

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

**“PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL AREA DE METALMECANICA PREPARACION
DE MATERIALES”**

**Memoria para optar al Titulo de:
INGENIERO MECANICO**

ALUMNO : LUIS FELIPE RIOS DURAN
PROFESOR GUÍA : GUSTAVO MORALES P

2019

RESUMEN

El presente trabajo de memoria de título fue realizado en área de preparación de materiales empresa Schaffner S.A., dedicada a la fabricación de transformadores eléctricos, subestaciones, switchgear, salas eléctricas, ferretería eléctrica y análisis de aceite.

El siguiente trabajo se compone de tres partes principales:

Capítulo 1: Se describe antecedentes generales y específicos de la empresa Schaffner S.A. como sus productos, procesos, máquinas y equipos.

Capítulo 2: Se realiza un estudio de la situación actual del área de mantención junto con determinar los responsables de ejecutar las actividades y los costos involucrados en HH para llevar a cabo el plan. Además se realizan los planes, procedimientos, programas, determina la frecuencia de cada actividad.

Capítulo 3: Se realiza la evaluación económica junto a un análisis del plan de mantención preventiva considerado en un plazo de cuatro años con el propósito de cuantificar las actividades que se ejecutan en este tiempo. Además se realiza una evaluación de los indicadores de gestión de mantenimiento como confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, lo anterior considera su respectivo análisis de estos trascendentales indicadores.

INDICE

Introduccion.....	13
Motivacion.....	14
Planteamiento del Problema.....	15
Objetivo General.....	16
Objetivos Especificos.....	16
Capitulo 1: Antecedentes Generales y Especificos.....	17
1. Antecedentes Generales y Especificos.....	18
1.1. Descripcion de la Empresa.....	18
1.1.1. Divisiones de Produccion.....	18
1.1.2. Proceso de Fabricacion de un Transformador.....	20
1.2. Antecedentes Especificos.....	22
1.2.1. Maquinas de Area Preparacion de Materiales.....	22
1.2.1.1 Maquina Punzonadora.....	16
1.2.1.2. Maquinas Guillotinas.....	22
1.2.1.3. Maquinas Plegadoras.....	23
1.3. Mantenimiento.....	23
1.3.1. Indicadores de Mantenimiento.....	24
1.3.1.1 Disponibilidad.....	24
1.3.1.2. Mantenibilidad.....	26
1.3.1.3. Confiabilidad.....	27
Capitulo 2: Plan de Mantenimiento.....	29
2. Plan de Mantenimiento.....	30
2.1 Situación Actual.....	24
2.2 Responsables de ejecutar el Plan de Mantenimiento.....	24
2.3 Costos Horas Hombre del Personal.....	31
2.4 Analisis de Mantenimiento.....	31
2.4.1. Definicion de Criticidad.....	32
2.4.2. Introduccion a la Criticidad.....	32
2.4.3. Evaluacion de Matrices y Graficos de Maquinas.....	33
2.4.3.1 Evaluacion de Matrices y Graficos de Maquinas Guillotinas.....	33
2.4.3.2 Evaluacion de Matrices y Graficos de Maquinas Plegadoras.....	28
2.4.3.3 Evaluacion de Matriz y Graficos de Punzonadora Whitney.....	34
2.5. Plan de Lubricacion de Máquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	35
2.5.1. Procedimiento de Lubricacion de Maquinas Guillotinas, Plegadora y Punzonadora.....	38

2.6.	Plan de Mantenimiento de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	44
2.6.1.	Plan de Cambio Filtro de Unidades Hidraulicas de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	39
2.6.1.1.	Procedimiento de Cambio Filtro de Unidades Hidraulicas de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	48
2.6.2.	Plan de Limpieza de Tablero y Reapriete de Conexiones Electricas de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	50
2.6.2.1.	Procedimiento de Limpieza de Tablero y Reapriete de Conexiones Electricas de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadoras.....	53
2.6.3.	Plan de Desarme y Limpieza de Sensores de Proximidad Finales de Carrera de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	55
2.6.3.1.	Procedimiento de Desarme y Limpieza de Sensores de Proximidad Finales de Carrera de Maquinas Guillotinas Plegadoras y Punzonadora.	58
2.6.4.	Plan de Desarme Limpieza y Revision de Electrovalvulas de Modulos de Unidades Hidráulicas de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.	60
2.6.4.1.	Procedimiento de Desarme Limpieza y Revision de Electrovalvulas de Modulos de Unidades Hidraulicas de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	57
2.6.5.	Plan de Cambio de Aceite de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	66
2.6.5.1.	Procedimiento de Cambio de Aceite de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	69
2.6.6.	Plan de Cambio de Rodamientos de Motor Electrico de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.	72
2.6.6.1.	Procedimiento de Cambio de Rodamientos de Motores Electricos de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	75
2.6.7.	Plan de Cambio de Rodamientos de Bombas Hidraulicas de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	78
2.6.7.1.	Procedimiento de Cambio de Rodamientos de Bombas Hidraulicas de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	75
2.6.8.	Plan de cambio de Packing de Actuadores Hidraulicos de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	84
2.6.8.1.	Procedimiento de Cambio de Packing de Actuadores Hidraulicos de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	87
2.7.	Programa de Mantenimiento de Maquinas Guillotinas, Plegadoras y Punzonadora.....	90
Capitulo 3:	Evaluacion Economica y de Indicadores de Mantenimiento.	91
3.	Evaluacion Economica e Indicadores de Mantenimiento.	92
3.1.	Evaluacion Economica.....	92
3.1.1	Evaluacion Economica del Plan de Lubricacion.	92
3.1.2	Evaluacion Economica del Plan de Mantencion.	93
3.2.	Evaluacion de Indicadores de Mantenimiento.	97
3.2.1.	Calculo de Mantenibilidad	99

3.2.1.1.	Calculo de Mantenibilidad para Guillotina Pasbi.	99
3.2.1.2.	Calculo de Mantenibilidad para Guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200.	100
3.2.1.3.	Calculo de Mantenibilidad para Guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200.	101
3.2.1.4.	Calculo de Mantenibilidad para Plegadora Iturrospe.	102
3.2.1.5.	Calculo de Mantenibilidad para Plegadora Siecctech.	103
3.2.1.6.	Calculo de Mantenibilidad para Punzonadora Whitney.	104
3.2.1.7.	Analisis de Evaluacion Indicador de Mantenibilidad.	105
3.2.2.	Calculo de Confiabilidad.	106
3.2.2.1.	Calculo de Confiabilidad para Guillotina Pasbi.	106
3.2.2.2.	Calculo de Confiabilidad para Guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200.	107
3.2.2.3.	Calculo de Confiabilidad para Guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200.	108
3.2.2.4.	Calculo de Confiabilidad para Plegadora Iturrospe.	109
3.2.2.5.	Calculo de Confiabilidad para Plegadora Siecctech.	110
3.2.2.6.	Calculo de Confiabilidad para Punzonadora Whitney.	111
3.2.2.7.	Analisis de Evaluacion Indicador Confiabilidad.	112
3.2.3.	Calculo de Disponibilidad.	113
3.2.3.1.	Calculo de Disponibilidad para Guillotina Pasbi.	113
3.2.3.2.	Calculo de Disponibilidad para Guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200.	114
3.2.3.3.	Calculo de Disponibilidad para Guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200.	115
3.2.3.4.	Calculo de Disponibilidad para Plegadora Iturrospe.	116
3.2.3.5.	Calculo de Disponibilidad para Plegadora Siecctech.	117
3.2.3.6.	Calculo de Disponibilidad para Punzonadora Whitney.	118
3.2.3.7.	Analisis de Evaluacion Indicador Disponibilidad.	119
Conclusiones.		120
Bibliografia.		121
Anexos.		122
Maquinas Guillotinas de Empresa Schaffner.		125
Maquinas Plegadoras de Empresa Schaffner.		128
Matriz y Graficos de Criticidad de Guillotina Pasbi.		131
Matriz y Graficos de Criticidad de Guillotina Shangai Huantu Modelo QY-12-10X3200.		133
Matriz y Graficos de Criticidad de Guillotina Shangai Huantu Modelo QY-11-16X3200.		134
Matriz y Graficos de Criticidad de Plegadora Siecctech.		136
Matriz y Graficos de Criticidad de Plegadora Iturrospe.		137
Matriz y Graficos de Criticidad de Punzonadora Whitney.		139
Ficha de Lubricación Guillotina Pasbi.		141
Ficha de Lubricación Guillotina QC-12-10X3200.		141

Ficha de Lubricación Guillotina QC-11-16X3200.	142
Ficha de Lubricación Plegadora Siecctech.	143
Ficha de Lubricación Plegadora Iturrospe.	144
Ficha de Lubricación Punzonadora Whitney.	145
Programa de Mantenimiento Guillotina Pasbi.	146
Programa de Mantenimiento Guillotina Shangai Huantu QC-12-10X3200.	147
Programa de Mantenimiento Guillotina Shangai Huantu QC-11-16X3200.	147
Programa de Mantenimiento Plegadora Iturrospe.	147
Programa de Mantenimiento Plegadora Siecctech.	148
Programa de Mantenimiento Punzonadora Whitney.	148

INTRODUCCION.

El presente trabajo se origina por la necesidad de optimizar la gestión del mantenimiento en empresa Schaffner ubicada en la región Metropolitana comuna de Estación Central, en el área metalmecánica “Preparación de Materiales”.

El plan de mantenimiento tendrá como propósito realizar un análisis de las condiciones actual de las máquinas que conforman el área donde se implementará el proyecto que se describe en el presente trabajo. Se desarrollan propuestas enfocadas en mejorar la gestión del mantenimiento las cuáles impactan positivamente los indicadores de producción de planta.

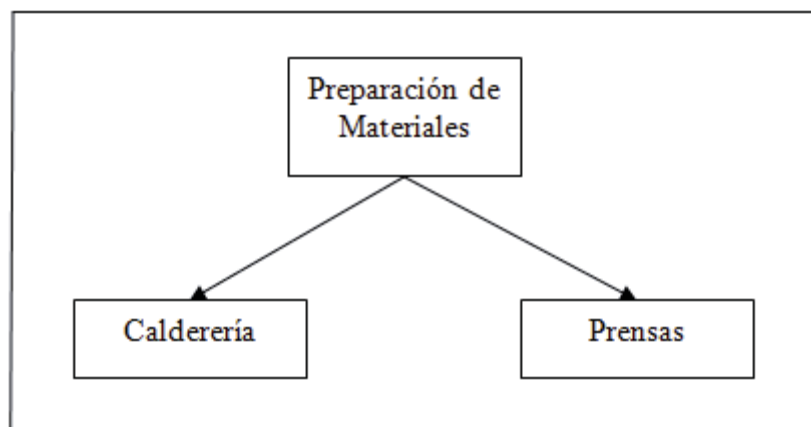
El plan de mantenimiento será presentado a la Gerencia de Operaciones la cual tiene a su cargo el área de Mantención para que este sea evaluado técnica y económicamente.

MOTIVACION.

Las detenciones imprevistas originadas por un mantenimiento deficiente que impactan los indicadores de producción, originan el desarrollo del presente proyecto que consiste en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el área de metalmecánica “Preparación de Materiales” la cual es vital para el proceso productivo, ya que es acá donde se inicia la fabricación de los distintos equipos que ofrece la empresa, debido a que en esta área se mecanizan materiales en máquinas como:

- Guillotinas.
- Punzonadora.
- Plegadoras.

Estas máquinas cortan pliegan y perforan planchas de acero, con el propósito de preparar el material para los distintos procesos que secundan el área de preparación de materiales, como la sección de calderería que realiza el proceso de soldadura de las distintas partes que han sido mecanizadas, y el área de metalmecánica de prensas las cuáles realizan los ranurados.



Figurar 1.1 Diagrama de proceso de fabricación.

Por lo descrito anteriormente se desprende la importancia de que el proceso de inicio de fabricación se desarrolle sin contratiempos, ya que afecta la programación de la producción.

La implementación de un plan de mantenimiento fortalecerá la competitividad de la empresa debido a que el mercado, actualmente requiere acortar los plazos de entrega, siendo este una importante cualidad al momento de licitar proyectos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El área de metalmecánica preparación de materiales consta de un programa de mantenimiento el cual consta de un listado de actividades, fecha y tiempo estimado para ejecutar el trabajo, por lo que se considera que esto es insuficiente para la gestión del mantenimiento, debido a que carece de:

- Objetivos.
- Descripción de trabajo.
- Alcance y responsables de las actividades.
- Recursos utilizados.
- Precauciones y observaciones de la actividad.
- Procedimientos de trabajo.
- Costo de la actividad.
- Fichas de lubricación y de equipos.
- Seguimiento de indicadores de mantenimiento.

Una problemática que posee la empresa es la nula renovación del personal de mantenimiento, por lo que la experiencia de los trabajadores no es transmitida y se torna en un conflicto cuando estos pasan a retiro (jubilados) ya que el personal de reemplazo carece del conocimiento y la instrucción para la óptima curva de aprendizaje. Por esta razón se torna imprescindible la realización de procedimientos que describan la forma correcta para ejecutar las actividades de mantenimiento.

Debido a esto se propone realizar un plan de mantenimiento preventivo el que contemple los ítems mencionados permitiendo desarrollar la Ingeniería del Mantenimiento.

OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para el área de metalmecánica Preparación de Materiales para empresa Schaffner S.A., el cual permita la optimización de los indicadores de mantención con la elaboración del presente proyecto.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Describir la planta, equipos y procesos relacionados con el área de metalmecánica “Preparación de Materiales”.
- Levantar información para cada máquina del área la que permita realizar seguimiento a su condición de trabajo.
- Proponer plan de mantenimiento para el área de Metalmecánica “Preparación de Materiales”.
- Análisis y evaluación de indicadores de gestión de mantenimiento.

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y ESPECIFICOS.

1. ANTECEDENTES GENERALES Y ESPECIFICOS.

1.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA.

La empresa Schaffner S.A. se fundó en 1982 comenzando como un pequeño taller con diez empleados, evolucionando a la actualidad con una totalidad de 213 colaboradores, los que trabajan una moderna instalación de 12.000 m² construidos, ubicada en la comuna de Estación Central en calle Padre Vicente Irrázaval 899.



Figura 1-2. Logotipo de la empresa

1.1.1. DIVISIONES DE PRODUCCION.

En la actualidad Schaffner se estructura operacionalmente en dos divisiones que se identifican con sus actuales líneas de producción:

a) División Transformadores

Dedicada a la fabricación de transformadores de distribución y de potencia (aéreos, subterráneos, de superficie, subestaciones unitarias, equipos de medida y otros especiales); todos ellos con diseño e ingeniería propios y en concordancia con normas internacionalmente aceptadas como ANSI e IEC, u otras locales como las que establecen las distintas empresas distribuidoras de energía (Chilectra Chilquinta, etc.). Las instalaciones están diseñadas para la fabricación de transformadores que en potencia alcanzan los 13 MVA y en tensiones de hasta 35 kV.



Figura 1-3. Transformador marca Schaffner S.A

Según las especificaciones del cliente estos se pueden dividir en diversos tipos:

- Transformador Monofásico Tipo Aéreo
- Transformador Trifásico Tipo Aéreo
- Transformador Tipo Superficie (Pad Mounted)
- Transformador Tipo Sumergible (Radial y Network)
- Transformador Tipo Subestación Unitaria (SEU)

b) División Porta conductores.

Dedicada a la fabricación de sistemas de canalización para circuitos eléctricos (bandejas, escalerillas, elementos de soporte y otros accesorios). Estos elementos son fabricados en acero y aluminio y, tal como es el caso de los transformadores, con diseños e ingeniería propios. Gracias a ello Schaffner S.A. puede ofrecer un amplio espectro de soluciones, normalmente basadas en lo especificado por la norma NEMA (métodos de ensayo, capacidades de carga, calidad del revestimiento, etc.) o sobre la base de especificaciones propias del cliente.



Figura 1-4. Porta conductores modelo escalerilla

Al igual que las típicas canalizaciones como por ejemplo las tuberías de PVC, molduras, etc. Los porta conductores marca Schaffner S.A también tienen accesorios como curvas, codos, uniones T.

1.1.2. PROCESO DE FABRICACION DE UN TRANSFORMADOR.

A continuación, se describe el proceso de fabricación de un transformador en la empresa Schaffner S.A., desarrollado por el área de la gerencia de operaciones:

- Preparación de materiales: corta las estructuras metálicas que forman parte del transformador.
- Bobinas: Se realiza a enrollado del alambre de cobre en las bases.
- Calderería: suelda las estructuras metálicas cortadas por preparación de materiales.
- Núcleo: realiza cortes de los flejes de acero silicoso (laminas metálicas) que conforman el núcleo del transformador.
- Granallado: limpia y prepara la superficie para el proceso de pintura.
- Armado: se junta la bobina con el núcleo.
- Pintura: se pinta la estructura metálica del transformador.
- Secado y envase: las bobinas son sometidas a un proceso de secado en hornos a una temperatura aproximadamente de 100°C.

- Envase: Las bobinas son introducidas a las estructuras metálicas, y luego son rellenas con aceite dieléctrico,
- Campo de pruebas: todos los transformadores pasan por proceso de pruebas eléctricas.

El siguiente diagrama ilustra el proceso de fabricación de un transformador:

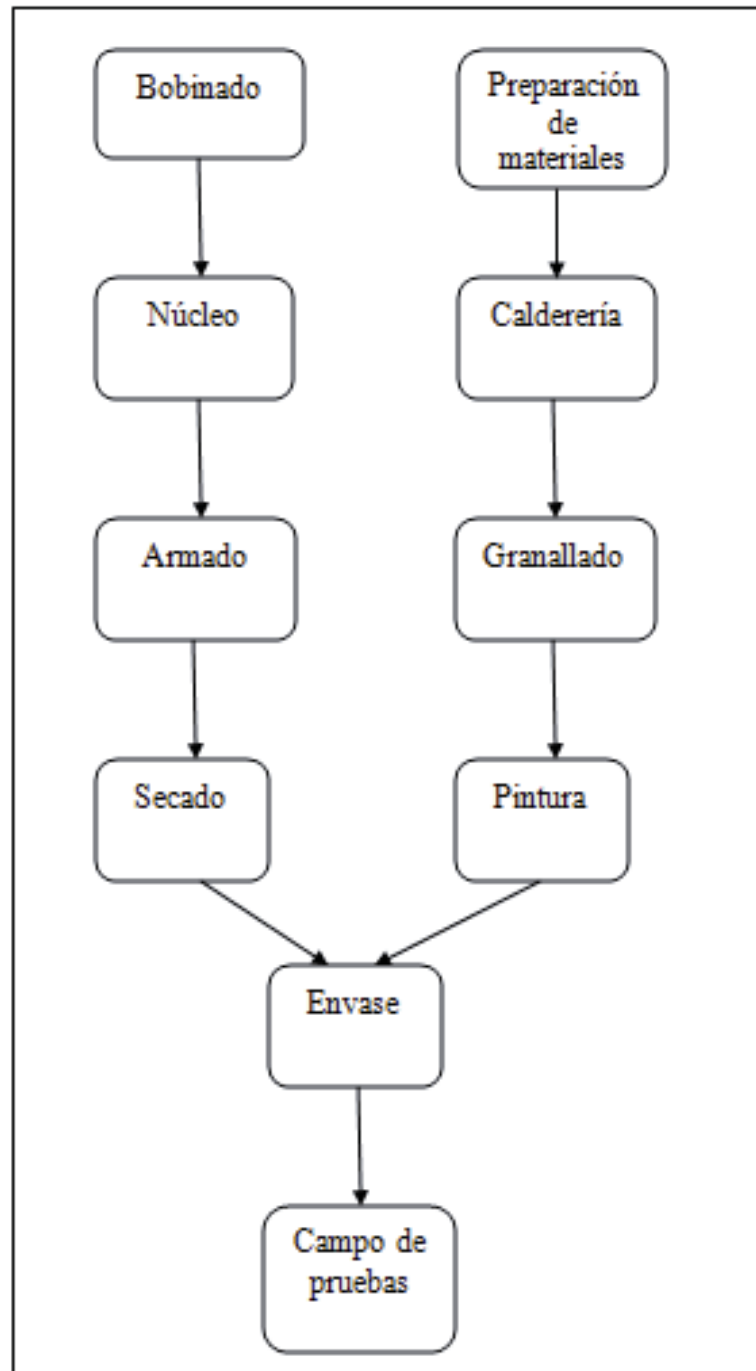


Figura 1-5. Proceso de fabricación de un transformador eléctrico.

1.2. ANTECEDENTES ESPECIFICOS.

1.2.1. MAQUINAS DE AREA PREPARACION DE MATERIALES.

Las máquinas que conforman el área de Preparación de Materiales son:

- 1 Máquina punzonadora.
- 3 Máquinas guillotinas.
- 2 Máquinas plegadoras.

1.2.1.1 MAQUINA PUNZONADORA.

Una punzonadora es un tipo de máquina que se usa para perforar y conformar planchas de diferentes materiales usando un punzón y una matriz a semejanza de una prensa. Estas pueden ser de tipo:

- Sencillas: Comandadas manualmente con un solo juego de herramientas.
- Complejas: Comandadas a través de control numérico computarizado (CNC).

La máquina punzonadora del área “Preparación de Materiales” es del tipo CNC, la cual trabaja perforando chapas metálicas para la fabricación de transformadores.

1.2.1.2. MAQUINAS GUILLOTINAS.

Las cizallas de guillotina para metales son máquinas utilizadas para operaciones de corte de metales (hierro, acero, aluminio, etc.) de espesores hasta 25 mm y con una velocidad de corte de hasta 120 golpes por minuto.

El corte es efectuado por una estampa de corte formada por dos cuchillas, las cuales disponen normalmente de cuatro ángulos de corte. La cuchilla inferior va sujeta a la mesa y la superior, bien a la corredera. La técnica del proceso consiste en:

- Colocación sobre la mesa de la chapa a cortar.
- Situación de la chapa en posición de corte (operación que se realiza con la ayuda de reglas graduadas situadas en los soportes delanteros y la galga de tope trasero o bien con la lectura de indicadores automáticos).

