¿Cómo asegura que las personas que ejecutaran el trabajo sabrán como realizar el trabajo?

Se entregara documentación técnica del equipo, se planificara previamente con encargado de mantención para eliminar brechas técnicas que pudiesen haber en el trabajo.

¿En que horario se realizara el trabajo?

El trabajo se realizara durante el horario administrativo.

¿Estimación de recursos necesarios para realizar el trabajo?

El servicio de mantención se requiere un mínimo de 1 especialista de mantención y dependiendo la labor de trabajo con el tiempo estimado se puede requerir de otro técnico para acotar tiempos.

¿Cómo se recepcionara el trabajo?

El trabajo se realizara con un check list para tener la documentación de cuando se realizo y que tipo de trabajo se hizo.

¿Qué pruebas se realizaran?

Se realizaran inspección visual para poder detectar fugas y se esperara la puesta en marcha para ver irregularidades en el sistema.

4.2. PLAN DE MANTENIMEINTO

Se realizaran tres clases de mantenimiento para brindar un mayor control a nuestra propuesta de mantención.

4.2.1. Plan de mantenimiento diario

El plan de mantenimiento diario se realizó acorde a las especificaciones recomendadas por fabricantes, operadores y diversos especialistas técnicos a través de investigación y consultas. El mantenimiento diario será realizado por el operario al ingresar al horario laboral correspondiente.

Plan de trabajo	MANTENIMIENTO DIARIO	Turno	Fecha:	Observaciones
Actividad	Actividades a realizar			
Preparativos	Verificar estado de bloqueos y paradas de emergencia			
Limpieza de maquina	Limpieza de mesa de formacion			
	Limpieza de restos de materiales alojados bajo el carro de corte			
	Limpieza de derrames de liquidos			
Inspeccion visual y auditiva	Fugas de fluidos hidraulicos o neumaticos			
	Conexiones electricas en mal estado			
Comprobación del estado de componentes del equipo	Ruido y vibraciones anormales al funcionamiento de la maquina			
	Verificar corte manual de cuchilla de corte			
	Verificar el funcionamiento de equipos auxiliares y motrices del equipo			

Ilustración 44 - Plan de mantenimiento diario.

4.2.2. Plan de mantenimiento mensual

El plan de mantenimiento mensual se realizó acorde a las especificaciones recomendadas por fabricantes y por investigaciones técnicas, además considerando la situación actual de trabajo en que se encuentra la perfiladora. El mantenimiento mensual es realizado por el especialista mantenedor, considerando una capacitación previa.

Plan de trabajo	MANTENIMIENTO MENSUAL	Turno	Fecha:	Observaciones
Actividad	Actividades a realizar			
Lubricación a elementos rodantes	lubricar descansos de cabezales de formación			
	lubricar engranajes de desenrollador			
	lubricar tren de engranaje			
	lubricar guías de carro de corte			
Inspección visual	inspeccionar desgaste de tren de engranajes			
	inspeccionar arandelas de seguridad			
	verificar estado de correa de alejadores mesa de salida			
	inspeccionar estado de correa dentada carro de corte			
Verificación y ajuste	inspeccionar fugas de fluidos hidráulicos			
	verificar estado de bomba de estanque de soluble			
	ajuste de freno electromagnético de desenrollador			
limpieza	filtrar aceite de central hidráulica			
	cambiar paño filtro de estanque de soluble			
Mediciones eléctricas	medir consumo de motor principal de línea de formación			
	medir consumo de motoreductor de alejadores			
	medir consumo de servomotor de carro de corte			

Ilustración 45 - Plan de mantenimiento mensual.

4.2.3. Plan de mantenimiento anual

El plan de mantenimiento anual se realizó acorde a las especificaciones recomendadas por fabricantes y por investigaciones técnicas, además se considera la situación actual del equipo por secciones críticas y fallas de un tiempo prolongado. El mantenimiento anual se realizará por el especialista mantenedor y empresa contratista si es que es requerido.