- Accionamiento de la corredera, (con lo que descienden automáticamente el pisón o también llamado prensachapas, y la cuchilla, ésta con un retraso sobre el pisón y se efectúa el corte de la chapa).
- La chapa una vez cortada cae por la parte posterior de la máquina al suelo o bien dentro de un sistema de recogida dispuesto para tal fin y la corredera queda inmovilizada en el punto superior.
- Un nuevo ciclo puede ser iniciado.

1.2.1.3. MAQUINAS PLEGADORAS.

Las plegadoras son máquinas tipo prensa utilizadas para realizar deformado en frío de metales en forma de planchas. El espesor de las chapas a plegar puede variar desde 0,5 a 20 mm y su longitud desde unos centímetros hasta varios metros. Existen plegadoras mecánicas e hidráulicas. En las máquinas mecánicas, la operación es continua, mientras que en las máquinas hidráulicas el plegado se realiza en dos tiempos:

- Fase de acercamiento con cierre rápido de la cortina.
- Fase de trabajo correspondiente al plegado propiamente dicho a baja velocidad. Según las dimensiones de las chapas, el plegado requiere la presencia de uno o dos operarios que suelen acompañar la chapa durante el plegado.

1.3. MANTENIMIENTO.

El mantenimiento es la conservación de la maquinaria y equipo con el fin de maximizar su disponibilidad. Esta área se ha perfilado tanto que hoy en día ocupa un lugar importante en la estructura de la organización e inclusive es una de las áreas primordiales para mantener y mejorar la productividad.

Así como el departamento de mantenimiento ha cambiado, la gente que lo lleva a cabo también ha sufrido cambios y han pasado de ser técnicos multiusos a especialistas que conocen perfectamente su área de trabajo.

Objetivos de mantenimiento:

- Lograr una disponibilidad suficiente de los equipos para cumplir con las metas de producción.
- Disminuir o mantener aceptables los costos de mantención.
- Generar o aumentar la excelencia técnica en los procedimientos utilizados en mantención.
- Aumentar la eficiencia de los trabajos de mantención.

1.3.1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO.

1.3.1.1 DISPONIBILIDAD.

La disponibilidad es la capacidad que tiene un equipo para estar en funcionamiento en un instante cualquiera, en las condiciones de utilización y reparación especificada. Los indicadores de disponibilidad son los siguientes:

1. Disponibilidad

a) Disponibilidad

$$D = \frac{TF}{TF - TAP}$$

Dónde:

D: Disponibilidad.

TF: Tiempo disponible para producir (tiempo real).

TAP: Tiempo de para propia (set up) .

b) Disponibilidad intrínseca o de explotación

$$TR = TF + TAP$$

$$Di = \frac{TR - TAI}{TR}$$

Dónde:

Di: Disponibilidad intrínseca o de explotación.

TR: Tiempo requerido durante el cual se produce.

TAI: Tiempo de parado inducido (parada imprevista).

2. Tasa de calidad

$$Tq = \frac{NPB}{NPTR} = \frac{NPTR - NPD}{NPTR}$$

Dónde:

Tq: Tasa calidad

NTD: Número de piezas desechadas.

NPB: Número de piezas correctas.

NPTR: Número de piezas teóricamente realizables.

3. Relación de velocidad.

$$R.v. = \frac{\text{Tiempo ciclo real}}{\text{Tiempo ciclo teorico}} = \frac{TCN}{TCR}$$

4. Rendimiento operacional

- Disponibilidad propia.
- Disponibilidad operacional.
- Desviaciones existentes con respecto al tiempo ciclo teórico.
- Cantidad de piezas rechazadas a la salida del equipo.

De acuerdo con ello, la formula se puede expresar como sigue:

$$RO = Dp * Do * Rv * Tq$$

1.3.1.2. MANTENIBILIDAD.

La Mantenibilidad es la probabilidad de que una máquina pueda ser reparada a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.

1. Tiempo medio de parada por averías.

$$MTTR = \frac{TP}{NP}$$

Dónde:

MTTR: Tiempo medio de parada por averías.

TP: Tiempo de averías.

NP: Numero de averías.

2. Tasa de reparación: número de averías resueltas por unidad de tiempo.

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

Dónde:

μ : Tasa de reparación

1.3.1.3. CONFIABILIDAD.

La confiabilidad es la probabilidad de que las máquinas se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un tiempo determinado, bajo condiciones especificadas.

Tiempo medio entre averías *MTBF* (tiempo de buen funcionamiento)

$$MTBF = \frac{TF}{NP}$$

Dónde:

TF: Tiempo de funcionamiento.

NP: Tiempo de averías.

1. Tiempo de funcionamiento medio *TFM*

$$TFM = \frac{TF}{NAP}$$

Dónde:

NAP: Número de paradas planificadas

2. Tasa de fallo

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

Relación entre confiabilidad y la disponibilidad con la mantenibilidad.

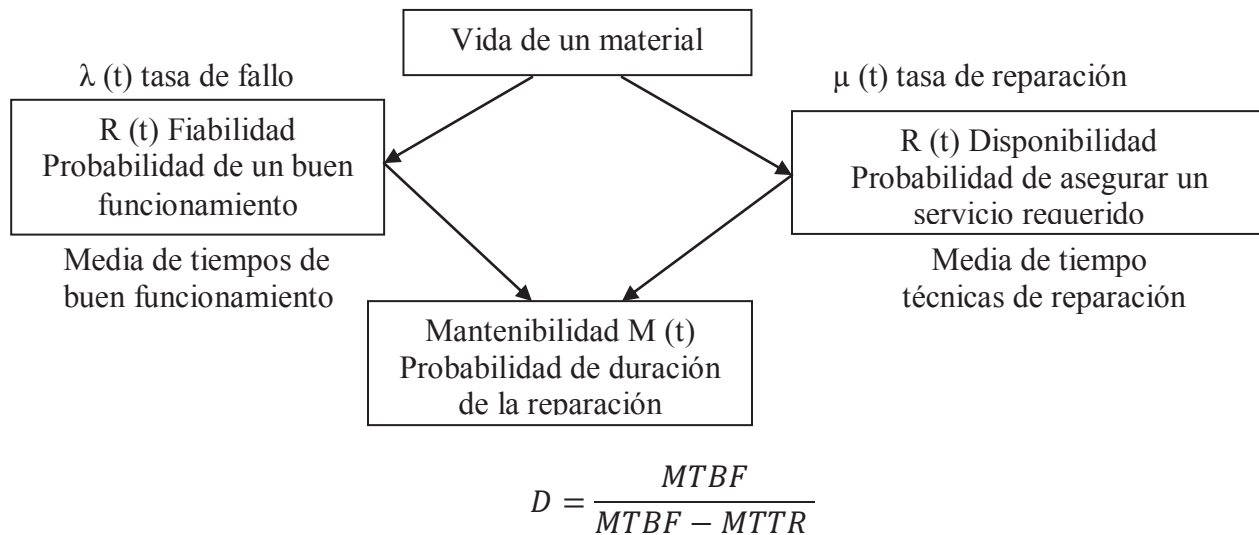


Figura 1-6. Índices de mantenimiento.

CAPITULO 2: PLAN DE MANTENIMIENTO.

2. PLAN DE MANTENIMIENTO.

El objetivo de este capítulo es realizar un plan de mantenimiento el cual contenga todas las actividades realizadas por el personal del área de mantención, y a la vez levantar indicadores de mantenimiento que permitan evaluar la gestión en empresa Schaffner S.A.

El plan que se propone implementar conlleva el desarrollo de una metodología de trabajo orientada a complementar la información actual, reforzando la gestión del mantenimiento.

2.1 SITUACIÓN ACTUAL.

El personal realiza labores de mantenimiento a máquinas críticas de la planta, siguiendo un programa de mantenimiento el cual indica la periodicidad de las actividades, el tiempo de ejecución. Existen fichas de históricas para cada máquina.

Cuando se ejecutan las actividades de mantenimiento por parte del personal que posee experiencia, las tareas se ejecutan con normalidad, a diferencia cuando estas son realizadas por personal de menor experticia, debido a que se carece de procedimientos de trabajo los que describen la forma correcta ejecutar las labores.

No existen fichas de lubricación de las máquinas, que tienen como propósito ilustrar la periodicidad de esta actividad, e imágenes las cuales explicitan los puntos de lubricación. Todas las actividades que se realizan no se encuentran valorizadas ya sea en HH materiales y repuestos utilizados para la ejecución de ellas, lo que dificulta cuantificar los recursos monetarios para elaborar el presupuesto anual del área de mantención.

Para lo anterior descrito se propone un nuevo plan de mantenimiento que contenga procedimiento de trabajos de actividades con el propósito de que la experiencia de los mantenedores quede respaldada en documentación que describa los trabajos. A la vez el plan de mantenimiento debe contener fichas ilustrativas de lubricación, seguimiento de indicadores de gestión de mantenimiento y valorizar los trabajos que se incluyan en el plan.

2.2 RESPONSABLES DE EJECUTAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO.

- Los responsables de controlar la realización del plan de mantenimiento es gerente de operaciones y jefe de mantención. Son estos quienes deben aunar esfuerzos para que los

mantenedores ejecuten el plan de mantenimiento, y que estos cuenten con los recursos necesarios.

- Para los mantenedores ejecutar la implementación del plan de mantenimiento, y enriquecerlo con observaciones que noten al realizar las labores según los procedimientos.
- Para los operadores de las máquinas apoyar participando en las actividades de mantenimiento ya que la contribución de estos es muy importante, debido que estos son quienes conocen mejor sus máquinas.

2.3 COSTOS HORAS HOMBRE DEL PERSONAL.

El costo de las horas hombre de implementación de los planes está relacionado con el costo anual de los trabajadores de la empresa. Para el cálculo de estos se realizaron estimaciones del costo hora del personal, debido a que la empresa se reservó el derecho de revelar las remuneraciones de los trabajadores.

- Jefe de Mantenición \$1.300.000 costo mensual, valor hora: \$ 6.566.
- Mecánico de Mantenición \$700.000 mensual, costo valor hora: \$ 3.535.
- Eléctrico de Mantenición: \$750.000 costo valor hora \$ 3.788.
- Operador de carro grúa \$500.000 Costo valor hora \$2.525
- Operador de máquina guillotina, plegadora y punzonadora \$600.000 costo valor hora \$3.030

2.4 ANALISIS DE MANTENIMIENTO.

En ámbito del mantenimiento, cualquier sea la rama de la industria de que se trate, es habitual encontrar abundancia de especialidades con sólidos conocimiento y experiencia para resolver eficientemente problemas de campo. Sin embargo, esto está acompañado de una notoria falta de herramientas integrales para la gestión de la actividad que permitan orientar los esfuerzos y los recursos, así como reducir los costos y el riesgo.

La herramientas integrales del mantenimiento busca garantizarle al cliente interno o externo la disponibilidad de los activos fijos, cuando lo requieran con confiabilidad y seguridad total, durante el tiempo óptimo necesario para operar con las condiciones tecnológicas exigidas previamente, para producir bienes o servicios que satisfagan necesidades, deseos o requerimientos de los usuarios, con los

niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mayores índices de productividad, rentabilidad y competitividad.

Se requieren herramientas importantes para el desarrollo de los análisis relacionados con la mantención, estas actividades indicaran las funciones de componentes que actúan en un conjunto de máquinas y vinculan a un proceso.

Las herramientas para el desarrollo del mantenimiento despliegan una serie de estrategias orientadas a la optimización integral del área en estudio, alineadas con la visión y misión de la institución.

2.4.1. DEFINICION DE CRITICIDAD.

La criticidad es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario.

2.4.2. INTRODUCCION A LA CRITICIDAD.

El modelo de Criticidad Total por Riesgo (CTR) presentado a continuación, es un proceso de análisis semi cuantitativo, sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo.

Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación.

Criticidad = Frecuencia de fallas x Consecuencia

Consecuencia= {(Impacto Operacional x Flexibilidad Operacional) + Costo de Mantenimiento + Impacto SA}

- Frecuencia de falla: es el número de veces que se repiten evento considerado, como falla dentro de un periodo de tiempo, en nuestro caso será de un año.
- Impacto operacional: Entendiéndose como los efectos causados por los fallos en la operación.
- Flexibilidad operacional: Definida como el tiempo que de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.
- Costos de mantención: Tomando todos los costos que implica la labor de mantención, dejando por fuera los costos inherente a los costos de producción sufrido por la falla.
- Impacto SA: Enfocado evaluar a los posibles inconvenientes que pueden causar sobre las personas y medio ambiente.

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan en los anexos página n°124.

2.4.3. EVALUACION DE MATRICES Y GRAFICOS DE MAQUINAS.

A continuación se realiza análisis de criticidad de las máquinas que conforman el área de preparación de materiales. Las tablas y graficas de análisis de criticidad se presentan en los anexos página n°125.

2.4.3.1 EVALUACION DE MATRICES Y GRAFICOS DE MAQUINAS GUILLOTINAS.

Las tablas, y gráficos ilustran que las máquinas guillotinas poseen tres componentes que impactan fuertemente la criticidad de estas, estos son el packing, rodamientos de motor eléctrico y bomba hidráulica. Se aprecia que los indicadores de flexibilidad operacional, costos de mantenimiento, e impacto de seguridad y ambiente son similares en las tres máquinas guillotinas.

La matriz de evaluación de la guillotina Pasbi en esta la criticidad es menor que en las restantes guillotinas debido a que esta máquina realiza cortes de menor espesor 6 mm, por lo que el impacto operacional es menor con respecto a las otras guillotinas.

Las tablas y gráficos de la máquina guillotina Shangai Huantu QC-12Y-10X3200 se aprecia que el indicador de criticidad mayor con respecto a guillotina Pasbi, debido a que esta máquina corta espesores de hasta 10 mm lo que incide levemente mayor en el impacto operacional.

Las tablas y gráficos de la máquina guillotina Shangai Huantu QC-11Y-16X3200 se aprecia que el indicador de criticidad es aún mayor debido a que esta máquina corta espesores de hasta 16 mm lo que incide fuertemente en el impacto operacional.

2.4.3.2 EVALUACION DE MATRICES Y GRAFICOS DE MAQUINAS PLEGADORAS.

Las tablas, y gráficos ilustran que las máquinas plegadoras poseen tres componentes que impactan fuertemente la criticidad de estas, estos son el packing, rodamientos de motor eléctrico y bomba hidráulica. Se aprecia que los indicadores de flexibilidad operacional, costos de mantenimiento, e impacto de seguridad y ambiente son similares en las dos máquinas plegadoras.

La matriz de evaluación de la plegadora Siecctech el indicador de criticidad es menor que en la restante debido a que esta máquina posee una fuerza de pliegue de 120 toneladas, por lo que el impacto operacional es menor con respecto a la otra plegadora.

Las tablas y gráficos de la máquinas plegadora Iturrospe se aprecia que el indicador de criticidad es un punto mayor debido a que esta máquina posee una fuerza de pliegue de 200 toneladas lo que incide mayormente en el impacto operacional.

2.4.3.3 EVALUACION DE MATRIZ Y GRAFICOS DE PUNZONADORA WHITNEY.

Las tablas, y gráficos ilustran que la máquina punzonadora posee tres componentes que impactan fuertemente la criticidad de estas, estos son el packing, rodamientos de motor eléctrico y bomba hidráulica.

La matriz de evaluación de la punzonadora Whitney en esta el indicador de criticidad es mayor que en las demás máquinas guillotinas y plegadoras debido a que solo existe una máquina para este proceso, por lo que el impacto operacional es mayor con respecto a la otra plegadora.

2.5. PLAN DE LUBRICACION DE MÁQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta consiste en realizar las actividades de lubricación de las máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora. Con el propósito de evitar el desgaste de mecanismos que se encuentran en constante fricción.

2. Descripción.

Lubricar con grasa y aceite los puntos identificados que se encuentran en constante fricción, según programa periódico de lubricación.

Las labores de lubricación deben ejecutarse con la colaboración de los operadores de las máquinas.

3. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Supervisor área preparación de materiales.
- Mecánico de Mantención.
- Operadores de máquinas.

4. Objetivos.

- Lubricar las superficies que están en movimiento una con relación a la otra, con el propósito de reducir la fricción entre ellas para evitar su desgaste.
- Evitar detenciones no programadas originadas por falta de lubricación.
- Valorizar la actividad de lubricación para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Grasea.

- Aceitera.
- Paños.

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar la actividad de lubricación de las máquinas es necesario informar a los operadores, con el propósito de que cooperen cambiando el modo de operación de automático a manual y ejecutar esta función a solicitud del mecánico mantenedor para ejecutar la tarea de lubricación.

Por cada máquina se realiza una ficha de lubricación, las cuáles indican con imágenes los puntos que se deben lubricar y su programa, que considera la actividad a realizar semanalmente los días miércoles, en su defecto se desplazará para los días martes o jueves por días festivos. Las fichas se adjuntan en anexos página n°137.

7. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Mecánico Mantenedor.

8. Tiempo estimado.

El tiempo para el trabajo de lubricación de máquinas fue determinado al medir la ejecución de estas labores:

- Guillotina Pasbi es de cinco minutos, considerando tres puntos.
- Guillotina Huantu Shangai QC-12Y-10X3200 es de ocho minutos, considerando seis puntos.
- Guillotina Huantu Shangai QC-11Y-16X3200 es de diez minutos, considerando seis puntos.
- Plegadora Siecctech es de seis minutos, considerando tres puntos
- Plegadora Iturrospe es de ocho minutos, considerando cuatro puntos para cuando corresponden según programa, y de cuatro minutos cuando por programa son dos puntos a lubricar.
- Punzonadora Whitney es de ocho minutos considerando cuatro puntos

9. Procedimiento.

- Procedimiento de lubricación máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

Tabla 2-1. Costo de H.H. del personal Mecánico Mantenedor para plan de lubricación máquinas.

Máquina	H.H. de ejecución	Nº trabajadores	Costo unitario H.H. semanal	Costo anual
Guillotina Pasbi	0,08	1	\$ 283	\$ 14.716
Guillotina Shangai QC-12Y-10X3200	0,13	1	\$ 471	\$ 24.509
Guillotina Shangai QC-11Y-16X3200	0,17	1	\$ 589	\$ 30.637
Plegadora Siecctech	0,1	1	\$ 354	\$ 18.382
Plegadora Iturrospe	0,2	1	\$ 707	\$ 36.764
Punzonadora Whitney	0,13	1	\$ 283	\$ 14.716
			Total	\$ 139.724

Tabla 2-2. Costo de materiales anual para plan de lubricación de máquinas.

Materiales	Costo unitario	Nº equipos	Costo
Engrasadora	\$ 1.608	14	\$ 22.512
Engrasadora Manual	\$ 13.171	6	\$ 79.026
Grasa	\$ 18.800	6	\$ 112.800
Aceite	\$ 7.500	6	\$ 45.000
			\$ 259.338

Tabla 2-3. Costo anual de H.H. y materiales para plan de lubricación de máquinas.

H.H. y materiales	Costo
Mecánico Mantenedor	\$ 139.724
Materiales	\$ 259.338
	\$ 399.062

El costo total del plan de lubricación anual tiene un valor de: \$ 399.062 pesos.

2.5.1. PROCEDIMIENTO DE LUBRICACION DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORA Y PUNZONADORA.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de lubricación de máquinas, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento.

Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefe de mantención.
- Mecánico de mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Operadores de máquinas.

3. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Mecánico de Mantención.

4. Declaración de trabajo:

Lubricación de guillotina Pasbi.

- Rellenar con grasa engrasadora manual con grasa SKF LGEP.
- Rellenar con aceite SAE 80W90 aceitera.
- Mecánico de mantenimiento debe informar a operador de máquina que realizara actividad de lubricación, para lo cual este debe cambiar el modo de trabajo a modo manual para operar la máquina según indicaciones del mantenedor.

- Posicionar engrasadora manual en grasería de apoyo de cilindro de transmisión y posteriormente bombear grasa en grasería hasta visualizar que comienza a salir grasa de la parte posterior al apoyo del cilindro hidráulico.
- Retirar engrasadora manual de grasería y limpiar.
- Solicitar a operador mover sinfín en modo manual.
- Aceitar a lo largo del sinfín de transmisión de mecanismo de tope.
- Limpiar con paños los excesos de grasas que hayan quedado en graserías, y la grasa expulsada producto del recambio de la actividad de lubricación.
- Informar a operador de cizalla guillotina que se ha finalizado la tarea de lubricación de máquina, para que este cambie el modo manual de operación de la máquina a modo automático.

Lubricación de guillotina Huantu Shangai QC-12Y-10X3200.

- Rellenar con grasa engrasadora manual con grasa SKF LGEP
- Rellenar con aceite SAE 80/90 aceitera.
- Mecánico de mantenimiento debe informar a operador de máquina que realizara actividad de lubricación, para lo cual este debe cambiar el modo de trabajo a modo manual para operar la máquina según indicaciones del mantenedor.
- Posicionar engrasadora manual en grasería ubicada pivote brazo palanca de cortina lado izquierdo y bombear grasa en grasería hasta visualizar que comienza a salir grasa a través del rodamiento pivote.
- Posicionar engrasadora manual en grasería ubicada pivote brazo palanca de cortina lado derecho y bombear grasa en grasería hasta visualizar que comienza a salir grasa a través del rodamiento pivote.
- Posicionar engrasadora manual en grasería de guía lado izquierdo de cortina, y bombear grasa hasta que se aprecie que esta comienza a salir en base de apoyo de cilindro hidráulico.
- Posicionar engrasadora manual en grasería de guía lado derecho de cortina, y bombear grasa hasta que se aprecie que esta comienza a salir en base de apoyo de cilindro hidráulico.
- Solicitar a operador mover en modo manual ambas cremalleras.
- Lubricar con aceitera a lo largo la cremallera de contacto de la cortina de lado izquierdo.
- Lubricar con aceitera a lo largo la cremallera de contacto de la cortina de lado derecho.

- Limpiar con paños los excesos de grasas que hayan quedado en graseras, y la grasa expulsada producto del recambio de la actividad de lubricación.
- Informar a operador de cizalla guillotina que se ha finalizado la tarea de lubricación de máquina, para que este cambie el modo manual de operación de la máquina a modo automático.

Lubricación de guillotina Huantu Shangai QC-11Y-16X3200.

- Rellenar con grasa engrasadora manual con grasa SKF LGEP.
- Rellenar con aceite SAE 80/90 aceitera.
- Mecánico de mantenimiento debe informar a operador de máquina que realizará actividad de lubricación, para lo cual este debe cambiar el modo de trabajo a modo manual para operar la máquina según indicaciones del mantenedor.
- Posicionar engrasadora manual en graseras ubicada pivote de cortina lado izquierdo y bombear grasa en graseras hasta visualizar que comienza a salir grasa a través del rodamiento pivote.
- Posicionar engrasadora manual en graseras ubicada pivote de cortina lado derecho y bombear grasa en graseras hasta visualizar que comienza a salir grasa a través del rodamiento pivote.
- Posicionar engrasadora manual en graseras de guía lado izquierdo de cortina, y bombear grasa para lubricar y distribuirla en la superficie de contacto.
- Posicionar engrasadora manual en graseras de guía lado izquierdo de cortina, y bombear grasa para lubricar y distribuirla en la superficie de contacto.
- Solicitar a operador mover en modo manual ambas cremalleras.
- Lubricar con aceitera a lo largo la cremallera de contacto de la cortina de lado izquierdo.
- Lubricar con aceitera a lo largo la cremallera de contacto de la cortina de lado derecho.
- Limpiar con paños los excesos de grasas que hayan quedado en graseras, y la grasa expulsada producto del recambio de la actividad de lubricación.
- Informar a operador de cizalla guillotina que se ha finalizado la tarea de lubricación de máquina, para que este cambie el modo manual de operación de la máquina a modo automático.

Lubricación de plegadora Siectech.

- Rellenar con grasa engrasadora manual con grasa SKF LGEP
- Rellenar con aceite SAE 80/90 aceitera.

- Mecánico de planta debe informar a operador de plegadora Siecctech que realizara actividad de lubricación de, para lo cual este debe cambiar a modo manual para operar máquina según indicaciones del mantenedor
- Solicitar a operador de plegadora mover en modo manual mecanismo de tope.
- Mecánico de mantenimiento debe lubricar con aceitera sinfín de tope de lado izquierdo.
- Lubricar con aceitera sinfín de tope lado derecho.
- Lubricar con aceitera cadena de transmisión de tope.
- Posicionar engrasadora manual en graser de guía de sinfín lado izquierdo y bombear grasa hasta que esta comience a salir por la parte lateral de la guía.
- Posicionar engrasadora manual en graser de guía de sinfín lado izquierdo y bombear grasa hasta que comience a salir por parte lateral de la guía.
- Solicitar a operador que detenga movimiento en modo manual de mecanismo de tope, luego comience a mover en modo manual la cortina de la plegadora.
- Mecánico de mantenimiento debe comenzar posicionar la engrasadora manual en guía de lado derecho de cortina, y bombear grasa hasta que esta comience a salir por el parte lateral de la guía.
- Mecánico de mantenimiento debe comenzar posicionar la engrasadora manual en guía de lado izquierdo de cortina, y bombear grasa hasta que esta comience a salir por el parte lateral de la guía.
- Solicitar a operador que detenga movimiento en modo manual de cortina, luego comience a mover en modo manual la cortina de la plegadora.
- Limpiar los excesos de grasas y de aceite que hayan quedado e los mecanismos lubricados.
- Informar a operador de plegadora Siecctech que ha finalizado la actividad de lubricación de plegadora, para que este cambie modo de operación de máquina a automático.

Lubricación de plegadora Iturrospe.

- Rellenar con grasa engrasadora manual con grasa SKF LGEP.
- Rellenar con aceite SAE 80/90 aceitera.
- Mecánico de planta debe informar a operador de plegadora que realizará actividad de lubricación, para lo cual este debe cambiar a modo manual para operar máquina según indicaciones del mantenedor.

- Solicitar a operador de plegadora mover en modo manual mecanismo de tope.
- Mecánico de mantenimiento debe lubricar con aceitera sinfín de tope de lado izquierdo.
- Mecánico de mantenimiento debe lubricar con aceitera sinfín de tope lado izquierdo.
- Solicitar a operador que detenga movimiento en modo manual de mecanismo de tope, luego comience a mover en modo manual la cortina de la plegadora.
- Mecánico de mantenimiento debe comenzar posicionar la engrasadora manual en guía superior de lado derecho de cortina y bombear grasa hasta que esta comience a salir por el parte lateral de la guía.
- Posicionar la engrasadora manual en la guía inferior del lado derecho de cortina y bombear grasa hasta que esta comience a salir por la parte lateral de la guía.
- Posicionar la engrasadora manual en la guía superior de lado izquierdo de cortina y bombear grasa hasta que esta comience a salir por la parte lateral de la guía.
- Mecánico de mantenimiento debe comenzar posicionar la engrasadora manual en guía inferior de lado izquierdo de cortina y bombear grasa hasta que esta comience a salir por la parte lateral de la guía.
- Solicitar a operador que detenga movimiento en modo manual de cortina, luego comience a mover en modo manual la cortina de la plegadora.
- Limpiar los excesos de grasas y de aceite que hayan quedado en los mecanismos lubricados.
- Informar al operador de plegadora Iturraspe que ha finalizado la actividad de lubricación de plegadora, para que este cambie modo de operación de máquina a automático.

Lubricación de punzonadora Whitney.

- Rellenar con grasa engrasadora manual con grasa SKF LGEP.
- Rellenar con aceite SKF 80/90 aceitera.
- Mecánico de planta debe informar a operador de punzonadora Whitney que realizará actividad de lubricación, para lo cual este debe cambiar a modo manual para operar máquina según indicaciones del mantenedor.
- Posicionar engrasadora manual en grasera ubicada eje de aspa motor de unidad hidráulica, y bombear grasa hasta que se aprecie que comienza a salir grasa en parte inferior de la tapa de lado de aspa de refrigeración del motor eléctrico.

- Posicionar engrasadora manual en grasería ubicada eje de motor lado acoplamiento con unidad hidráulica, y bombear grasa hasta que se aprecie comience a salir grasa en parte inferior de la tapa.
- Solicitar a operador de punzonadora Whitney cambiar modo de operación automático a manual.
- Solicitar a operador mover ambos sinfín en modo manual.
- Lubricar con aceitera sinfín de eje “x”.
- Lubricar con aceitera sinfín de eje “y”.
- Solicitar a operador detener el movimiento de punzonadora Whitney en modo manual.
- Informar a operador que ha finalizado la actividad de lubricación de máquina punzonadora, para que este cambie modo de operación de máquina a automático.
- Limpiar los excesos de grasas y de aceite que hayan quedado en los mecanismos lubricados.
- Informar a operador de punzonadora Whitney que ha finalizado la actividad de lubricación, para que este cambie modo de operación de máquina a automático.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Engrasadora Manual.
- Graseras.
- Paños.

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.

2.6. PLAN DE MANTENIMIENTO DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

Las actividades de mantenimiento de las máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora son muy similares, por este motivo se realizan a continuación los planes de mantención de cada una de las máquina, los cuales sus respectivos procedimientos serán aplicables entre sí con respecto a una misma actividad.

El plan de mantenimiento considera las siguientes actividades:

- Cambio filtro de unidad hidráulica. Frecuencia anual.
- Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas. Frecuencia anual.
- Desarmar y limpiar finales de carrera de cortina. Frecuencia anual.
- Desarmar limpiar y revisar electroválvulas de unidad hidráulica. Frecuencia anual.
- Cambio de aceite hidráulico. Frecuencia anual.
- Cambio de rodamientos de motor eléctrico. Frecuencia cada 24 meses.
- Cambio de packing de actuadores hidráulicos. Frecuencia 36 meses.
- Cambio de rodamientos de bomba de unidad hidráulica. Frecuencia 48 meses.

A continuación se detalla el plan de mantenimiento para cada actividad ya descrita.

2.6.1. PLAN DE CAMBIO FILTRO DE UNIDADES HIDRAULICAS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta actividad consiste en cambiar filtro de unidad hidráulica con el propósito de evitar que este se obstruya, originando una disminución de presión en el sistema e impida el funcionamiento normal de la máquina causando una detención imprevista.

2. Descripción.

Abrir depósito hidráulico para retirar filtro del sistema y reemplazarlo por uno nuevo. Esta labor es realizada por el personal de mantenimiento.

3. Alcance.

- Jefe de Mantenición.
- Mecánico de Mantenición.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Operador de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

4. Objetivos.

- Retirar filtro de unidad hidráulica.
- Evitar disminución de la presión de sistema hidráulico.
- Evitar detenciones no programadas de las máquinas.
- Valorizar la actividad de retiro y limpieza de filtro de unidad hidráulica para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Juego de dados.

- Guantes de goma.
- Paños.
- Filtro hidráulico.

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar la actividad de retiro de filtro de unidad hidráulica es necesario informar a operador de máquina, con el propósito de que este detenga la máquina. El mantenedor eléctrico debe accionar interruptor corte de energía y retirar fusibles de la máquina.

7. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Mecánico Mantenedor.
- Eléctrico de mantenimiento.

8. Tiempo estimado.

El tiempo se determinó midiendo la ejecución de la labor y este es de treinta minutos, para el trabajo cambio de filtro de unidad hidráulica.

9. Procedimiento.

- Procedimiento de cambio filtro de unidades hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

Tabla 2-19. Costo anual de H.H. para plan de cambio filtro de unidades hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Personal	H.H.	N° trabajadores	N° máquinas	Costo unitario H.H.	Costo anual
Mecánico Mantenedor	0,50	1	6	\$ 1.768	\$ 10.605
Eléctrico Mantenedor	0,17	1	6	\$ 631	\$ 3.788
					\$ 14.393

Tabla 2-20. Costo de materiales filtro para plan de lubricación.

Máquina	Cantidad	Costo total
Guillotina Pasbi	1	\$ 14.641
Guillotina Shangai Huantu QC-12Y-10X3200	1	\$ 13.547
Guillotina Shangai Huantu QC-11Y-16X3200	1	\$ 15.250
Plegadora Siecctech	1	\$ 13.547
Plegadora Iturrospe	1	\$ 15.250
Punzonadora Whitney	1	\$ 14.641
		\$ 86.876

Tabla 2-21. Costo anual de H.H. y materiales para plan de cambio filtro de unidades hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

H.H. y materiales	Costo
Mantenedores	\$ 14.393
Materiales	\$ 86.876
	\$ 101.269

El costo total del plan de lubricación anual tiene un valor de: \$ 101.269 pesos.

2.6.1.1. PROCEDIMIENTO DE CAMBIO FILTRO DE UNIDADES HIDRAULICAS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de cambio filtro de unidad hidráulica, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento.

Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefe de Mantenición.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Mecánico de Mantenición.
- Eléctrico de Mantenición
- Operador de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

3. Responsables.

- Jefe de Mantenición.
- Mecánico de Mantenición.
- Eléctrico de Mantenición

4. Declaración de trabajo.

- Informar a operador de máquina inicio de labores de cambio filtro de unidad hidráulica.
- Eléctrico de mantenimiento debe accionar interruptor de energía y posteriormente retirar fusibles de la máquina.
- Mecánico de planta debe retirar tapa de estanque hidráulico de guillotina con juego de dados.
- Retirar filtro de estanque con guantes de goma destornillándolo.
- Reemplazar filtro retirado por uno nuevo.

- Posicionar filtro con guantes de goma en unidad hidráulica atornillándolo.
- Cerrar estanque de unidad hidráulica.
- Solicitar a eléctrico de mantenimiento reponer fusible de máquina, e interruptor de energía.
- Solicitar a operador encender máquina para que personal de mantención evalúe la operación de la máquina.
- Informar a operador que ha finalizado actividad de cambio filtro de unidad hidráulica.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Juego de dados.
- Filtro hidráulico.
- Paños.

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.

2.6.2. PLAN DE LIMPIEZA DE TABLERO Y REAPRIETE DE CONEXIONES ELECTRICAS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta consiste en realizar mantención de tablero de control eléctrico, limpiando tablero y realizando apriete de conexiones, con el propósito de evitar fallas originadas por falta de mantenimiento eléctrico.

2. Descripción.

Realizar actividad de limpieza con aspiradora, y ejecutar la labor de apriete de conexiones eléctricas con perillero. Esta labor es realizada por el personal de mantención.

3. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención.
- Operador de máquina.

4. Objetivos.

- Realizar limpieza de tablero eléctrico.
- Realizar apriete de conexiones eléctricas.
- Evitar detenciones no programadas de máquinas.
- Valorizar la actividad de retiro y limpieza de tablero y conexiones eléctricas para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Aspiradora.
- Perillero.

- Tester

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar esta actividad es necesario informar al operador de máquina, con el propósito de que este detenga la máquina. El mantenedor eléctrico debe accionar el interruptor corte de energía y retirar fusibles.

7. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantenimiento.

8. Tiempo estimado.

El tiempo se determinó midiendo la ejecución de la labor y este es de sesenta minutos, para el trabajo de limpieza y reapriete de conexiones eléctricas.

9. Procedimiento.

- Procedimiento de limpieza y reapriete de conexiones eléctricas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

Tabla 2-22. Costo de H.H. del personal para plan de limpieza y reapriete de conexiones eléctricas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Personal	H.H. de ejecución	N° trabajadores	N° Equipos	Costo unitario H.H. por máquina	Costo anual
Eléctrico Mantenedor	1	1	6	\$ 3.535	\$ 21.210

Tabla 2-23. Costo de materiales anual para plan de limpieza y reapriete de conexiones eléctricas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Materiales	Cantidad	Costo total
Aspiradora	\$ 1	\$ 44.900

Tabla 2-24. Costo anual de H.H. y materiales para plan de limpieza y reapriete de conexiones eléctricas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

H.H. y materiales	Costo
Mantenedores	\$ 21.210
Materiales	\$ 44.900
	\$ 66.110

El costo total del plan de lubricación anual tiene un valor de: \$66.110 pesos.

2.6.2.1. PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DE TABLERO Y REAPRIETE DE CONEXIONES ELECTRICAS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORAS.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de limpieza y conexiones de tablero eléctrico de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento.

Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención
- Operador de máquina.

3. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención

4. Declaración de trabajo.

- Informar a operador de máquina inicio de labores de limpieza y reapriete de conexiones eléctricas de tablero.
- Eléctrico de mantenimiento debe accionar interruptor de energía y posteriormente retirar fusibles de la máquina.
- Eléctrico de mantenimiento debe enchufar a la red de energía aspiradora, para luego comenzar a aspirar tablero eléctrico con el propósito de aspirar polvo de este.
- Terminada la labor de aspirado eléctrico de mantenimiento debe comenzar a reapretar las conexiones eléctricas del tablero con perillero.

- Finalizada la actividad de reapriete eléctrico de mantenimiento debe reponer fusible de máquina, e interruptor de energía.
- Solicitar a operador encender máquina para que el eléctrico de mantenimiento evalúe la operación de la máquina.
- Informar a operador que ha finalizado actividad de limpieza y reapriete de conexiones eléctricas.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Aspiradora.
- Perillero.
- Tester.

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.
- Mascara desechable

2.6.3. PLAN DE DESARME Y LIMPIEZA DE SENSORES DE PROXIMIDAD FINALES DE CARRERA DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta actividad consiste en desarmar para realizar limpieza de finales de carrera superior e inferior de la cortina de laa máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora, con el propósito de evitar falla originadas por la instrumentación.

2. Descripción.

Realizar actividad de limpieza de sensores finales de carrera, desarmando estos limitadores para realizar reapriete de sus conexión y limpiarlo, ya que este con el tiempo se contamina con aceite y partículas de acero.

3. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Eléctrico de Mantención.
- Operador de máquina.

4. Objetivos.

- Realizar limpieza y reapriete de sensores de proximidad final de carrera.
- Evitar detenciones no programadas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.
- Valorizar la actividad de retiro y limpieza de tablero y conexiones eléctricas para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Paños atrapa polvo.
- Perillero.
- Destornillador de paleta y de cruz.
- Llave inglesa.
- Tester.

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar esta actividad es necesario informar al operador de máquina, con el propósito de que este detenga la máquina. El mantenedor eléctrico debe accionar interruptor corte de energía y retirar fusibles.

7. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención.

8. Tiempo estimado.

El tiempo se determinó midiendo la ejecución de la labor y este es de sesenta minutos, para el trabajo de limpieza de sensores de proximidad finales de carrera de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

9. Procedimiento.

- Procedimiento de desarme y limpieza de sensores de proximidad finales de carrera máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

Tabla 2-25. Costo para plan de sensores de proximidad finales de carrera máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Personal	H.H. de ejecución	Nº trabajadores	Nº Equipos	Costo unitario H.H. por máquina	Costo anual
Eléctrico de mantención	1	1	6	\$ 3.788	\$ 22.728
					\$ 22.728

El costo del plan de desarme y limpieza de sensores de proximidad finales de carrera máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora: \$22.728 pesos.

2.6.3.1. PROCEDIMIENTO DE DESARME Y LIMPIEZA DE SENSORES DE PROXIMIDAD FINALES DE CARRERA DE MAQUINAS GUILLOTINAS PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de desarme y limpieza de sensores de proximidad finales de carrera de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento.

Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Eléctrico de Mantención
- Operador de máquina.

3. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención

4. Declaración de trabajo.

- Informar a operador de máquina inicio de labores de desarme y limpieza de sensores de proximidad finales de carrera.
- Eléctrico de mantenimiento debe accionar interruptor de energía y posteriormente retirar fusibles de la máquina.

- Eléctrico de mantenimiento comenzara soltando los pernos de sujeción de ambos sensores de proximidad superior e inferior con llave inglesa, con el propósito de retirar los sensores de proximidad de su lugar de fijación.
- Comenzar a limpiar sensores con paños atrapa polvo retirando la grasa y partículas de acero.
- Terminada la actividad de limpieza el eléctrico de mantenimiento debe soltar con destornillador 2 tornillos para soltar la tapa de este y chequear las conexiones al interior para realizar el reapriete de estas con perillero.
- Cerrar tapa retirada y fijar tornillos para fijación de esta.
- Posicionar ambos sensores de proximidad finales de carrera en los extremos de la cortina de máquina, para ser fijados con los pernos de sujeción.
- Finalizada la actividad de limpieza y reapriete de sensores de proximidad eléctrico de mantenimiento debe reponer fusible de máquina e interruptor de energía.
- Solicitar a operador encender máquina para que eléctrico de mantenimiento evalúe la operación de la máquina.
- Informar a operador que ha finalizado actividad de limpieza y reapriete de conexiones eléctricas.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Paños.
- Perillero.
- Llave inglesa

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.

2.6.4. PLAN DE DESARME LIMPIEZA Y REVISION DE ELECTROVALVULAS DE MODULOS DE UNIDADES HIDRÁULICAS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta actividad consiste desarmar, limpiar y revisar las electroválvulas del módulo hidráulico, para revisar el estado de estos sistemas de control, con el propósito de evitar falla originadas por la instrumentación.

2. Descripción.

La actividad de desarme, limpieza y revisión de las electroválvulas de unidad hidráulica, labor a desarrollar por el personal de mantenimiento quienes deben chequear el estado del módulo chequeando sus componentes.

3. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Eléctrico de Mantención.
- Mecánico de mantención.
- Operador de máquina.

4. Objetivos.

- Desarmar módulo hidráulico.
- Limpiar y revisar electroválvulas de control.
- Evitar detenciones no programadas de máquina cizalla de guillotinas.
- Valorizar la actividad de desarme, limpieza y revisión de módulo de unidad hidráulica para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Paños.
- Juego de dados.
- Juego de llaves de punta.
- Juego de destornilladores.
- Perillero.
- Juego de llaves.
- Llave inglesa.
- Escalera de tijera.

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar esta actividad es necesario informar a operador de máquina, con el propósito de que este detenga su operación. El mantenedor eléctrico debe accionar interruptor corte de energía y retirar fusibles.

7. Responsables.

- Jefe de Mantenición.
- Eléctrico de Mantenición.
- Mecánico de mantención.

8. Tiempo estimado.

El tiempo estimado para el trabajo para la actividad de limpieza y revisión de electroválvulas de módulo de unidades hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora, es de cuatro horas, este se determinó recopilando información del personal de mantención que realizo esta labores anteriormente.

9. Procedimiento.

- Procedimiento de limpieza y revisión de electroválvulas de módulo de unidades hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

Tabla 2-26. Costo de H.H. del personal para plan de limpieza y revisión de electroválvulas de módulo de unidades hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Personal	H.H. de ejecución	N° trabajadores	N° Equipos	Costo unitario H.H. por máquina	Costo anual
Eléctrico de mantención	2	1	6	\$ 7.576	\$ 90.912
Mecánico Mantenedor	2	1	6	\$ 7.070	\$ 84.840
					\$ 175.752

El costo total del plan de limpieza y revisión de electroválvulas de módulo de unidades hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora tiene un valor de: \$ 175.752 pesos.

2.6.4.1. PROCEDIMIENTO DE DESARME LIMPIEZA Y REVISION DE ELECTROVALVULAS DE MODULOS DE UNIDADES HIDRAULICAS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de desarme limpieza y revisión de electroválvulas de módulo hidráulico de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento.

Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefatura de Mantención.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.
- Operador de máquina.

3. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.

4. Declaración de trabajo.

- Informar a operador de máquina inicio de labores de desarme limpieza y revisión de módulo hidráulico.
- Eléctrico de mantenimiento debe accionar interruptor de energía y posteriormente retirar fusibles de la máquina.
- Posicionar escalera de tijera en parte posterior de máquina junto a estanque hidráulico.