Plan de trabajo	MANTENIMIENTO ANUAL	Turno	Fecha:	Observaciones
Actividad	Actividades a realizar			
Revisión circuito hidráulico	revisión mangueras hidráulicas			
	revisión de motor - bomba			
	revisión de válvulas			
	revisión de acumulador			
Cambio de componentes y aceite	cambiar cilindro hidráulico de carro de corte para cambio de sellos			
	cambio de aceite a central hidráulica y cajas reductoras			
	cambio de filtros			
Inspección visual	inspección boroscópica a reductores			
	inspeccionar rugosidad de cuchillo fijo y móvil			
	inspeccionar eje de motoreductor de alejadores			
Mediciones a componentes	medir desgaste de ejes de formación			
	medir desgaste de guías laterales			
	medir desgaste de guía de entrada y salida carro de corte			

Ilustración 46 - Plan de mantenimiento anual.

4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica se realizó por los tres planes de mantenimiento apartando los valores de horas hombre por ser precios variables dentro del programa, la evaluación se enfocó en la compra de accesorios para facilitar los trabajos, insumos y servicios de contratistas para la mantención de unos equipos críticos dentro del sistema.

El mayor costo para este plan de mantenimiento son los accesorios del carro de corte correa dentada, manguito y polea sincrónica, los otros costos son los accesorios como el equipo de boroscopia que nos facilitara ver el estado de componentes de cajas reductoras y poder prevenir posibles fallas.

Cantidad	Componentes a utilizar	Valor	Anual	Mensual
1	Cilindro hidráulico carro de corte	\$ 1.800.000		
2	Polea sincrónica 34 dientes	\$ 390.000		
1	Correa sincrónica 14M-55-4956	\$1.075.832		
2	Bushing polea sincrónica	\$ 64.000		
1	Mantención central hidráulica	\$ 350.000		
1	Grasa alta temperatura	\$ 185.000		
40 lt	Aceite iso 220	\$ 85.000		
4	Mangueras central hidráulica	\$ 160.000		
12	Lubricante spray engranaje	\$ 48.000		
1	Tester	\$ 300.000		
1	Freno magnético	\$ 250.000		
2	Pasta nickel	\$ 26.000		
5	Limpia balatas de frenos	\$ 24.000		
12	WD-40	\$ 48.000		
6	Válvula 4/2 pilotada por solenoide	\$ 780.000		
5	Limpiador electrónico	\$ 25.000		
1	Filtros de tablero electrónico	\$ 10.000		
1	Soplador makita	\$ 110.000		
20 lt	Aceite iso 32	\$ 60.000		
12	Paño blanco	\$ 240.000		
1	Equipo de boroscopia	\$ 3.000.000		
1	Pistola engrasadora inalámbrica	\$ 428.000		
1	Pie de metro 200 mm	\$ 86.000		
	Total	\$ 9.544.832		

Ilustración 47 - Costo plan de mantenimiento

El costo aproximado del plan de mantenimiento semanal, mensual y anual es de \$9.544.832.-, estos valores pueden variar según el mercado y las condiciones que se vallan dando diariamente del equipo.

16 semanas		
Componente	Minutos	Costo de falla
Carro de corte	896	\$53.760.000
Formación	418	\$25.080.000
Mesa de salida	103	\$6.180.000
Sistema de refrigeración	92	\$5.520.000
Matrickeria	80	\$4.800.000
Sistema de transmisión	75	\$4.500.000
Devanador	70	\$4.200.000
Tableros de control	15	\$900.000
Tablero Principal	15	\$900.000
Codificadora	0	\$0
iluminación	0	\$0
Encoder	0	\$0
Central hidráulica	0	\$0
Total	1764	\$ 105.840.000

Ilustración 48 - Costo tiempos de detención por corrección

Los costos que produjeron las fallas de mantenimiento correctivo de la maquina fueron de \$105.840.000 en 4 meses donde los minutos de detención fueron de 1764 por parte del equipo de mantención, con la propuesta del plan de mantenimiento se podría esperar disminuir las fallas al menos al 50%, por lo cual se recomienda implementación del plan de mantenimiento preventivo.