- Mecánico de mantenimiento debe asegurarse que la presión de los manómetros es “0”.
- Limpiar el exterior del módulo hidráulico con paños.
- Mecánico de mantenimiento debe soltar mangueras hidráulicas conectadas a módulo hidráulico con llaves de puntas.
- Soltar unión de fijación de módulo hidráulico con línea de succión.
- Retirar módulo hidráulico y llevarlo a taller de mantención.
- Despejar mesón de trabajo para iniciar actividad de mantención a módulo hidráulico.
- Comenzar a desarmar retirando electroválvulas de módulo hidráulico con llaves allen, llaves de punta, llave inglesa.
- Eléctrico de mantención debe chequear las bobinas de las electroválvulas midiendo con tester aislación y continuidad para asegurarse que se encuentran dentro de rangos admisibles.
- Mecánico de mantenimiento debe chequear sellos, juntas tóricas del módulo hidráulico una vez desarmado el módulo, y cambiar los que se encuentren con un aparente daño.
- Limpiar con paños y alcohol de propileno cada componente retirado exceptuando las bobinas de las electroválvulas.
- Comenzar a armar módulo hidráulico posicionando los sellos y juntas tóricas, y electroválvulas revisadas por eléctrico de mantenimiento.
- Llevar módulo hidráulico a máquina para comenzar su montaje con línea de succión.
- Conectar mangueras hidráulicas al módulo.
- Finalizada la actividad de desarme, limpieza y revisión de módulo hidráulico eléctrico de mantenimiento debe reponer fusible de la máquina, e interruptor de energía.
- Solicitar a operador encender máquina para que eléctrico de mantenimiento evalúe la operación de la máquina.
- Informar a operador que ha finalizado actividad de desarme, limpieza y revisión de módulo hidráulico.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Paños.
- Juego de dados.
- Juego de llaves de punta.

- Juego de destornilladores.
- Perillero.
- Juego de llaves.
- Llave inglesa.
- Escalera de tijera.

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.

2.6.5. PLAN DE CAMBIO DE ACEITE DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta actividad consiste en realizar cambio de aceite a máquinas hidráulicas de área de preparación de materiales: guillotinas, plegadoras y punzonadora, con el propósito de evitar fallas originadas por un aceite contaminado o con propiedades inadecuadas debido a un tiempo de operación prolongado.

2. Descripción.

La actividad de cambio de aceite hidráulico de máquinas consiste en extraer el fluido hidráulico del estanque de la máquina cizalla de guillotina, para posteriormente cargar el estanque con el fluido con propiedades adecuadas para el correcto funcionamiento de la máquina. Es una labor que ejecuta el personal de mantenimiento.

3. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención.
- Mecánico de mantención.
- Operador de cizalla guillotina.
- Operador de carro grúa horquilla.

4. Objetivos.

- Cambio de aceite hidráulico.
- Evitar detenciones no programadas de máquinas hidráulicas: guillotinas, plegadoras y punzonadora.
- Valorizar la actividad de cambio de aceite de máquinas hidráulicas para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Paños.
- Destornillador
- Llave de paso.
- Carro grúa horquilla.
- Aceite hidráulico.
- Juego de dados,

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar esta actividad es necesario informar a operador de máquina, con el propósito de que este detenga la máquina. El mantenedor eléctrico debe accionar interruptor corte de energía y retirar fusibles.

7. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención.
- Mecánico de mantención.

8. Tiempo estimado.

El tiempo se determinó midiendo la ejecución de la labor y este es de dos horas, para el trabajo cambio de aceite hidráulico para máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

9. Procedimiento.

- Procedimiento de cambio aceite de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

Tabla 2-27. Costo de H.H. del personal para plan de cambio aceite de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Personal	H.H. de ejecución	N° trabajadores	N° Equipos	Costo unitario H.H. por máquina	Costo anual
Mecánico de mantención	2	1	6	7070	\$ 42.420
Eléctrico de mantención	0,17	1	6	631	\$ 3.788
Operador grúa Horquilla	1	1	6	2525	\$ 15.150
					\$ 61.358

Tabla 2-28 Costo de materiales anual para plan de cambio aceite de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Máquinas	Costo
Guillotina Pasbi	\$ 370.090
Guillotina Shangai Huantu QC-12Y-10X3200	\$ 481.117
Guillotina Shangai Huantu QC-11Y-16X3200	\$ 555.135
Plegadora Iturrospe	\$ 518.126
Plegadora Siecctech	\$ 481.117
Punzonadora Whitney	\$ 259.063
	\$ 2.664.648

Tabla 2-29. Costo anual de H.H. y materiales para plan de cambio aceite de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

H.H. y materiales	Costo
H.H.	\$ 61.358
Materiales	\$ 2.664.648
	\$ 2.726.006

El costo total del plan de lubricación anual tiene un valor de: \$ 2.726.006 pesos.

2.6.5.1. PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE ACEITE DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de cambio de aceite, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento.

Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.
- Operadores de máquinas.
- Operador grúa horquilla,

3. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.

4. Declaración de trabajo.

- Informar a operadores de máquinas plegadoras, guillotinas y punzonadora inicio de cambio de aceite de máquinas hidráulicas.
- Eléctrico de mantenimiento debe accionar interruptor de energía y posteriormente retirar fusibles de la máquina hidráulicas.
- Posicionar tambor de recepción de aceite bajo tapón de vaciado de estanque.

- Abrir tapón de estanque con llave inglesa y retirar para que comience a drenar el fluido del estanque.
- Una vez vaciado el estanque el mecánico de mantenimiento debe soltar con juego de dados los pernos de sujeción de la tapa del estanque con el propósito de retirarla.
- Abrir tapa de tambor de aceite a vaciar en estanque con martillo y barretilla, para luego fijar con llave inglesa, una llave de paso donde se encuentra la tapa y verificar que esta quede cerrada.
- Jefe de mantención debe coordinar el apoyo de grúa horquilla con el propósito de que esta realice la tarea de levantar el tambor de aceite hidráulico a la altura de la tapa del estanque.
- Abrir llave lentamente de paso recientemente posicionada en tambor de aceite y verificar que el fluido comienza a salir por ella cayendo dentro de estanque de máquina hidráulica
- Cuando se vacié el tambor operador de carro grúa horquilla debe bajarlo para reemplazarlo por otro y mecánico de turno debe repetir la labor de abrir el tambor y fijar una llave de paso donde se encontraba la tapa.
- Posteriormente el operador de carro grúa debe nuevamente levantar tambor a la altura del estanque para que el mecánico de mantención abra la llave de paso para continuar cargando el estanque, el cual se cargara hasta que el nivel indicador llegue a su óptimo. Luego mecánico de mantención debe cerrar la llave de paso del tambor.
- Operador de carro grúa horquilla debe bajar el tambor de aceite y el mecánico de mantenimiento debe retirar la llave fijada al tambor con llave inglesa, y poner en su lugar la tapa que retiro anteriormente.
- Mecánico de mantención debe posicionar tapa de estanque para luego colocar pernos de fijación de esta con juego de dados.
- Eléctrico de mantención debe reponer fusible de máquina hidráulica, e interruptor de energía, para posteriormente encenderla y dejar operando 5 minutos la bomba del sistema hidráulico, en esta acción la máquina no debe operar realizando movimientos ya sea de corte, plegado o punzonados.
- Eléctrico de mantención debe detener la máquina para que el mecánico de mantención revise el nivel de fluido de aceite, y si este llega a su límite inferior de operación debe rellenarlo.
- Si fue necesario rellenar con aceite en necesario encender sistema hidráulico y dejar nuevamente operando este sistema durante 5 minutos, y chequear nuevamente el nivel de aceite, si este no varía se solicita al operador de máquina realizar trabajos ya sea de corte, punzonado o

plegado según sea el caso. El personal de mantención debe chequear la operación de la máquina con carga con el propósito de que la máquina quede en condiciones de trabajar.

- Informar a operador que ha finalizado actividad de cambio de aceite.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Paños.
- Destornillador
- Llave de paso.
- Carro grúa horquilla.
- Aceite hidráulico.
- Juego de dados,

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.

2.6.6. PLAN DE CAMBIO DE RODAMIENTOS DE MOTOR ELECTRICO DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta actividad consiste en realizar cambio de rodamientos de motores eléctricos de máquinas hidráulicas de área de preparación de materiales: guillotinas, plegadoras y punzonadora. Con el propósito de evitar fallas imprevistas en motor eléctrico de unidad hidráulica.

2. Descripción.

La actividad de cambio de rodamientos consiste en retirar los rodamientos de los motores eléctricos de las unidades hidráulicas para cambiarlos por otros nuevos. Esta labor es realizada por el personal de mantención.

3. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención.
- Mecánico de mantención.
- Operador de máquina.

4. Objetivos.

- Cambio de rodamientos de motores eléctricos.
- Evitar detenciones no programadas de máquinas hidráulicas: guillotinas, plegadoras y punzonadora.
- Valorizar la actividad de cambio de rodamientos de motor eléctrico de máquinas hidráulicas para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Paños.
- Destornillador
- Llaves punta.
- Juego de dados.
- Extractor de rodamientos.
- Rodamientos.
- Juego de llaves de punta.

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar esta actividad es necesario informar a operador de máquina, con el propósito de que este detenga la máquina. El mantenedor eléctrico debe accionar interruptor corte de energía y retirar fusibles.

7. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención.
- Mecánico de mantención.

8. Tiempo estimado.

El tiempo se determinó midiendo la ejecución de la labor y este es de cuatro horas, para el trabajo cambio de rodamientos de motores eléctricos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

9. Procedimiento.

- Procedimiento de cambio de rodamientos de motores eléctricos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

Tabla 2-30. Costo de H.H. del personal para plan de cambio de rodamientos de motores eléctricos a máquinas guillotinas, plegadoras y guillotinas.

Personal	H.H. de ejecución	N° trabajadores	N° Equipos	Costo unitario H.H.
Mecánico de mantención	4	1	6	\$ 84.840
Eléctrico de mantención	4	1	6	\$ 90.912
Operador grúa Horquilla	0,3	1	6	\$ 5.050
				\$ 180.802

Tabla 2-31. Costo de materiales anual para plan de cambio de rodamientos de motores eléctricos a máquinas guillotinas, plegadoras y guillotinas.

Materiales Rodamientos Máquinas	Identificación	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Guillotina Pasbi	6209 2RS1	\$ 17.897	2	\$ 35.794
Guillotina Shangai Huantu QC-12Y-10X3200	6310 2Z	\$ 33.323	2	\$ 66.646
Guillotina Shangai Huantu QC-11Y-16X3200	6311 2Z	\$ 41.715	2	\$ 83.430
Plegadora Iturrospe	6210 2RS1	\$ 15.256	2	\$ 30.511
Plegadora Siecctech	6210 2RZ	\$ 17.066	2	\$ 34.132
Punzonadora Whitney	6309 2Z	\$ 25.102	2	\$ 50.204
				\$ 300.718

Tabla 2-32. Costo anual de H.H. y materiales plan de cambio de rodamientos de motores eléctricos a máquinas guillotinas, plegadoras y guillotinas.

H.H. y materiales	Costo
Mantenedores	\$ 180.802
Materiales	\$ 300.718
	\$ 481.520

El costo total del plan de cambio de rodamientos de motores eléctricos a máquinas guillotinas, plegadoras y guillotinas es de \$481.520 pesos.

2.6.6.1. PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE RODAMIENTOS DE MOTORES ELECTRICOS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de cambio de rodamientos de motores eléctricos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento. Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefatura de Mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales,
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.
- Operadores de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

3. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.

4. Declaración de trabajo.

- Informar a operadores de máquinas plegadoras, guillotinas y punzonadora inicio de cambio de rodamientos de motor eléctrico de máquina.
- Eléctrico de mantenimiento debe accionar interruptor de energía y posteriormente retirar fusibles de la máquina hidráulicas.
- Mecánico de mantención debe desconectar el acoplamiento del motor eléctrico.

- Mecánico de mantención debe soltar pernos de fijación de las patas de motor eléctrico a estructura de máquina con juego de dados y llaves de punta.
- Una vez suelto el motor el jefe de mantención debe coordinar el apoyo de carro grúa horquilla, con el propósito de que esta apoye el retiro del motor eléctrico de la máquina hidráulica, y que lo lleve a taller de mantención.
- Mecánico de mantención debe retirar las tapas de ambos extremos del motor eléctrico con llaves de punta y juego de dados.
- Retirar los rodamientos de ambos extremos con el extractor.
- Montar rodamientos nuevos sobre eje de rotación de motor eléctrico.
- Posicionar ambas tapas en los extremos del motor y apretar pernos de sujeción con llaves de puntas y juego de dados.
- Eléctrico de mantenimiento debe realizar conectar motor eléctrico al banco de pruebas de taller con el propósito de chequear funcionamiento sin carga.
- Jefe de mantención debe coordinar retiro de motor del taller de mantención para ser llevado a máquina hidráulica.
- Mecánico de mantención debe posicionar motor eléctrico y conectarlo al acoplamiento con llave de punta y juego de dados, para luego fijar pernos de sujeción de motor a estructura de la máquina.
- Eléctrico de mantención debe conectar conexiones eléctricas según marcas realizadas con juego de destornilladores.
- Eléctrico de mantención debe reponer fusible de máquina hidráulica, e interruptor de energía, para posteriormente encenderla y dejar operando 5 minutos el sistema sin carga, para que sea evaluado por mecánico de mantención en caso de haber ruido anómalo.
- Informar a operador que ha finalizado actividad de cambio de rodamientos de motor eléctrico.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Paños.
- Destornillador
- Carro grúa horquilla.
- Llaves punta.
- Juego de dados.

- Extractor de rodamientos.
- Rodamientos.
- Juego de llaves de punta.

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.

2.6.7. PLAN DE CAMBIO DE RODAMIENTOS DE BOMBAS HIDRAULICAS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta actividad consiste en realizar cambio de rodamientos bombas hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora de área de preparación de materiales: guillotinas. Con el propósito de evitar fallas imprevistas en motor eléctrico de unidad hidráulica.

2. Descripción.

La actividad de cambio de cambio de rodamientos consiste en retirar los rodamientos de bombas hidráulicas de máquinas del área de preparación de materiales, y para cambiarlos por otros nuevos. Esta labor es realizada por el personal de mantención.

3. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Eléctrico de Mantención.
- Mecánico de mantención.
- Operador de máquina.

4. Objetivos.

- Cambio de rodamientos de bombas hidráulicas de máquinas.
- Evitar detenciones no programadas de máquinas hidráulicas: guillotinas, plegadoras y punzonadora.
- Valorizar la actividad de cambio de rodamientos de motor eléctrico de máquinas hidráulicas para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Paños.
- Destornillador
- Carro grúa horquilla.
- Llaves punta.
- Juego de dados.
- Extractor de rodamientos.
- Rodamientos.
- Juego de llaves de punta.

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar esta actividad es necesario informar a operador de máquina, con el propósito de que este detenga la máquina. El mantenedor eléctrico debe accionar interruptor corte de energía y retirar fusibles.

7. Responsables.

- Jefe de Mantenición.
- Eléctrico de Mantenición.
- Mecánico de mantención.

8. Tiempo estimado.

El tiempo se determinó midiendo la ejecución de la labor y este es de cuatro horas, para el trabajo cambio de rodamientos de bombas hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

9. Procedimiento.

- Procedimiento de cambio de rodamientos de bomba hidráulica de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

Tabla 2-33. Costo de H.H. del personal para plan de rodamientos de bomba hidráulica.

Personal	H.H. de ejecución	N° trabajadores	N° Equipos	Costo unitario H.H.
Mecánico de mantención	4	1	6	\$ 84.840
Eléctrico de mantención	4	1	6	\$ 90.912
Operador grúa Horquilla	0,3	1	6	\$ 5.050
				\$ 180.802

Tabla 2-34. Costo de materiales anual para plan de cambio de rodamientos de bombas hidráulicas a máquinas guillotinas, plegadoras y guillotinas.

Materiales Rodamientos Máquinas	Identificación	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Guillotina Pasbi	4209 ATN	\$ 49.236	2	\$ 98.472
Guillotina Shangai Huantu QC-12Y-10X3200	NUP 2210 ECP	\$ 49.480	2	\$ 98.960
Guillotina Shangai Huantu QC-11Y-16X3200	NJ 310 ECP	\$ 27.357	2	\$ 54.714
Plegadora Iturrospe	UN 211 ECP	\$ 41.549	2	\$ 83.098
Plegadora Siecctech	N 310 ECP	\$ 34.204	2	\$ 68.408
Punzonadora Whitney	4210 ATN	\$ 54.625	2	\$ 109.250
				\$ 512.902

Tabla 2-35. Costo anual de H.H. y materiales plan de cambio de rodamientos de bombas hidráulicas a máquinas guillotinas, plegadoras y guillotinas.

H.H. y materiales	Costo
H.H.	\$ 180.802
Materiales	\$ 512.902
	\$ 693.704

El costo total del plan de cambio de rodamientos de bombas hidráulicas a máquinas guillotinas, plegadoras y guillotinas es de \$693.704 pesos.

2.6.7.1. PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE RODAMIENTOS DE BOMBAS HIDRAULICAS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de cambio de rodamientos de bombas hidráulicas de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento. Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefatura de Mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.
- Operadores de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

3. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.

4. Declaración de trabajo.

- Informar a operadores de máquinas plegadoras, guillotinas y punzonadora inicio de cambio de rodamientos a motores eléctricos de máquinas hidráulicas.
- Eléctrico de mantenimiento debe accionar interruptor de energía y posteriormente retirar fusibles de la máquina hidráulicas.

- Eléctrico de mantención debe desconectar conexión de motor eléctrico con juego de destornilladores, y marcar los cables de conexión.
- Mecánico de mantención debe desconecta eje motor eléctrico al acoplamiento.
- Mecánico de mantención debe soltar pernos de fijación de las patas de motor eléctrico a estructura de máquina con juego de dados y llaves de punta.
- Una vez suelto el motor jefe de mantención debe coordinar el apoyo de carro grúa horquilla, con el propósito de que esta apoye el retiro del motor eléctrico de la máquina hidráulica, y que lo lleve a taller de mantención.
- Mecánico de mantención debe retirar las tapas de ambos extremos del motor eléctrico con llaves de punta y juego de dados.
- Retirar los rodamientos de ambos extremos con el extractor.
- Montar rodamientos nuevos sobre eje de rotación de motor eléctrico.
- Posicionar ambas tapas en los extremos del motor y apretar pernos de sujeción con llaves de puntas y juego de dados.
- Eléctrico de mantenimiento debe realizar conectar motor eléctrico al banco de pruebas de taller con el propósito de chequear funcionamiento sin carga.
- Jefe de mantención debe coordinar retiro de motor del taller de mantención para ser llevado a máquina hidráulica.
- Mecánico de mantención debe posicionar motor eléctrico y conectarlo al acoplamiento con llave de punta y juego de dados, para luego fijar pernos de sujeción de motor a estructura de la máquina.
- Eléctrico de mantención debe conectar conexiones eléctricas según marcas realizadas con juego de destornilladores.
- Eléctrico de mantención debe reponer fusible de máquina hidráulica, e interruptor de energía, para posteriormente encenderla y dejar operando 5 minutos el sistema sin carga, para que sea evaluado por mecánico de mantención en caso de haber ruido anómalo.
- Informar a operador que ha finalizado actividad de cambio de rodamientos de motor eléctrico.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Paños.
- Destornillador

- Carro grúa horquilla.
- Llaves punta.
- Juego de dados.
- Extractor de rodamientos.
- Rodamientos.
- Juego de llaves de punta.

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.

2.6.8. PLAN DE CAMBIO DE PACKING DE ACTUADORES HIDRAULICOS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Específico.

Esta actividad consiste en realizar cambio packing de actuadores hidráulicos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora de área de preparación de materiales: guillotinas. Con el propósito de evitar fallas imprevistas en el accionamiento hidráulico.

2. Descripción.

La actividad de cambio de packing consiste en retirar dos actuadores hidráulicos de las máquinas plegadoras, guillotinas y uno para la máquina punzonadora, para cambiarlos. Esta labor es realizada por el personal de mantención.

3. Alcance.

- Jefe de Mantención.
- Supervisor de área de preparación de materiales.
- Eléctrico de Mantención.
- Mecánico de mantención.
- Operador de máquina.

4. Objetivos.

- Cambiar los packing de los actuadores hidráulicos.
- Evitar detenciones no programadas de máquinas hidráulicas: guillotinas, plegadoras y punzonadora.
- Valorizar la actividad de cambio de rodamientos de motor eléctrico de máquinas hidráulicas para elaboración de presupuesto anual.

5. Recursos utilizados.

- Destornillador
- Carro grúa horquilla.
- Llaves punta.
- Juego de dados.
- Juego de llaves de punta.
- Escalera de tijera.

6. Precauciones y observaciones.

Al realizar esta actividad es necesario informar a operador de máquina, con el propósito de que este detenga la máquina. El mantenedor eléctrico debe accionar interruptor corte de energía y retirar fusibles.

7. Responsables.

- Jefe de Mantenición.
- Eléctrico de Mantenición.
- Mecánico de mantención.

8. Tiempo estimado.

El tiempo se determinó midiendo la ejecución de la labor y este es de cuatro horas, para el trabajo cambio de packing de actuadores hidráulicos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

9. Procedimiento.

- Procedimiento de cambio de packing de actuadores hidráulicos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

10. Costos.

A continuación se ilustra el costo semanal de H.H. para llevar a cabo la actividad de lubricación.

Tabla 2-36. Costo de H.H. del personal para plan de cambio de packing de actuadores hidráulicos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Personal	H.H. de ejecución	Nº trabajadores	Nº Equipos	Costo unitario H.H.
Mecánico de mantención	4	1	6	\$ 84.840
Eléctrico de mantención	4	1	6	\$ 90.912
Operador grúa Horquilla	0,3	1	6	\$ 5.050
				\$ 180.802

Tabla 2-37. Costo de materiales anual para plan de cambio de packing de actuadores hidráulicos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

Materiales Packing Máquinas	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Guillotina Pasbi	\$ 75.420	2	\$ 150.840
Guillotina Shangai Huantu QC-12Y-10X3200	\$ 275.968	2	\$ 551.936
Guillotina Shangai Huantu QC-11Y-16X3200	\$ 358.400	2	\$ 716.800
Plegadora Iturrospe	\$ 96.300	2	\$ 192.600
Plegadora Siecctech	\$ 297.472	2	\$ 594.944
Punzonadora Whitney	\$ 53.928	1	\$ 53.928
			\$ 2.261.048

Tabla 2-38. Costo anual de H.H. y materiales para plan de cambio de packing de actuadores hidráulicos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

H.H. y materiales	Costo
Personal	\$ 180.802
Materiales	\$ 2.261.048
	\$ 2.441.850

El costo total del plan de cambio de packing de actuadores hidráulicos de máquinas guillotinas, plegadoras y guillotinas es de \$2.441.850 pesos.

2.6.8.1. PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE PACKING DE ACTUADORES HIDRAULICOS DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

1. Propósito.

El propósito de este procedimiento es describir la actividad de cambio de packing de actuadores hidráulicos de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora, y a la vez generar documentación que permita respaldar las labores realizadas por el personal de mantenimiento. Junto con lo anterior que este procedimiento sea ingresado a manual de procedimientos de sistema de gestión de la empresa, que se encuentra certificada en ISO 9001.

2. Alcance.

- Jefatura de Mantención.
- Supervisor de área preparación de materiales.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.
- Operadores de máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora.

3. Responsables.

- Jefe de Mantención.
- Eléctrico de Mantención
- Mecánico de Mantención.

4. Declaración de trabajo.

- Informar a operadores de máquina que iniciara actividad de cambio de packing de actuadores hidráulicos de máquinas plegadoras, guillotinas y punzonadora.
- Eléctrico de mantenimiento debe accionar interruptor de energía y posteriormente retirar fusibles de la máquina hidráulicas.

- Mecánico de mantenimiento debe revisar que la presión del sistema hidráulico es “0”. y posteriormente soltar las 2 mangueras que llegan al actuador.
- Posicionar escalera de tijera junto a actuador hidráulico de lado derecho, y luego debe soltar las dos mangueras que llegan al actuador.
- Comenzar a soltar pernos de fijación con llaves de punta y juego de dados, una vez sueltos debe retirar el actuador hidráulico.
- Posicionar escalera de tijera junto a actuador hidráulico de lado izquierdo, y luego debe soltar las dos mangueras que llegan al actuador e identificarlas con una marca.
- Comenzar a soltar pernos de fijación con llaves de punta y juego de dados, una vez sueltos debe retirar el actuador hidráulico.
- Jefe de mantención debe coordinar el apoyo de un carro grúa horquilla para llevar los actuadores al taller de mantención.
- Soltar las cuatro tuercas de cada actuador hidráulico con llaves de puntas y juego de dados, con el propósito de retirar las tapas de ambos extremos y para retirar el cilindro con el émbolo.
- Limpiar el interior del actuador con paños que no liberen pelusas.
- Extraer packing de cada embolo y cambiarlos por el juego nuevo.
- Montar el cilindro dentro del cuerpo del actuador hidráulico, y colocar ambas tapas en el actuador.
- Jefe de mantención debe solicitar apoyo de carro grúa horquilla para retirar los actuadores hidráulicos del taller y llevarlos a la máquina.
- Montar los actuador en lado derecho de máquina y fijarlos con pernos con llaves de puntas y conectar mangueras hidráulicas anteriormente marcadas.
- Montar los actuador en lado izquierdo de máquina y fijarlos con pernos con llaves de puntas y conectar mangueras hidráulicas anteriormente marcadas.
- Eléctrico de mantención debe reponer fusible de máquina hidráulica, e interruptor de energía, para posteriormente encenderla y dejar operando la máquina, con el propósito de que el mecánico de mantenimiento revise si hay filtración en los actuadores o ruidos anómalos en el sistema.
- Informar a operador que ha finalizado actividad de cambio de packing de actuadores hidráulicos.

5. Herramientas y equipos requeridos.

- Paños.
- Destornillador
- Carro grúa horquilla.
- Llaves punta.
- Juego de dados.
- Extractor de rodamientos.
- Rodamientos.
- Juego de llaves de punta.

6. Implementos de seguridad.

- Lentes de seguridad.
- Guantes de cabretilla.
- Protector auditivo.
- Zapatos de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.

2.7. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINAS GUILLOTINAS, PLEGADORAS Y PUNZONADORA.

Se realiza programa de mantención considerando overhaul para las máquinas guillotinas, plegadoras y punzonadora con el propósito de realizar las actividades:

- Cambio filtro de unidad hidráulica.
- Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas.
- Desarmar y limpiar finales de carrera de cortina.
- Desarmar limpiar y revisar electroválvulas de unidad hidráulica.
- Cambio de aceite hidráulico.
- Cambio de rodamientos de motor eléctrico.
- Cambio de packing de actuadores hidráulicos.
- Cambio de rodamientos de bomba de unidad hidráulica.

Los programas de mantenimiento están adjuntados en los anexos página n°143.

CAPITULO 3: EVALUACION ECONOMICA Y DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO.

3. EVALUACION ECONOMICA E INDICADORES DE MANTENIMIENTO.

El objetivo de este capítulo es realizar una evaluación económica y de mantenimiento con el propósito de cuantificar los costos de implementación del plan y los resultados que se esperan en el ámbito de los indicadores de gestión del mantenimiento.

3.1. EVALUACION ECONOMICA.

3.1.1 EVALUACION ECONOMICA DEL PLAN DE LUBRICACION.

La siguiente tabla ilustra evaluación H.H. del plan de lubricación:

Plan de lubricación	Costo
Guillotina Pasbi	4,16
Guillotina Shangai Huantu QY-10-10X3200	6,93
Guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200	8,67
Plegadora Iturrospe	5,20
Plegadora Siecctech	8,67
Punzonadora Whitney	6,93
	40,56

Tabla 3-1. H.H. de plan de lubricación.

La tabla anterior ilustra las horas hombre necesarias para la implementación del plan anual de lubricación, las cuales son 40,56 horas, un tiempo aceptable para llevar a cabo las actividades a ejecutar en las seis máquinas que conforman el área de preparación de materiales.

Las tablas: 2-1; 2-2; 2-3 de la página n°32 ilustran los costos de implementación del plan de lubricación para las seis máquinas que conforman el área de preparación de materiales.

El costo total del plan anual es de \$399.062 pesos lo cual es aceptable, considerando que la implementación del plan evitará detenciones no programadas y protegerá los mecanismos que se encuentran en constante fricción.

Las máquinas que conforman el área donde se implementará el presente plan de lubricación tiene una importancia vital para el proceso de producción, lo que justifica plenamente la elaboración de la propuesta.

3.1.2 EVALUACION ECONOMICA DEL PLAN DE MANTENCION.

El plan preventivo propuesto es evaluado en un periodo anual, bienio, trienio y cuatrienio debido a que existen actividades de mantenimiento que poseen una frecuencia de 36 y 48 meses por lo cual es necesario realizar dicha evaluación.

La siguiente tabla ilustra evaluación H.H. del plan de mantención en un periodo de 12 meses:

Tabla 3-2. H.H. de plan de mantención evaluado en 12 meses.

Plan	H.H.
Lubricación de máquinas	41
Limpieza y revisión de filtro unidad hidráulica	4
Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas	6
Limpieza y revisión de finales de carrera cortina	6
Limpieza y revisión de electroválvulas de unidad hidráulica	24
Cambio de aceite hidráulico	19
	100

La siguiente tabla ilustra el costo del plan de mantención preventiva en un periodo de 12 meses.

Tabla 3-3. Costo de plan de mantención evaluado en 12 meses.

Plan	Costo
Lubricación de máquinas	\$ 399.062
Limpieza y revisión de filtro unidad hidráulica	\$ 101.269
Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas	\$ 66.110
Limpieza y revisión de finales de carrera cortina	\$ 22.728
Limpieza y revisión de electroválvulas de unidad hidráulica	\$ 175.752
Cambio de aceite hidráulico	\$ 2.726.006
	\$ 3.490.927

La siguiente tabla ilustra evaluación H.H. del plan de mantención en un periodo de 24 meses:

Tabla 3-4. H.H. de plan de mantención evaluado en 24 meses

Plan	H.H.
Lubricación de máquinas	82
Limpieza y revisión de filtro unidad hidráulica	8
Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas	12
Limpieza y revisión de finales de carrera cortina	12
Limpieza y revisión de electroválvulas de unidad hidráulica	48
Cambio de aceite hidráulico	38
Cambio de rodamientos de motor eléctrico	50
	250

La siguiente tabla ilustra el costo del plan de mantención preventiva en un periodo de 24 meses.

Tabla 3-5. Costo de plan de mantención evaluado en 24 meses.

Plan	Costo
Lubricación de máquinas	\$ 798.124
Limpieza y revisión de filtro unidad hidráulica	\$ 202.538
Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas	\$ 132.220
Limpieza y revisión de finales de carrera cortina	\$ 45.456
Limpieza y revisión de electroválvulas de unidad hidráulica	\$ 351.504
Cambio de aceite hidráulico	\$ 5.452.012
Cambio de rodamientos de motor eléctrico	\$ 481.520
	\$ 7.463.374

La siguiente tabla ilustra evaluación H.H. del plan de mantención en un periodo de 36 meses:

Tabla 3-6. H.H. de plan de mantención evaluado en 36 meses

Plan	H.H.
Lubricación de máquinas	122
Limpieza y revisión de filtro unidad hidráulica	12
Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas	18
Limpieza y revisión de finales de carrera cortina	18
Limpieza y revisión de electroválvulas de unidad hidráulica	72
Cambio de aceite hidráulico	57
Cambio de rodamientos de motor eléctrico	50
Cambio de packing de actuadores hidráulicos	50
	399

La siguiente tabla ilustra el costo del plan de mantención preventiva en un periodo de 36 meses.

Tabla 3-7. Costo de plan de mantención evaluado en 36 meses.

Plan	Costo
Lubricación de máquinas	\$ 1.197.186
Limpieza y revisión de filtro unidad hidráulica	\$ 303.807
Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas	\$ 198.330
Limpieza y revisión de finales de carrera cortina	\$ 68.184
Limpieza y revisión de electroválvulas de unidad hidráulica	\$ 527.256
Cambio de aceite hidráulico	\$ 8.178.018
Cambio de rodamientos de motor eléctrico	\$ 481.520
Cambio de rodamientos de bomba de unidad hidráulica	\$ 693.704
	\$ 11.648.005

La siguiente tabla ilustra evaluación H.H. del plan de mantención en un periodo de 48 meses:

Tabla 3-8. H.H. de plan de mantención evaluado en 48 meses

Plan	H.H.
Lubricación de máquinas	164
Limpieza y revisión de filtro unidad hidráulica	16
Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas	24
Limpieza y revisión de finales de carrera cortina	24
Limpieza y revisión de electroválvulas de unidad hidráulica	96
Cambio de aceite hidráulico	76
Cambio de rodamientos de motor eléctrico	50
Cambio de packing de actuadores hidráulicos	50
Cambio de rodamientos de bomba unidad hidráulica	50
	550

La siguiente tabla ilustra el costo del plan de mantención preventiva en un periodo de 48 meses.

Tabla 3-9. Costo de plan de mantención evaluado en 48 meses.

Plan	Costo
Lubricación de máquinas	\$ 1.596.248
Limpieza y revisión de filtro unidad hidráulica	\$ 405.076
Limpieza y reapriete de conexiones eléctricas	\$ 264.440
Limpieza y revisión de finales de carrera cortina	\$ 90.912
Limpieza y revisión de electroválvulas de unidad hidráulica	\$ 703.008
Cambio de aceite hidráulico	\$ 10.904.024
Cambio de rodamientos de motor eléctrico	\$ 963.040
Cambio de rodamientos de bomba de unidad hidráulica	\$ 693.704
Cambio de packing de actuadores hidráulicos	\$ 2.441.850
	\$ 18.062.302

El costo del plan del mantenimiento de preventivo es de \$18.062.302 pesos considerando el periodo de cuatro años por el cual es evaluado el plan. Este es un costo aceptable considerando que es necesario realizar actividades de mantenimiento preventivo con el propósito de evitar detenciones no programadas que impacten el proceso de producción, lo que se justifica considerando que el área de preparación de materiales es el inicio del proceso de producción de un transformador eléctrico, por lo que una falla de una máquina impacta en los plazos de entrega de los equipos.

El plan de mantenimiento fortalecerá la competitividad de la empresa debido a que el mercado actualmente requiere acortar los plazos de entrega, siendo este una importante cualidad al momento de licitar proyectos que requiere el mercado.

3.2. EVALUACION DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO.

Para la evaluación de este indicador se recopilieron datos considerando estimaciones del personal de mantención, debido a que no existen datos estadísticos de:

- NP: Numero de fallos.
- TP: Tiempo parada de detención.
- TF: Tiempo medio de funcionamiento.

Lo anterior es información relevante para medir la eficiencia de la gestión del área de mantención.

La evaluación de los indicadores de mantenimiento se realizara considerando:

- Estimación de datos según información recopilada por personal de mantención. Actuales sin considerar la implementación del presente plan de mejoras.
- Estimación de indicadores considerando la implementación del plan de mantención.

Lo anterior con el propósito cuantificar los indicadores de mantención es necesario considerar:

- cálculo de indicador de mantenibilidad se considera formula página 20
- cálculo de indicador de confiabilidad se considera la fórmula de la página 21.
- cálculo de indicador de disponibilidad se considera formula de página 18.

El tiempo de evaluación se considera para un periodo de 48 meses debido a que hay actividades que se realizan cada 4 años. Las jornadas de trabajo son de 45 horas semanales. A continuación se realiza cálculo de horas para un periodo de anual y de cuatro años.

$$TO = HS \times NS$$

$$TO = 45 \times 52$$

$$TO = 2340$$

Dónde:

TO: tiempo de operación anual.

HS: horas funcionamiento semanal.

NS: número de semanas del año.

$$TOC = TO \times 4$$

$$TOC = 2340 \times 4$$

$$TOC = 9360$$

Dónde:

TOC: tiempo de operación cuatrienio.

3.2.1. CALCULO DE MANTENIBILIDAD.

3.2.1.1. CALCULO DE MANTENIBILIDAD PARA GUILLOTINA PASBI.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre reparaciones de máquina guillotina Pasbi:

Tabla 3-10 Indicador actual de Mantenibilidad de guillotina Pasbi.

Indicadores de Mantenibilidad sin implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	8	8	1	1,00
Conexiones eléctricas sueltas	12	8	1,5	0,67
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	12	8	1,5	0,67
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	48	4	12	0,08
Aceite hidráulico con propiedades	25	4	6,3	0,16
Rodamiento de motor eléctrico dañados	17	2	8,7	0,12
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45	1	45	0,02
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9	1	8,7	0,12
Total	176	36	4,90	0,20

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre reparaciones con implementación del plan de mantención en máquina guillotina Pasbi.

Tabla 3-11 Indicador de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención guillotina Pasbi.

Indicadores de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	5	8	0,7	1,50
Conexiones eléctricas sueltas	8	8	1,0	1,00
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	8	8	1,0	1,00
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	32	4	8,0	0,13
Aceite hidráulico con propiedades	13	4	3,2	0,32
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9	2	4,3	0,23
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	8	1	7,6	0,13
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4	1	4,3	0,23
Total	87	36	2,41	0,42

3.2.1.2. CALCULO DE MANTENIBILIDAD PARA GUILLOTINA SHANGAI HUANTU QY-12-10x3200.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre reparaciones de máquina guillotina Shanghai Huantu QY-12-10X3200:

Tabla 3-12 Indicador actual de Mantenibilidad de guillotina Shanghai Huantu QY-12-10X3200

Indicadores de Mantenibilidad sin implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	8	8	1	1,00
Conexiones eléctricas sueltas	12	8	1,5	0,67
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	12	8	1,5	0,67
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	48	4	12	0,08
Aceite hidráulico con propiedades	25	4	6,3	0,16
Rodamiento de motor eléctrico dañados	17	2	8,7	0,12
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	405	1	405	0,002
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9	1	8,7	0,12
Total	536	36	14,90	0,07

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre reparaciones con implementación del plan de mantención en máquina guillotina QY-12-10X3200.

Tabla 3-13 Indicador de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención de máquina guillotina Shanghai Huantu QY-12-10X3200

Indicadores de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	5	8	0,7	1,50
Conexiones eléctricas sueltas	8	8	1,0	1,00
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	8	8	1,0	1,00
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	32	4	8,0	0,13
Aceite hidráulico con propiedades	13	4	3,2	0,32
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9	2	4,3	0,23
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	8	1	7,6	0,13
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4	1	4,3	0,23
Total	87	36	2,41	0,42

3.2.1.3. CALCULO DE MANTENIBILIDAD PARA GUILLOTINA SHANGAI HUANTU QY-11-16x3200.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre reparaciones de máquina guillotina Shanghai Huantu QY-11-16X3200:

Tabla 3-14 Indicador actual de Mantenibilidad de guillotina Shanghai Huantu QY-11-16X3200

Indicadores de Mantenibilidad sin implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	8	8	1,0	1,00
Conexiones eléctricas sueltas	12	8	1,5	0,67
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	12	8	1,5	0,67
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	135	4	33,8	0,03
Aceite hidráulico con propiedades	25	4	6,3	0,16
Rodamiento de motor eléctrico dañados	17	2	8,7	0,12
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45	1	45,0	0,022
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9	1	8,7	0,12
Total	263	36	7,31	0,14

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre reparaciones con implementación del plan de mantención en máquina guillotina QY-11-10X3200.

Tabla 3-15 Indicador de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención de máquina guillotina Shanghai Huantu QY-11-16X3200

Indicadores de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	5	8	0,7	1,50
Conexiones eléctricas sueltas	8	8	1,0	1,00
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	8	8	1,0	1,00
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	32	4	8,0	0,13
Aceite hidráulico con propiedades	13	4	3,2	0,32
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9	2	4,3	0,23
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	8	1	7,6	0,13
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4	1	4,3	0,23
Total	87	36	2,41	0,42

3.2.1.4. CALCULO DE MANTENIBILIDAD PARA PLEGADORA ITURROSPE.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre reparaciones de máquina plegadora Iturrospe:

Tabla 3-16 Indicador actual de Mantenibilidad de plegadora Iturrospe.

Indicadores de Mantenibilidad sin implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	8	8	1,0	1,00
Conexiones eléctricas sueltas	12	8	1,5	0,67
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	12	8	1,5	0,67
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	135	4	33,8	0,03
Aceite hidráulico con propiedades	25	4	6,3	0,16
Rodamiento de motor eléctrico dañados	17	2	8,7	0,12
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45	1	45,0	0,022
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9	1	8,7	0,12
Pedalera	189	1	189,0	0,01
Total	452	37	12,23	0,08

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre reparaciones con implementación del plan de mantención en máquina plegadora Iturrospe.

Tabla 3-17 Indicador de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención de máquina plegadora Iturrospe.

Indicadores de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	5	8	0,7	1,50
Conexiones eléctricas sueltas	8	8	1,0	1,00
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	8	8	1,0	1,00
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	32	4	8,0	0,13
Aceite hidráulico con propiedades	13	4	3,2	0,32
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9	2	4,3	0,23
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	8	1	7,6	0,13
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4	1	4,3	0,23
Total	87	36	2,41	0,42

3.2.1.5. CALCULO DE MANTENIBILIDAD PARA PLEGADORA SIECCTECH.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre reparaciones de máquina plegadora Siecctech:

Tabla 3-18 Indicador actual de Mantenibilidad de plegadora Siecctech.

Indicadores de Mantenibilidad sin implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	8	8	1,0	1,00
Conexiones eléctricas sueltas	12	8	1,5	0,67
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	12	8	1,5	0,67
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	48	4	12,0	0,08
Aceite hidráulico con propiedades	25	4	6,3	0,16
Rodamiento de motor eléctrico dañados	17	2	8,7	0,12
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45	1	45,0	0,02
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9	1	8,7	0,12
Total	176	36	4,90	0,20

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre reparaciones con implementación del plan de mantención en máquina plegadora Siecctech.

Tabla 3-19 Indicador de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención de máquina plegadora Siecctech.

Indicadores de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	5	8	0,7	1,50
Conexiones eléctricas sueltas	8	8	1,0	1,00
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	8	8	1,0	1,00
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	32	4	8,0	0,13
Aceite hidráulico con propiedades	13	4	3,2	0,32
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9	2	4,3	0,23
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	8	1	7,6	0,13
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4	1	4,3	0,23
Total	87	36	2,41	0,42

3.2.1.6. CALCULO DE MANTENIBILIDAD PARA PUNZONADORA WHITNEY.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre reparaciones de máquina punzonadora Whitney:

Tabla 3-20 Indicador actual de Mantenibilidad de punzonadora Whitney.

Indicadores de Mantenibilidad sin implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	8	8	1,0	1,00
Conexiones eléctricas sueltas	12	8	1,5	0,67
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	12	8	1,5	0,67
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	48	4	12,0	0,08
Aceite hidráulico con propiedades	25	4	6,3	0,16
Rodamiento de motor eléctrico dañados	17	2	8,7	0,12
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45	1	45,0	0,02
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9	1	8,7	0,12
Driver y controladores	180	6	30,0	0,03
Total	356	42	8,48	0,12

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre reparaciones con implementación del plan de mantención en máquina punzonadora Whitney.

Tabla 3-21 Indicador de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención de máquina punzonadora Whitney.