CONCLUSION

Dentro de los tipos de mantenimientos siempre es bueno tener planes de mantenimiento a equipos críticos para una mayor perduración en el tiempo de sus activos y poder sacar la mayor eficiencia de cada componente, así ayudando a la confiabilidad de la maquina y de que la empresa pueda cumplir a sus clientes en el tiempo estimado ahorrando paradas inesperadas o detenciones por mantenimiento correctivo.

Para la elaboración del plan de mantenimiento se tomaron datos de la maquina del mes de Julio – Agosto – Septiembre – Octubre, donde el tiempo de detención del equipo rodeaba los 1764 minutos por parte de mantención correctivo, a través de este plan de mantenimiento se busca disminuir este tiempo, el estudio se realizo con herramientas de análisis como lo es Ishikawa, Pareto y AMEF, dando como resultado tres partes fundamentales de la maquina Formación, Mesa de corte y Mesa de salida.

La elaboración de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo de la maquina Perfiladora Daltec, para ser efectiva debe considerar el estado actual de la maquina, disponibilidad de personal y el costo de insumos diarios, mensuales y anuales; dentro de los costos son de bajo precio para poder tener una mayor disponibilidad a la que se tiene el día de hoy, por ende es una propuesta rentable.

RECOMENDACIONES

Como mejora continua se hará énfasis en el mayor tiempo de detención que tuvo la maquina donde el carro de corte obtuvo un tiempo de 896 minutos, la falla del carro de corte es por la electro-válvula 4/2 pilotada por solenoide, este tipo de válvula según catalogo vienen con una vida útil determinada por accionamiento de ella, la mejora continua seria controlar el tiempo de su falla y prevenir una detención de la maquina que perjudique la producción.

El tiempo de cambio de la válvula se controlara a través de un contador de corte que llegue directo a la pantalla de control donde se determinara a cuantas pulsaciones de activación de la electro válvula se cambie.

ANEXO

Plan de trabajo	MANTENIMIENTO DIARIO	Turno	Fecha:	Observaciones
Actividad	Actividades a realizar			
Preparativos	Verificar estado de bloques y paradas de emergencia			
Limpieza de maquina	Limpieza de mesa de formacion Limpieza de restos de materiales alojados bajo el carro de corte Limpieza de derrames de liquidos			
Inspeccion visual y auditiva	Fugas de fluidos hidraulicos o neumaticos Conexiones electricas en mal estado Ruido y vibraciones anormales al funcionamiento de la maquina			
Comprobación del estado de componentes del equipo	Verificar corte manual de cuchilla de corte Verificar el funcionamiento de equipos auxiliares y motrices del equipo			

Plan de trabajo	Actividad	MANTENIMIENTO MENSUAL	Turno	Fecha:	
					Observaciones
Lubricacion a elementos rodantes	lubricar descansos de cabezales de formacion lubricar engranajes de desenrollador lubricar tren de engranaje lubricar guias de carro de corte	Actividades a realizar			
		inspeccionar desgaste de tren de engranajes			
		inspeccionar arandelas de seguridad			
Inspeccion visual	verificar estado de correa de alejadores mesa de salida inspeccionar estado de correa dentada carro de corte inspeccionar fugas de fluidos hidraulicos	inspeccionar estado de correa de alejadores mesa de salida			
		inspeccionar estado de correa dentada carro de corte			
		inspeccionar fugas de fluidos hidraulicos			
Verificación y ajuste	verificar estado de bomba de estanque de soluble ajuste de freno electromagnetico de desenrollador	ajuste de freno electromagnetico de desenrollador			
limpieza	filtrar aceite de central hidraulica cambiar paño filtro de estanque de soluble	filtrar aceite de central hidraulica			
		cambiar paño filtro de estanque de soluble			
Mediciones eléctricas	medir consumo de motor principal de linea de formacion medir consumo de motoreductor de alejadores medir consumo de servomotor de carro de corte	medir consumo de motor principal de linea de formacion			
		medir consumo de motoreductor de alejadores			
		medir consumo de servomotor de carro de corte			