Indicadores de Mantenibilidad con implementación de plan de mantención				
Fallas	TP	NP	MTTR	μ
Filtro obstruido	5	8	0,7	1,50
Conexiones eléctricas sueltas	8	8	1,0	1,00
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	8	8	1,0	1,00
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	32	4	8,0	0,13
Aceite hidráulico con propiedades	13	4	3,2	0,32
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9	2	4,3	0,23
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	8	1	7,6	0,13
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4	1	4,3	0,23
Total	87	36	2,41	0,42

3.2.1.7. ANALISIS DE EVALUACION INDICADOR DE MANTENIBILIDAD.

Las tablas ilustran el impacto de los indicadores de mantenibilidad y tasa de reparación, al evaluarlos considerando la implementación del plan de mantenimiento preventivo, debido a que este considera las detenciones programadas con los recursos necesarios ya sean en horas hombre y materiales, lo cual aumenta el indicador de mantenibilidad afectado por el tiempo de reparación el que disminuye, y la tasa de reparación se acrecienta.

Lo anterior confirma la importancia de planificar las actividades del área de mantención, debido a que si estas se coordinan inciden positivamente en los indicadores de gestión de mantenimiento.

Destaca la importancia de la gestión necesaria para contar con los recursos para las fechas para las cuales se han programado las detenciones de las máquinas.

3.2.2. CALCULO DE CONFIABILIDAD.

3.2.2.1. CALCULO DE CONFIABILIDAD PARA GUILLOTINA PASBI.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre fallas de máquina guillotina Pasbi:

Tabla 3-22 Indicador actual de Confiabilidad de guillotina Pasbi

Indicadores de Confiabilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9352	8	1169
Conexiones eléctricas sueltas	9348	8	1168,5
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9348	8	1168,5
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9312	4	2328
Aceite hidráulico con propiedades	9335	4	2333,7
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9343	2	4671,3
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9315	1	9315,00
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9351	1	9351,3
Total	74704	36	2075,10

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre fallas con implementación del plan de mantención en máquina guillotina Pasbi.

Tabla 3-23 Indicador de Confiabilidad con implementación de plan de mantención guillotina Pasbi

Indicadores de Confiabilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9355	8	1169,3
Conexiones eléctricas sueltas	9352	8	1169,0
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9352	8	1169,0
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9328	4	2332,0
Aceite hidráulico con propiedades	9347	4	2336,8
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9351	2	4675,7
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9352	1	9352,4
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9356	1	9355,7
Total	74793	36	2077,59

3.2.2.2. CALCULO DE CONFIABILIDAD PARA GUILLOTINA SHANGAI HUANTU QY-12-10X3200.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre fallas de máquina guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200:

Tabla 3-24 Indicador actual de Confiabilidad de guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200

Indicadores de Confiabilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9352	8	1169
Conexiones eléctricas sueltas	9348	8	1168,5
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9348	8	1168,5
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9312	4	2328
Aceite hidráulico con propiedades	9335	4	2333,7
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9343	2	4671,3
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	8955	1	8955,00
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9351	1	9351,3
Total	74344	36	2065,10

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre fallas con implementación del plan de mantención en máquina guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200.

Tabla 3-25 Indicador de Confiabilidad con implementación de plan de mantención guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200.

Indicadores de Confiabilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9355	8	1169,3
Conexiones eléctricas sueltas	9352	8	1169,0
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9352	8	1169,0
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9328	4	2332,0
Aceite hidráulico con propiedades	9347	4	2336,8
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9351	2	4675,7
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9352	1	9352,4
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9356	1	9355,7
Total	74793	36	2077,59

3.2.2.3. CALCULO DE CONFIABILIDAD PARA GUILLOTINA SHANGAI HUANTU QY-16-16X3200.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre fallas de máquina guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200:

Tabla 3-26 Indicador actual de Confiabilidad de guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200

Indicadores de Confiabilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9352	8	1169
Conexiones eléctricas sueltas	9348	8	1168,5
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9348	8	1168,5
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9225	4	2306,25
Aceite hidráulico con propiedades	9335	4	2333,7
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9343	2	4671,3
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9315	1	9315,00
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9351	1	9351,3
Total	74617	36	2072,69

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre fallas con implementación del plan de mantención en máquina guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200.

Tabla 3-27 Indicador de Confiabilidad con implementación de plan de mantención guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200.

Indicadores de Confiabilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9355	8	1169,3
Conexiones eléctricas sueltas	9352	8	1169,0
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9352	8	1169,0
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9328	4	2332,0
Aceite hidráulico con propiedades	9347	4	2336,8
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9351	2	4675,7
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9352	1	9352,4
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9356	1	9355,7
Total	74793	36	2077,59

3.2.2.4. CALCULO DE CONFIABILIDAD PARA PLEGADORA ITURROSPE.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre fallas de máquina plegadora Iturrospe:

Tabla 3-28 Indicador actual de Confiabilidad de plegadora Iturrospe.

Indicadores de Confiabilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9352	8	1169
Conexiones eléctricas sueltas	9348	8	1168,5
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9348	8	1168,5
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9225	4	2306,25
Aceite hidráulico con propiedades	9335	4	2333,7
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9343	2	4671,3
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9315	1	9315,00
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9351	1	9351,3
Total	74617	36	2072,69

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre fallas con implementación del plan de mantención en máquina plegadora Iturrospe.

Tabla 3-29 Indicador de Confiabilidad con implementación de plan de mantención plegadora Iturrospe.

Indicadores de Confiabilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9355	8	1169,3
Conexiones eléctricas sueltas	9352	8	1169,0
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9352	8	1169,0
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9328	4	2332,0
Aceite hidráulico con propiedades	9347	4	2336,8
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9351	2	4675,7
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9352	1	9352,4
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9356	1	9355,7
Total	74793	36	2077,59

3.2.2.5. CALCULO DE CONFIABILIDAD PARA PLEGADORA SIECCTECH.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre fallas de máquina plegadora Siecctech:

Tabla 3-30 Indicador actual de Confiabilidad de plegadora Siecctech.

Indicadores de Confiabilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9352	8	1169
Conexiones eléctricas sueltas	9348	8	1168,5
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9348	8	1168,5
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9312	4	2328
Aceite hidráulico con propiedades	9335	4	2333,7
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9343	2	4671,3
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9315	1	9315,00
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9351	1	9351,3
Total	74704	36	2075,10

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre fallas con implementación del plan de mantención en máquina plegadora Siecctech.

Tabla 3-31 Indicador de Confiabilidad con implementación de plan de mantención plegadora Siecctech.

Indicadores de Confiabilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9355	8	1169,3
Conexiones eléctricas sueltas	9352	8	1169,0
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9352	8	1169,0
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9328	4	2332,0
Aceite hidráulico con propiedades	9347	4	2336,8
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9351	2	4675,7
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9352	1	9352,4
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9356	1	9355,7
Total	74793	36	2077,59

3.2.2.6. CALCULO DE CONFIABILIDAD PARA PUNZONADORA WHITNEY.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de tiempo medio entre fallas de máquina punzonadora Whitney:

Tabla 3-32 Indicador actual de Confiabilidad de punzonadora Whitney.

Indicadores de Confiabilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9352	8	1169
Conexiones eléctricas sueltas	9348	8	1168,5
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9348	8	1168,5
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9312	4	2328
Aceite hidráulico con propiedades	9335	4	2333,7
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9343	2	4671,3
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9315	1	9315,00
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9351	1	9351,3
Total	74704	36	2075,10

A continuación se ilustra tabla de indicador de tiempo medio entre fallas con implementación del plan de mantención en máquina punzonadora Whitney

Tabla 3-33 Indicador de Confiabilidad con implementación de plan de mantención punzonadora Whitney.

Indicadores de Confiabilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	TF	NP	MTBF
Filtro obstruido	9355	8	1169,3
Conexiones eléctricas sueltas	9352	8	1169,0
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	9352	8	1169,0
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	9328	4	2332,0
Aceite hidráulico con propiedades	9347	4	2336,8
Rodamiento de motor eléctrico dañados	9351	2	4675,7
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	9352	1	9352,4
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	9356	1	9355,7
Total	74793	36	2077,59

3.2.2.7. ANALISIS DE EVALUACION INDICADOR CONFIABILIDAD.

Las tablas ilustran un bajo impacto en el indicador de confiabilidad debido a que el plan de mantenimiento es preventivo, y este no hace hincapié en conseguir el máximo provecho de la vida útil de los componentes de un equipo o máquina, ya que los cambios de este se realizan bajo un programa de mantenimiento para cada máquina.

Según lo anterior el mantenimiento predictivo hace uso de equipos e instrumentos que permiten diagnosticar una falla, con aplicaciones del uso de la estadística que permite realizar seguimiento de mediciones realizadas, y lograr determinar cuándo un componente se encuentra en la etapa final de su vida útil o sea próximo a causar una falla o avería.

3.2.3. CALCULO DE DISPONIBILIDAD.

3.2.3.1. CALCULO DE DISPONIBILIDAD PARA GUILLOTINA PASBI.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de disponibilidad de máquina guillotina Pasbi:

Tabla 3-34 Indicador actual de Disponibilidad de guillotina Pasbi

Indicadores de Disponibilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	1,0	1169,0	99,91%
Conexiones eléctricas sueltas	1,5	1168,5	99,87%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,5	1168,5	99,87%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	12,0	2328,0	99,49%
Aceite hidráulico con propiedades	6,3	2333,7	99,73%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	8,7	4671,3	99,81%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45,0	9315,0	99,52%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	8,7	9351,3	99,91%
			99,49%

A continuación se ilustra tabla de indicador de disponibilidad con implementación del plan de mantención en máquina guillotina Pasbi.

Tabla 3-35 Indicador de disponibilidad con implementación de plan de mantención guillotina Pasbi

Indicadores de Disponibilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	0,7	1169,3	99,94%
Conexiones eléctricas sueltas	1,0	1169,0	99,91%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,0	1169,0	99,91%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	8,0	2332,0	99,66%
Aceite hidráulico con propiedades	3,2	2336,8	99,86%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	4,3	4675,7	99,91%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	7,6	9352,4	99,92%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4,3	9355,7	99,95%
			99,66%

3.2.3.2. CALCULO DE DISPONIBILIDAD PARA GUILLOTINA SHANGAI HUANTU QY-12-10X3200.

A continuación se ilustra tabla de indicador disponibilidad de máquina guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200:

Tabla 3-36 Indicador actual de disponibilidad de guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200

Indicadores de Disponibilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	1,0	1169,0	99,91%
Conexiones eléctricas sueltas	1,5	1168,5	99,87%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,5	1168,5	99,87%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	12,0	2328,0	99,49%
Aceite hidráulico con propiedades	6,3	2333,7	99,73%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	8,7	4671,3	99,81%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	405,0	8955,0	95,67%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	8,7	9351,3	99,91%
			95,67%

A continuación se ilustra tabla de indicador de disponibilidad con implementación del plan de mantención en máquina guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200.

Tabla 3-37 Indicador de disponibilidad con implementación de plan de mantención guillotina Shangai Huantu QY-12-10X3200.

Indicadores de Disponibilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	0,7	1169,3	99,94%
Conexiones eléctricas sueltas	1,0	1169,0	99,91%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,0	1169,0	99,91%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	8,0	2332,0	99,66%
Aceite hidráulico con propiedades	3,2	2336,8	99,86%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	4,3	4675,7	99,91%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	7,6	9352,4	99,92%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4,3	9355,7	99,95%
			99,66%

3.2.3.3. CALCULO DE DISPONIBILIDAD PARA GUILLOTINA SHANGAI HUANTU QY-16-16X3200.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de disponibilidad máquina guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200:

Tabla 3-38 Indicador actual de disponibilidad de guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200

Indicadores de Disponibilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	1,0	1169,0	99,91%
Conexiones eléctricas sueltas	1,5	1168,5	99,87%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,5	1168,5	99,87%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	33,8	2306,3	98,56%
Aceite hidráulico con propiedades	6,3	2333,7	99,73%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	8,7	4671,3	99,81%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45,0	9315,0	99,52%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	8,7	9351,3	99,91%
			98,56%

A continuación se ilustra tabla de indicador de disponibilidad con implementación del plan de mantención en máquina guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200.

Tabla 3-39 Indicador de disponibilidad con implementación de plan de mantención guillotina Shangai Huantu QY-11-16X3200.

Indicadores de Disponibilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	0,7	1169,3	99,94%
Conexiones eléctricas sueltas	1,0	1169,0	99,91%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,0	1169,0	99,91%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	8,0	2332,0	99,66%
Aceite hidráulico con propiedades	3,2	2336,8	99,86%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	4,3	4675,7	99,91%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	7,6	9352,4	99,92%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4,3	9355,7	99,95%
			99,66%

3.2.3.4. CALCULO DE DISPONIBILIDAD PARA PLEGADORA ITURROSPE.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de disponibilidad de máquina plegadora Iturrospe:

Tabla 3-40 Indicador actual de disponibilidad de plegadora Iturrospe.

Indicadores de Disponibilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	1,0	1169,0	99,91%
Conexiones eléctricas sueltas	1,5	1168,5	99,87%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,5	1168,5	99,87%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	33,8	2306,3	98,56%
Aceite hidráulico con propiedades	6,3	2333,7	99,73%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	8,7	4671,3	99,81%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45,0	9315,0	99,52%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	8,7	9351,3	99,91%
			98,56%

A continuación se ilustra tabla de indicador de disponibilidad con implementación del plan de mantención en máquina plegadora Iturrospe.

Tabla 3-41 Indicador de disponibilidad con implementación de plan de mantención plegadora Iturrospe.

Indicadores de Disponibilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	0,7	1169,3	99,94%
Conexiones eléctricas sueltas	1,0	1169,0	99,91%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,0	1169,0	99,91%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	8,0	2332,0	99,66%
Aceite hidráulico con propiedades	3,2	2336,8	99,86%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	4,3	4675,7	99,91%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	7,6	9352,4	99,92%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4,3	9355,7	99,95%
			99,66%

3.2.3.5. CALCULO DE DISPONIBILIDAD PARA PLEGADORA SIECCTECH.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de disponibilidad plegadora Siecctech:

Tabla 3-42 Indicador actual de disponibilidad de plegadora Siecctech.

Indicadores de Disponibilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	1,0	1169,0	99,91%
Conexiones eléctricas sueltas	1,5	1168,5	99,87%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,5	1168,5	99,87%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	12,0	2328,0	99,49%
Aceite hidráulico con propiedades	6,3	2333,7	99,73%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	8,7	4671,3	99,81%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45,0	9315,0	99,52%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	8,7	9351,3	99,91%
			99,49%

A continuación se ilustra tabla de indicador de disponibilidad con implementación del plan de mantención en máquina plegadora Siecctech.

Tabla 3-43 Indicador de disponibilidad con implementación de plan de mantención plegadora Siecctech.

Indicadores de Disponibilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	0,7	1169,3	99,94%
Conexiones eléctricas sueltas	1,0	1169,0	99,91%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,0	1169,0	99,91%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	8,0	2332,0	99,66%
Aceite hidráulico con propiedades	3,2	2336,8	99,86%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	4,3	4675,7	99,91%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	7,6	9352,4	99,92%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4,3	9355,7	99,95%
			99,66%

3.2.3.6. CALCULO DE DISPONIBILIDAD PARA PUNZONADORA WHITNEY.

A continuación se ilustra tabla de indicador actual de disponibilidad de máquina punzonadora Whitney:

Tabla 3-44 Indicador actual de disponibilidad de punzonadora Whitney

Indicadores de Disponibilidad sin implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	1,0	1169,0	99,91%
Conexiones eléctricas sueltas	1,5	1168,5	99,87%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,5	1168,5	99,87%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	12,0	2328,0	99,49%
Aceite hidráulico con propiedades	6,3	2333,7	99,73%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	8,7	4671,3	99,81%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	45,0	9315,0	99,52%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	8,7	9351,3	99,91%
			99,49%

A continuación se ilustra tabla de indicador de disponibilidad con implementación del plan de mantención en máquina punzonadora Whitney

Tabla 3-45 Indicador de disponibilidad con implementación de plan de mantención punzonadora Whitney.

Indicadores de Disponibilidad con implementación de plan de mantención			
Fallas	MTTR	MTTF	D
Filtro obstruido	0,7	1169,3	99,94%
Conexiones eléctricas sueltas	1,0	1169,0	99,91%
Finales de carrera fuera de posición o sueltos	1,0	1169,0	99,91%
Electroválvulas de unidad hidráulica defectuosas	8,0	2332,0	99,66%
Aceite hidráulico con propiedades	3,2	2336,8	99,86%
Rodamiento de motor eléctrico dañados	4,3	4675,7	99,91%
Packing de actuadores hidráulicos defectuosos	7,6	9352,4	99,92%
Rodamientos de bomba hidráulica dañados	4,3	9355,7	99,95%
			99,66%

3.2.3.7. ANALISIS DE EVALUACION INDICADOR DISPONIBILIDAD.

Las tablas ilustran un bajo impacto en el indicador de disponibilidad debido a se entendía que las fallas que causaban principalmente las detenciones impactaban mayormente en este indicador. Sin embargo el estudio realizado demuestra que estas no influyen mayormente en el largo plazo.

Se considera como indicador el menor valor calculado debido a que este pondera la disponibilidad que posee la máquina evaluando cada falla en los componentes que inciden en este indicador.

El análisis realizado es una valiosa experiencia que permitió comprender la importancia de aterrizar y cuantificar los eventos que causan las detenciones de las máquinas. Lo anterior permite medir variables que permiten tomar decisiones que permitan mejorar la gestión del mantenimiento.

CONCLUSIONES.

Se realiza plan de mantenimiento preventivo para el área de preparación de materiales, desarrollando la estrategia que permita mejorar o mantener aceptables los indicadores de producción de la planta.

El presente plan describe detalladamente la planta, procesos y equipos, que conforman la fabricación transformadores, salas eléctricas, subestaciones y ferretería eléctrica, Con el propósito de comprender la operación del área.

Se recopila información que permitió realizar evaluación de los principales indicadores de mantenimiento, se destaca que la información evaluada solo fue estimada ya que no se posee esta misma documentada estadísticamente.

Se logra desarrollar un plan de mantenimiento preventivo el que considera procedimientos, programas, fichas de máquina y los planes de las actividades a desarrollar. Lo anterior contribuye a documentar los trabajos realizados y que estos sean un aporte al sistema de gestión de calidad ISO 9001.

Se realizan los análisis de los indicadores de mantenimiento como disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad más la evaluación económica, permitiendo concluir que se justifica plenamente la implementación del plan de mantenimiento preventivo. El que permite cuantificar indicadores de gestión, los costos del presente plan.

Se comprende la importancia de planificar las actividades de mantenimiento para cumplir con una de las máximas de la ingeniería ya que siempre es mejor poseer un plan a no tener ninguno.

BIBLIOGRAFIA.

- Rodrigo Pascual J., Manual del Ingeniero de mantenimiento, Versión 2.0 2005
- Haroldo Romero, Apuntes de Asignatura de Mantenimiento Industrial Universidad Técnica Federico Santa María 2012.

ANEXOS.

MAQUINA PUNZONADORA.

Especificaciones Técnicas:

- Operación: Control numérico Computarizado.
- Tipo de herramienta Manual
- Tipo de marco: “C “
- Máxima capacidad: 30 toneladas.
- Tipo de accionamiento: Hidráulico.
- Funciones auxiliares: Cizallamiento, Interruptor de presión,
- Dimensiones de la máquina: 170 in x 85 in
- Peso de la máquina: 3285 kilos.

Datos de la mesa:

- Tamaño: 170 in x 40 in.
- Rango de ejes: x: 72 in ; y: 30 in.
- Velocidad de la tabla: eje x: 600 in/min ; eje y: 600 in/min
- Profundidad de la garganta: 30 in
- Material deslizamiento: Roller ball

Herramienta:

- Tipo de herramienta: Manual.
- Número de estaciones: 1
- Numero de herramientas: 1



Vista lateral de máquina punzonadora Whitney.



Vista frontal de máquina punzonadora Whitney.

MAQUINAS GUILLOTINAS DE EMPRESA SCHAFFNER.

La empresa Schaffner posee 3 máquinas guillotinas las que se ilustran a continuación:

Guillotina Shangai Huantu modelo QC-12-10X3200.



Guillotina Shangai Huantu modelo QC-12Y-10X3200.

Especificaciones:

- Capacidad de corte: 10 mm (acero)
- Longitud de corte: 3200 mm
- Cortes por minuto: 8 a 35
- Máxima distancia de tope trasero: 750 mm
- Angulo de la cuchilla 0,5° a 2,5°
- Garganta: 100 mm
- Potencia motor principal: 11 kW
- Peso: 9300 kg
- Dimensiones: 3860 mm ; 1870 mm ; 2170 mm
- Altura de la mesa de trabajo: 750 mm

Guillotina Shangai Huantu modelo QY-11-16X3200.



Guillotina Shangai Huantu modelo QC-11Y-16X3200.

Especificaciones:

- Capacidad de corte: 16 mm (acero)
- Longitud de corte: 3200 mm
- Cortes por minuto: 12 a 20
- Máxima distancia de tope trasero: 750 mm
- Angulo de la cuchilla 0,5° a 2,5°
- Garganta: 130 mm
- Potencia motor principal: 22 kW
- Peso: 10000 kg
- Dimensiones: 3970 mm ; 1850 mm ; 2315 mm
- Altura de la mesa de trabajo: 800 mm

Guillotina Pasbi.



Guillotina Pasbi CPH 36.

Especificaciones:

- Capacidad de corte: 6 mm (acero)
- Longitud de corte: 3100 mm
- Cortes por minuto: 10 a 15
- Máxima distancia de tope trasero: 500 mm
- Angulo de la cuchilla 0,5° a 3°
- Garganta: 800 mm
- Potencia motor principal: 14 kW
- Peso: 7800 kg
- Dimensiones: 3760 mm ; 1730 mm ; 2105 mm
- Altura de la mesa de trabajo: 650 mm

MAQUINAS PLEGADORAS DE EMPRESA SCHAFFNER.

La empresa Schaffner posee dos máquinas plegadoras las que se describen a continuación:

Máquina plegadora Iturrospe CNO HAP-3600-200.



Plegadora Iturrospe.

Especificaciones:

- Fuerza máxima: 200 toneladas.
- Largo útil de la mesa: 3600 mm
- Abertura máxima 452 mm
- Carrera máxima 200 mm
- Profundidad de garganta: 400 mm
- Velocidad de aproximación: 100 mm/s
- Velocidad de trabajo: 9 mm/s
- Velocidad de retroceso: 90mm/s
- Potencia del motor principal: 15kW
- Capacidad tanque hidráulico: 200 litros.
- Peso máximo: 13500 kilos.

Máquina plegadora Siecctech WC67Y.



Plegadora Siecctech.

Especificaciones:

- Fuerza nominal: 125 ton
- Longitud de la mesa: 3200 mm
- Profundidad de la garganta : 320 mm
- Velocidad de salida del embolo: 60 mm/s
- Velocidad de retorno del embolo 40 mm/s
- Potencia del motor: 7,5 kW
- Modelo del motor: Y132M-4
- RPM del motor: 1440
- Dimensión: 3290 mm ; 1400 mm ; 2400 mm
- Presión máxima de trabajo del sistema hidráulico: 25 MPa
- Peso 7500 kilos.

Tabla de factores de ponderación de Criticidad.

Cuantificación de datos técnicos de mantención	
FRECUENCIA DE FALLAS	
Mayor a 30 fallas/año	5
Entre 15 y 30 fallas/año	4
Entre 5 y 15 fallas/año	3
Menos de 5 fallas/año	2
Menos de 2 fallas/año	1
IMPACTO OPERACIONAL	
Parada inmediata del 100% del proceso	6
Afecta menos del 100% y más 75% de la producción	5
Afecta menos del 75%	4
Afecta menos del 50% de la producción	3
Afecta menos del 25% de la producción	2
No afecta la producción	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
La reparación dura entre una semana y un mes	6
La reparación dura entre 24 horas y una semana	5
La reparación dura entre 8 y 24 horas	4
La reparación dura más de 8 horas	3
La reparación dura entre 8 y 2 horas	2
La reparación dura 2 horas o menos horas	1
COSTO DE MANTENIMIENTO	
Mayor o igual a \$10.000.000	5
Entre \$1.000.000 y \$3.000.000	4
Entre \$500.000 y \$1.000.000	3
Menor o igual a \$500.000	2
Menor o igual a \$100.000	1
IMPACTO SA	
La falla provoca un efecto grave de seguridad y/o al medio ambiente	6
La falla provoca un efecto leve de seguridad y/o al medio ambiente	3
La falla no provoca un efecto de seguridad y/o al medio ambiente	1

Tabla factores de ponderación de criticidad.

MATRIZ Y GRAFICOS DE CRITICIDAD DE GUILLOTINA PASBI.

Pasbi.

COMPONENTES	Fallas de Frecuencia	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costos de mantenimiento	Impacto SA	Consecuencia	Criticidad	Criticidads Acumulada	F.absoluta %	F.relativa
Packing de actuadores hidraulicos	1	3	5	4	1	20	20	20	17,54	17,54
Rodamientos de motor electrico	1	3	5	1	1	17	17	37	14,91	32,46
Rodamientos de bomba hidraulica	1	3	5	1	1	17	17	54	14,91	47,37
Modulo hidraulico	1	3	2	3	6	15	15	69	13,16	60,53
Falla electricas	2	3	1	1	1	5	10	79	8,77	69,30
Finales de carrera	2	3	1	1	1	5	10	89	8,77	78,07
Acete hidraulico	1	3	2	3	1	10	10	99	8,77	86,84
Lubricacion	2	3	1	1	1	5	10	109	8,77	95,61
Filtro de unidad hidraulica	1	3	1	1	1	5	5	114	4,39	100,00

T

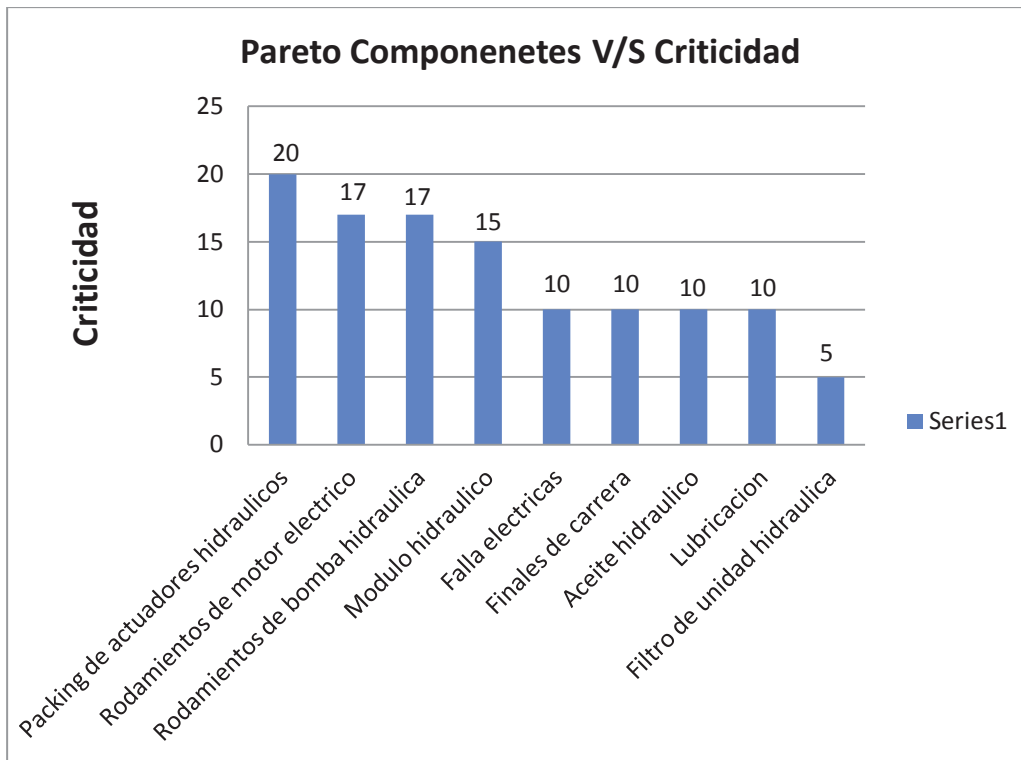


Grafico Pareto matriz de matriz criticidad guillotina Pasbi.

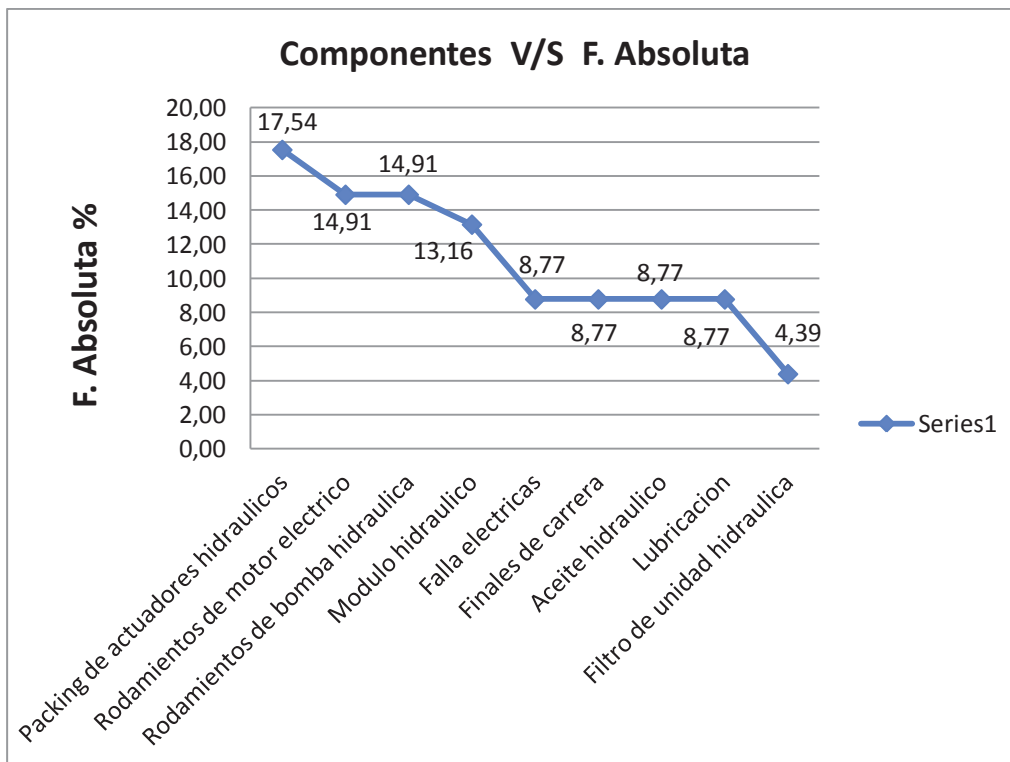


Grafico Componentes V/S Frecuencia absoluta.

MATRIZ Y GRAFICOS DE CRITICIDAD DE GUILLOTINA SHANGAI HUANTU
MODELO QC-12Y-10X3200.

exhibición	Costos de	Impacto
operacional	mantenimiento	SA
5	4	1
5	1	1
5	1	1
2	3	6
2	3	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1

Tabla de criticidad de guillotina Shanghai Huantu modelo QC-12Y-10X3200.

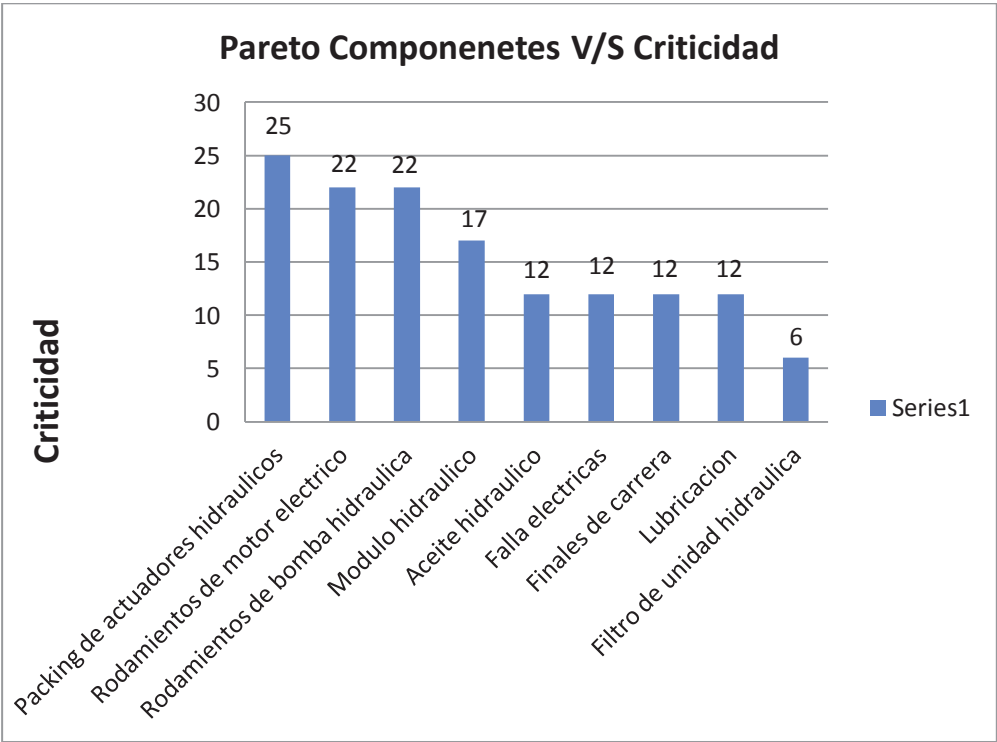


Grafico Pareto matriz de matriz criticidad guillotina Shanghai Huantu QC-12Y-10X3200.

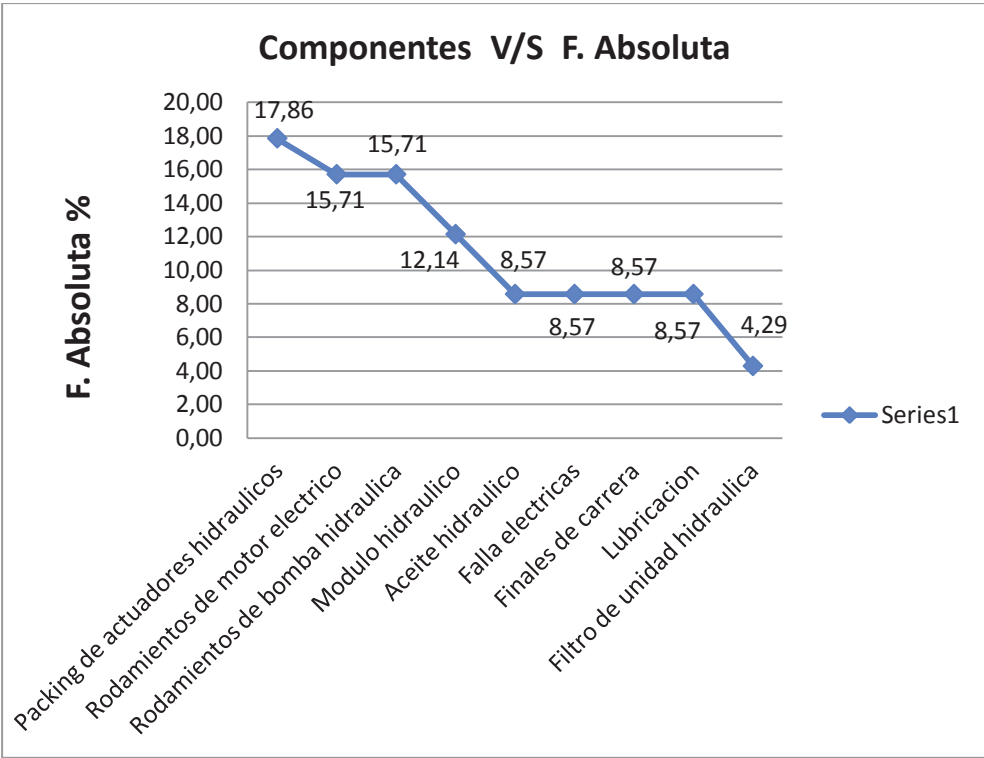
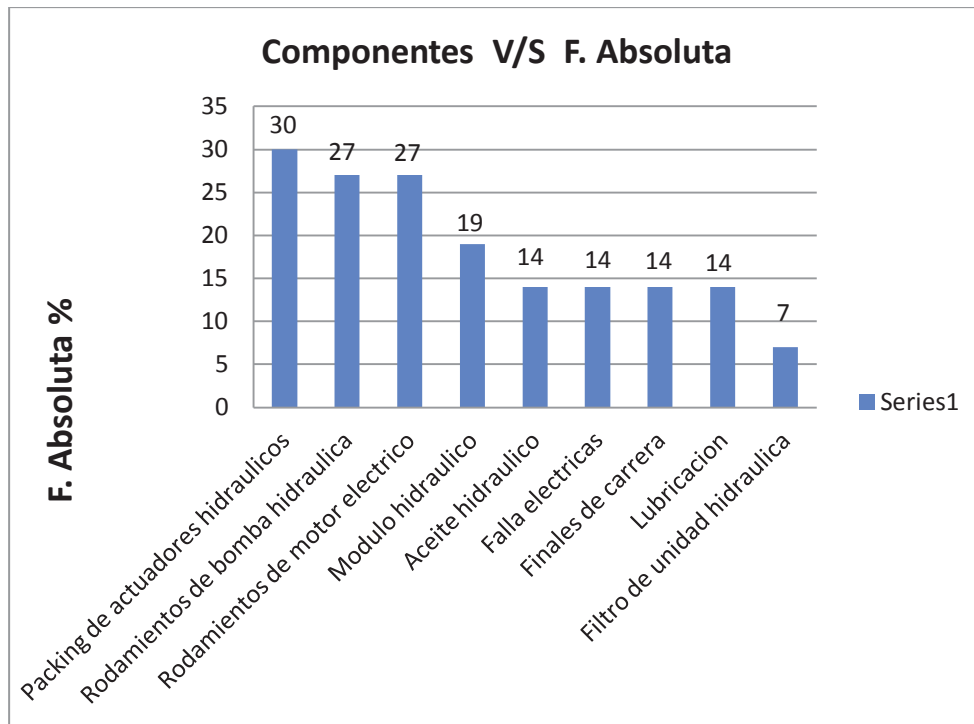


Grafico Componentes V/S Frecuencia absoluta guillotina Shangai Huantu QC-12Y-10X3200.

MATRIZ Y GRAFICOS DE CRITICIDAD DE GUILLOTINA SHANGAI HUANTU MODELO QC-11Y-16X3200.

Probabilidad racional	Costos de mantenimiento	Impacto Sha
5	4	1
5	1	1
5	1	1
2	3	6
2	3	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1

Tabla de criticidad de guillotina Shangai Huantu modelo QC-12Y-10X3200.



Grafic Pareto matriz de matriz criticidad guillotina Shangai Huantu QC-12Y-10X3200

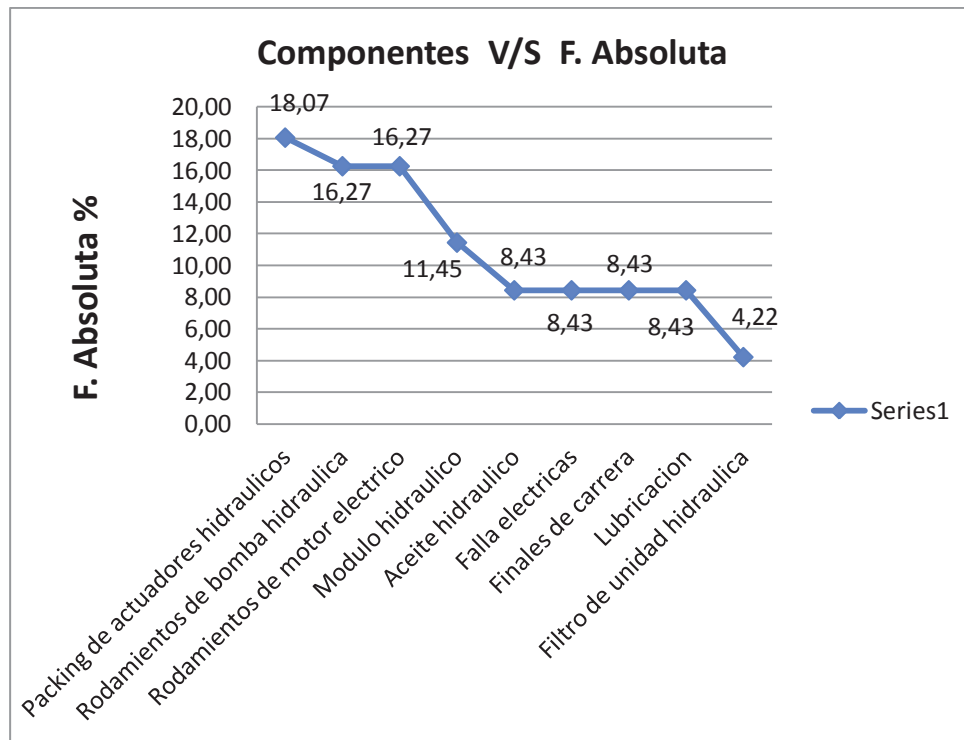


Grafico Componentes V/S Frecuencia absoluta guillotina Shangai Huantu QC-11Y-16X3200.

MATRIZ Y GRAFICOS DE CRITICIDAD DE PLEGADORA SIECCTECH.

exhibición operacional	Costos de mantenimiento	Impacto SA
5	4	1
5	1	1
5	1	1
2	3	6
2	3	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1

Tabla de criticidad plegadora Siecctech.

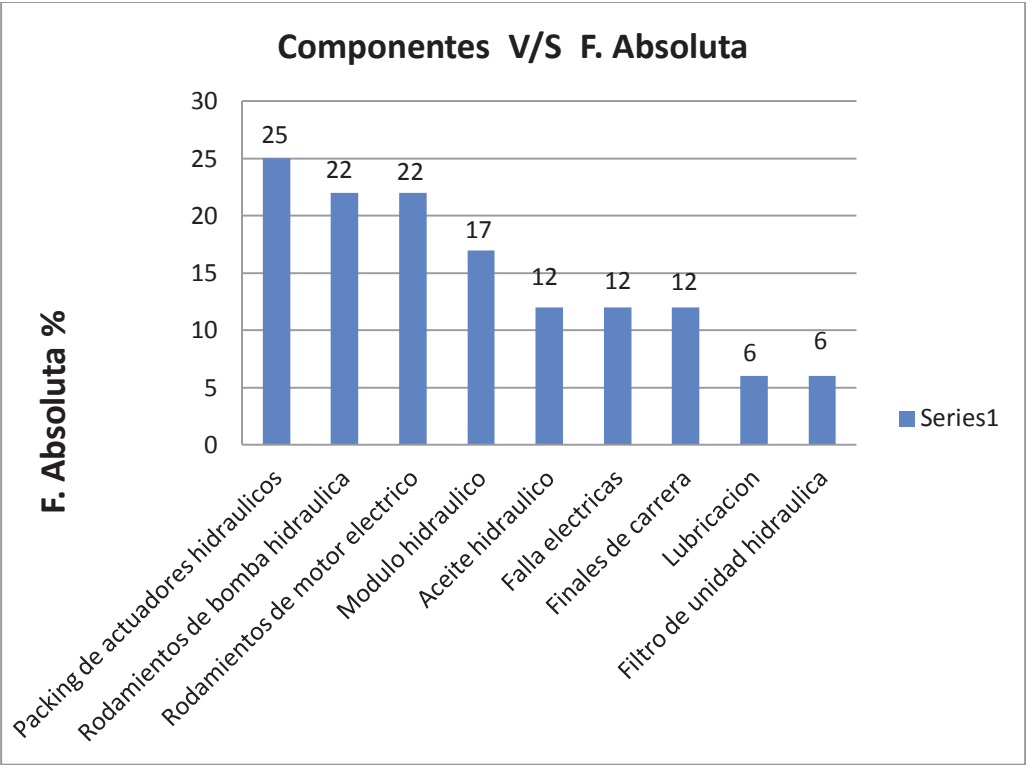


Grafico Pareto matriz de matriz criticidad plegadora Siecctech.