Plan de trabajo Actividad	MANTENIMIENTO ANUAL Actividades a realizar	Turno	Fecha:	
				Observaciones
Revisión circuito hidráulico	revisión mangueras hidráulicas revisión de motor - bomba revisión de valvulas revisión de acumulador			
Cambio de componentes y aceite	cambiar cilindro hidráulico de carro de corte para cambio de sellos cambio de aceite a central hidráulica y cajas reductoras cambio de filtros			
Inspección visual	inspeccion boroscopica a reductores inspeccionar rugosidad de cuchillo fijo y movil inspeccionar eje de motoreducto de alejadores			
Mediciones a componentes	medir desgaste de ejes de formacion medir desgaste de guias laterales medir desgaste de guía de entrada y salida carro de corte			

EQUIPO	PERFILADORA DALTEC			ACTIVIDADES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS	
FUNCION	Formador de perfiles de acero galvanizado				
COMPONENTE	CARRO DE CORTE				
FUNCION	Dimensionar la longitud del perfil a través de un corte				
FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	DESCRIPCION DEL MODO DE FALLA	CAUSA	EFECTO	
Cuchillo no corta - Carro no funciona	Electrovalvula deja de funcionar correctamente	Valvula no se acciona automaticamente o se trava al activarse	Falla electrica valvula quemada valvula suelta	Perdidas de produccion Detencion del equipo	Inspeccion visual mediciones electricas mejora con conteo de cortes para prevenir falla
	Central Hidraulica deja de funcionar	Motor electrico se detiene	Falla electrica Fugas de aceite Sobrecalentamiento	Detencion del equipo Perdidas de produccion Detecion de componentes	mediciones electricas inspeccion visual filtrar aceite periodicamente
	Carro no se trasladada	Traslacion de carro de una posicion a otra deja de persistir	Poleas dañadas Correa dañada motorreductor con falla	Detencion del equipo Perdidas de produccion Detecion de componentes	inspeccion visual mediciones electricas poroscoopia a reductor
	Cuchilla no baja	Cuchilla de corte no funciona en automatico	Sensor limite de carrera suelto Rele dañado	Detencion del equipo Perdidas de produccion	inspeccion visual

PERFILADORA DALTEC					
EQUIPO	Formador de perfiles de acero galvanizado				
FUNCION	FORMADOR				
COMPONENTE	Dar dimensiones geométricas a perfil				
FUNCION					
FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	DESCRIPCIÓN DEL MODO DE FALLA	CAUSA	EFFECTO	ACTIVIDADES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS
Perfil sale Fuera de norma	Falla en rodamientos	Descansos de rodamientos con temperatura elevada	Rodamiento supero su vida útil Falta de lubricacion Sobre carga en rodamientos	Eje deteriorado Detencion del equipo	Inspección visual Lubricacion Control de temperatura
	Matriceria suelta	Se persive ruido anormal en funcionamiento de maquina	Rodamientos malos Chaveta fuera de tolerancia	Deterioto de componentes Se raya matriceria Perdidas de produccion	Inspección visual Normalisar chavetas Control dimencional a ejes
	Eje suelto	Control de calidad rechaza perfil	Rodamientos malos Tuerca KM suelta Arandela de seguridad mala	deterioto en matriceria Perdidas de produccion Detencion del equipo	Utilizar adecuadamente componentes de seguridad Correijr juegos axiales en proceso de montaje Lubricacion

PERFILADORA DALTEC					
EQUIPO	Formador de perfiles de acero galvanizado				
FUNCION	Mesa de salida				
COMPONENTE	Direccionar perfil a zona de empaquetado				
FUNCION					
FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	DESCRIPCION DEL MODO DE FALLA	CAUSA	EFEECTO	ACTIVIDADES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS
Motor de alejador no funciona correctamente - botador neumatico no funciona correctamente	Motoreductor con vibraciones	Motor de alejador con vibraciones deteriorando rodillo motriz y generando ruido excesivo	Rodamientos en mal estado Chaveta defectuosa Baja impedancia mecanica	Ruido excesivo Detencion del equipo Deterioro de componentes	Inspección visual Mejorar impedancia mecanica a motor Lubricacion
	Botadores se detienen en carrera	Cilindro neumatico con detencion en salida de piston	Fugas de aire comprimido FRL en mal estado Soporte defectuoso	Detencion del equipo Perdidas de produccion Deterioro de componentes	Cambiar FRL Inspección visual