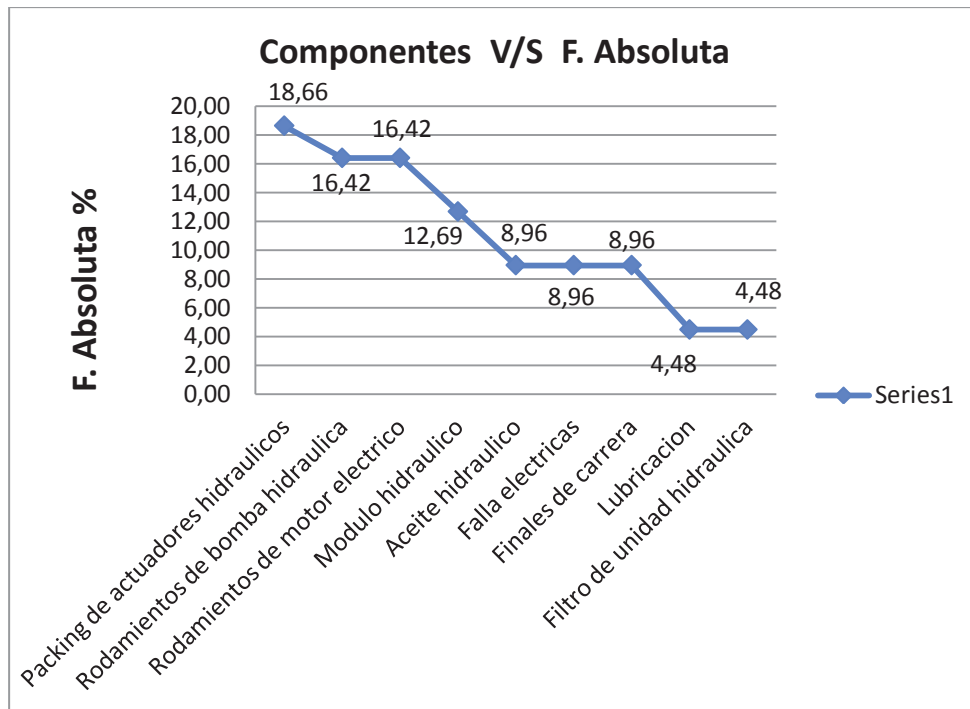


Grafico Componentes V/S Frecuencia absoluta de plegadora Siecctech.

MATRIZ Y GRAFICOS DE CRITICIDAD DE PLEGADORA ITURROSPE.

Importancia	Costos de mantenimiento	Impacto \$A	C _r
5	4	1	
5	1	1	
5	1	1	
2	3	6	
2	3	1	
1	1	1	
1	1	1	
1	1	1	
1	1	1	

Tabla de criticidad plegadora Iturrospe.

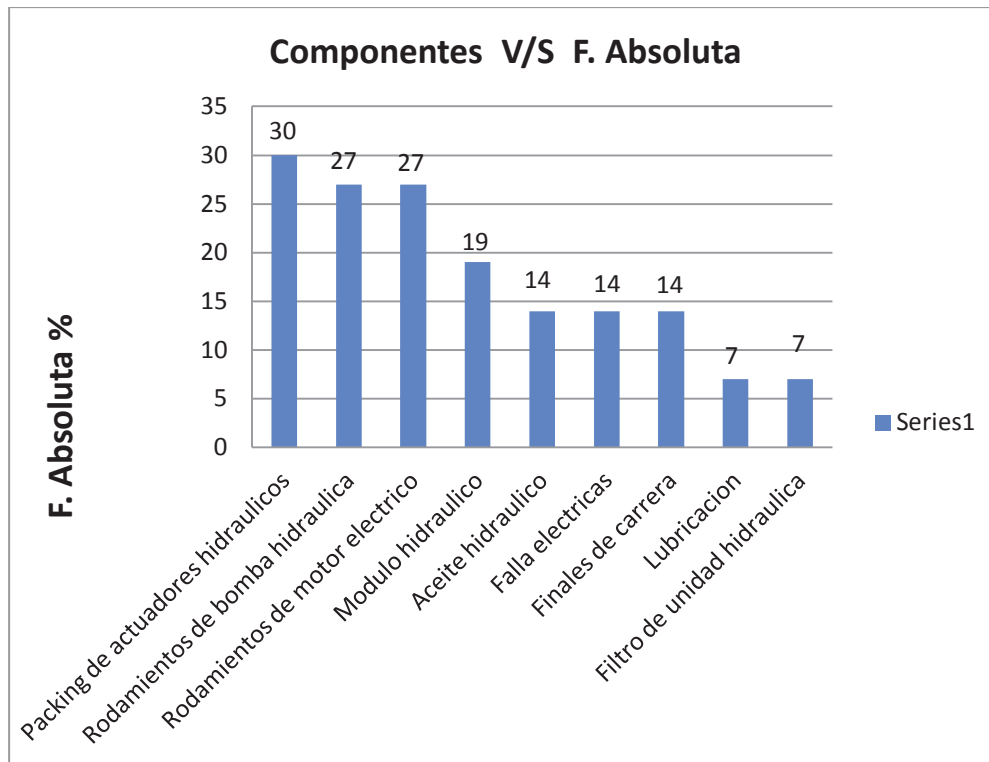


Grafico Pareto matriz de matriz criticidad plegadora Iturraspe.

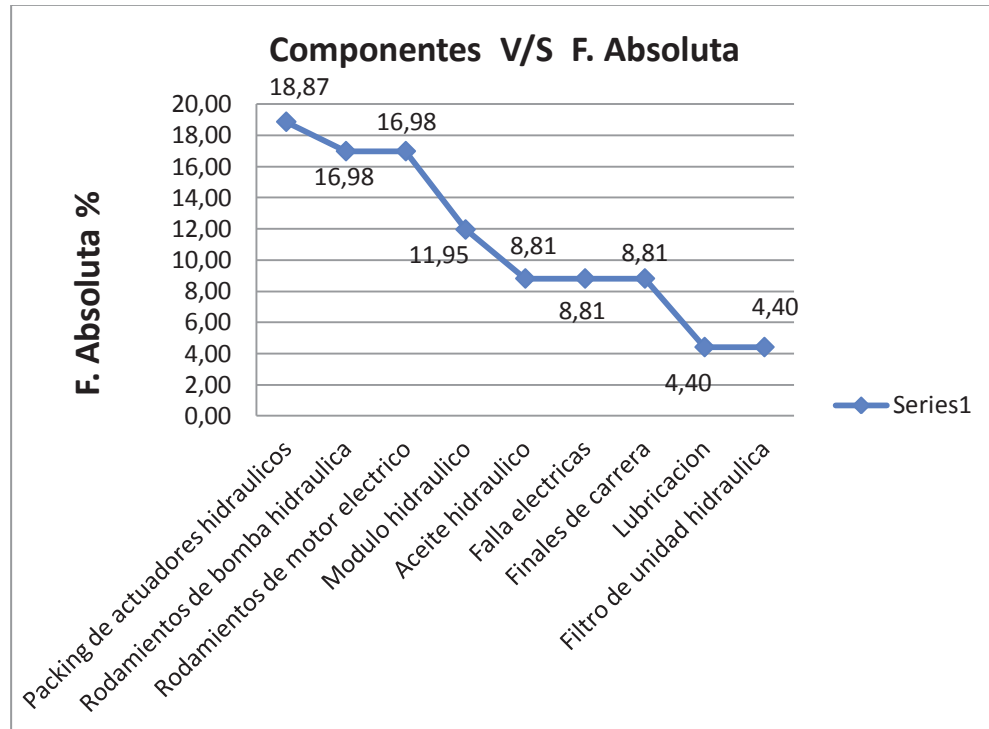


Grafico Componentes V/S Frecuencia absoluta de plegadora Iturraspe.

MATRIZ Y GRAFICOS DE CRITICIDAD DE PUNZONADORA WHITNEY.

Flexibilidad operacional	Costos de mantenimiento	Impacto SA
5	4	1
5	1	1
5	1	1
3	3	6
2	3	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1
1	1	1

Tabla de criticidad punzonadora Whitney.

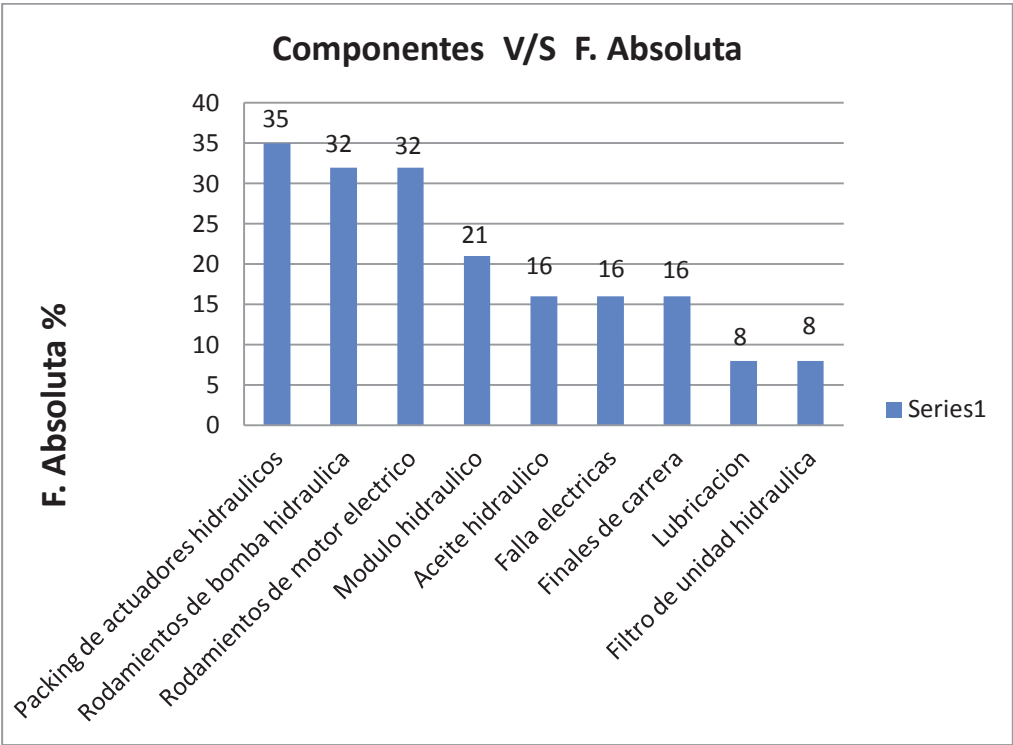


Grafico Pareto matriz de matriz criticidad punzonadora Whitney.

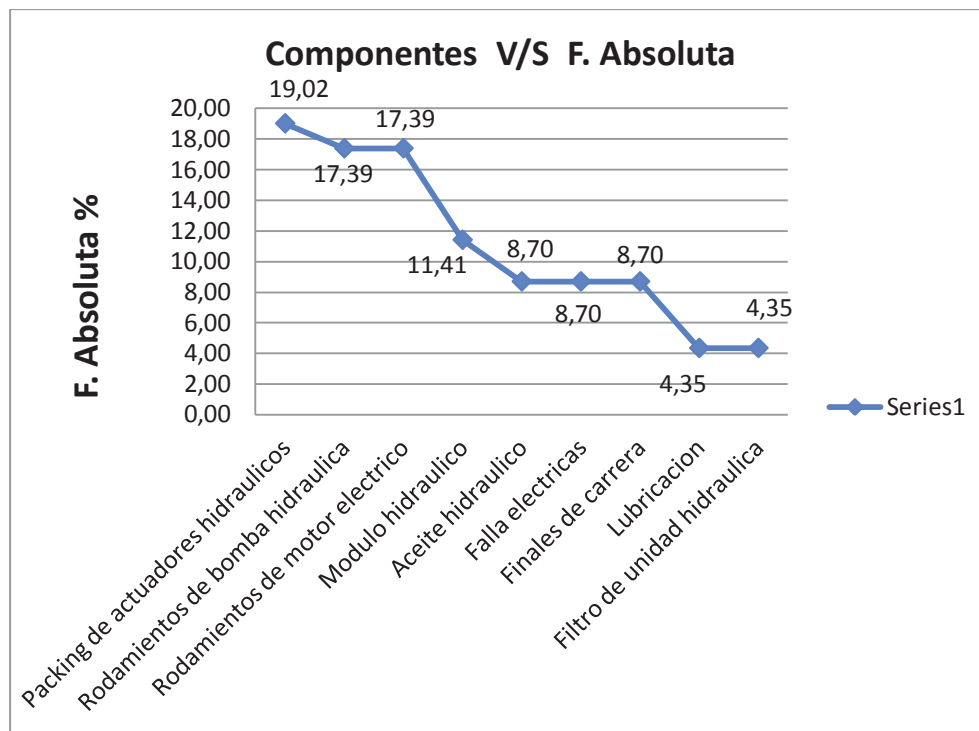
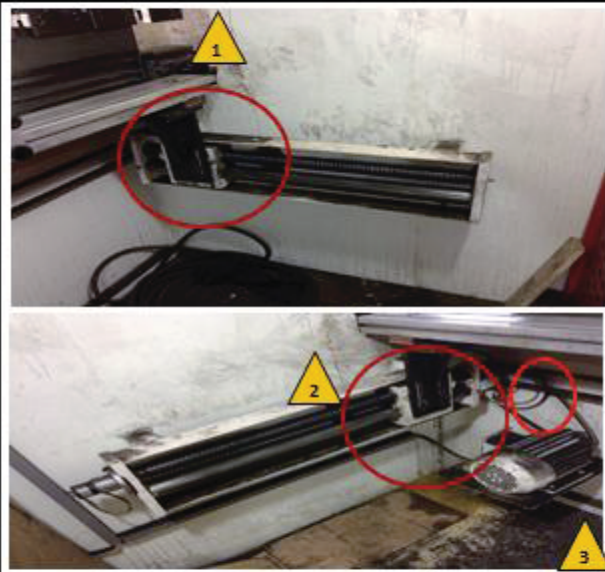


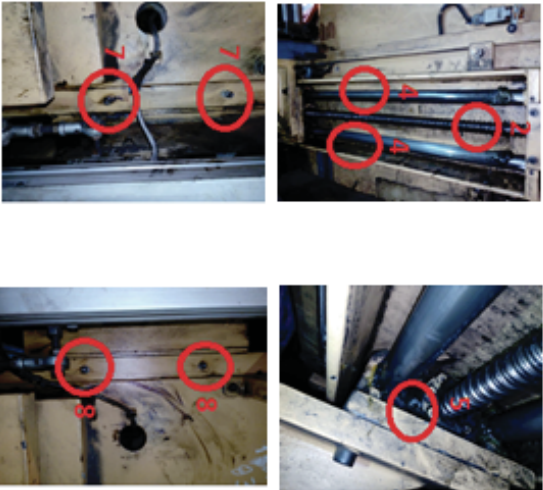
Grafico Componentes V/S Frecuencia absoluta de punzonadora Whitney.

FICHA DE LUBRICACIÓN GUILLOTINA QC-12Y-10X3200.

FICHA DE LUBRICACION																									
MAQUINA		GILLOTINS PASBI CPH -36																							
PERSONA RESPONSABLE:		MECANICO MANTENEDOR																							
LUBRICANTE:																									
FOTO	PARTES A LUBRICAR																								
	1.- Sifin motriz de tope (lado izquierdo). Frecuencia semanal. 2.- Sifin motriz de tope (lado derecho). Frecuencia semanal. 3.- Apoyo del cilindro de transmision. Frecuencia semanal.																								
PROGRAMA																									
D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
izquierdo)			X						X							X							X		
derecho)			X						X							X							X		
transmision			X						X							X							X		
OBSERVACIONES																									

FICHA DE LUBRICACION																																	
		MAQUINA										PLEGADORA SIECCTECH										FECHA:		01-01-2018									
		PERSONA RESPONSABLE										MECANICO MANTENEDOR																					
		LUBRICANTE:										ACEITE: SAE 80W90 - GRASA: SKF LGEP																					
FOTO																PARTES A LUBRICAR																	
																1.-Lubricar tornillo sinfin de lado derecho. Frecuencia 2.-Luricar tornillo sinfin de tope lado izquierdo. Frecuencia 3.-Engrasar transmision cadena motor. Frecuencia semanal.																	
																PROGRAMA																	
ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Sinfin lado derecho			X						X							X						X								X			
Sinfin lado izquierdo			X						X							X						X								X			
Cadenade transmision			X						X							X						X								X			
OBSERVACIONES																																	

FICHA DE LUBRICACIÓN PLEGADORA ITURROSPE.

FICHA DE LUBRICACION																							
MAQUINA					PLEGADORA ITURROPE					FECH													
PERSONA RESPONSABLE:					MECANICO MANTENEDOR																		
LUBRICANTE:					ACEITE: SAE 80W/90 - GRASA: SKF1					PARTES A LUBRIC													
FOTO																							
					1.- Aceitar tornillo sinfín de tope lado derecho. Fre 2.- Aceitar tornillo sinfín de tope lado izquierdo. Fr 3.- Aceitar tornillo guía de sinfín de tope lado izqui 4.- Aceitar tornillo guía de sinfín de tope lado dere 5.- Engrasar soporte guía sinfín de tope lado dere 6.- Engrasar soporte guía sinfín de tope lado izqui 7.- Engrasar guía de cortina de lado derecho. Fre 8.- Engrasar guía de cortina de lado izquierdo. Fre																		
PROGRAMA																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		X						X							X							X	
		X						X							X							X	
es		X						X							X							X	
a		X						X							X							X	
OBSERVACIONES																							

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO GUILLOTINA SHANGAI HUANTU QC 12-10X3200.

▼	Duración	▼	Comienzo	▼	Fin	▼	Prededes
	0,5 horas		lun 12-03-18		lun 12-03-18		
	1 hora		lun 12-03-18		lun 12-03-18		
	1 hora		lun 12-03-18		lun 12-03-18		
intu	4 horas		lun 12-03-18		lun 12-03-18		
0	2 horas		mar 13-03-18		mar 13-03-18		10,11,12
J QC	2 horas		mié 14-03-18		mié 14-03-18		14
itu	2 horas		mié 14-03-18		mié 14-03-18		14
itu	4 horas		jue 15-03-18		jue 15-03-18		16,15

Tabla programa de mantenimimiento de Guillotina Shangai Huantu QC 12-10X3200.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO GUILLOTINA SHANGAI HUANTU QC 11-16X3200.

uantu QC 11-16X3200.

SPE.

Tabla programa de mante

PROGRAMA DE MANTENIMIE

Nombre de tarea	▼	Duración	▼	Comienzo	▼	Fin	▼	Prededesoras	▼
Cambio de filtro guillotina Shangai Huantu QC 11-10X3200		0,5 horas		lun 19-03-18		lun 19-03-18			
Limpieza de tableros y reapriete de conexiones electricas guillotina Shangai Huantu QC 11-10X3200		1 hora		lun 19-03-18		lun 19-03-18			
Desarmar y limpiar sensor final de carrera carrera guillotina Shangai Huantu QC 11-10X3200		1 hora		lun 19-03-18		lun 19-03-18			
Desarmar y limpiar electrovalvulas de unidad hidraulica Shangai Huantu QC 11-10X3200		4 horas		lun 19-03-18		lun 19-03-18			
Cambio de aceite hidraulico guillotina Shangai Huantu QC 11-10X3200		2 horas		mar 20-03-18		mar 20-03-18		19,20,21,22	
Cambio de rodamientos de motor electrico guillotina Shangai Huantu QC 11-10X3200		2 horas		mié 21-03-18		mié 21-03-18		23	
Cambio de rodamientos de bomba hidraulica guillotina Shangai Huantu QC 11-10X3200		2 horas		mié 21-03-18		mié 21-03-18		23	
Cambio de packing de actuadores hidraulicos guillotina Shangai Huantu QC 11-10X3200		4 horas		jue 22-03-18		jue 22-03-18		24,25	

Duración	Comienzo	Fin	P
1,5 horas	lun 26-03-18	lun 26-03-18	
hora	lun 26-03-18	lun 26-03-18	
hora	lun 26-03-18	lun 26-03-18	
horas	lun 26-03-18	lun 26-03-18	
horas	mar 27-03-18	mar 27-03-18	2
horas	mié 28-03-18	mié 28-03-18	3
horas	mié 28-03-18	mié 28-03-18	3
horas	jue 29-03-18	jue 29-03-18	3

Tabla programa de mantenimiento de plegadora Iturrospe.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PLEGADORA SIECCTECH.

Duración	Comienzo	Fin	P
1,5 horas	lun 02-04-18	lun 02-04-18	
hora	lun 02-04-18	lun 02-04-18	
hora	lun 02-04-18	lun 02-04-18	
horas	lun 02-04-18	lun 02-04-18	
horas	mar 03-04-18	mar 03-04-18	3;
horas	mié 04-04-18	mié 04-04-18	4;
horas	mié 04-04-18	mié 04-04-18	4;
horas	jue 05-04-18	jue 05-04-18	4;

Tabla programa de mantenimiento de plegadora Iturrospe.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PUNZONADORA WHITNEY.

Duración	Comienzo	Fin	P
1,5 horas	lun 09-04-18	lun 09-04-18	
hora	lun 09-04-18	lun 09-04-18	
hora	lun 09-04-18	lun 09-04-18	
horas	lun 09-04-18	lun 09-04-18	
horas	mar 10-04-18	mar 10-04-18	4;
horas	mié 11-04-18	mié 11-04-18	5;
horas	mié 11-04-18	mié 11-04-18	5;
horas	jue 12-04-18	jue 12-04-18	5

Tabla programa de mantenimiento de punzonadora Whitney.