

PRÁCTICA ACADÉMICA EN TRANSEJES TRANSMISIONES HOMOCINÉTICAS
DE COLOMBIA S.A. – “TH DE COLOMBIA S.A.”

Presentado por:

Julian Camilo Alba Gil

Director:

Dr. Antonio Faustino Muños Moner

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
2019

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVOS	8
MARCO CONCEPTUAL	9
Teoría del mantenimiento.....	9
TPM (Total Productive Maintenance).....	9
RCM (Reliability Centered Maintenance)	10
Tipos de Mantenimiento	11
Mantenimiento Correctivo	11
Mantenimiento Preventivo	11
Mantenimiento predictivo	11
Mantenimiento Cero Horas	12
Mantenimiento en uso o autónomo	12
Modelos de Mantenimiento	12
Modelo Correctivo.....	12
Modelo Condicional	12
Modelo Sistemático	12
Modelo de Alta Disponibilidad.....	13
Indicadores de Mantenimiento.....	13
MTBF (Mid Time Between Failure, Tiempo medio entre fallos) (Nakajima, 1988)	13
MTTR (Mid Time To Repair, Tiempo medio de reparación) (Nakajima, 1988).....	13
Disponibilidad	13
Fiabilidad (Joel Nachlas, 1995).....	14
LOTO (Lockout-Tagout) (Oregon Osha, 2000)	15
Teorema de Pareto	16
Kaizen (Imai, 2001)	16
ACTIVIDADES.....	17
Mantenimiento Preventivo	17
Mantenimiento preventivo: Fichas de inspección y servicio	17
Actualización de mantenimiento preventivo	19
Mantenimiento Predictivo	23
Análisis de vibraciones y termografía.....	23
Actualización monitoreo térmico	24
Actualización monitoreo de termocuplas.....	25
Análisis de aceites	27

Indicador de confiabilidad	27
Loto (Lockout/Tagout)	27
Mantenimiento Autónomo.....	29
Kaizen	30
Jishuken: Tripodes	31
Capacitaciones.....	33
Guardas y empacadora de kits.....	34
Auditoria de Global Risk.....	34
eMaint	35
Planos	36
Visitas técnicas	36
Diagrama de flujo de la planta	37
CONCLUSIONES	38
BIBLIOGRAFIA.....	40

Lista de Imágenes

Figura 1. Niveles arbóreos (Garía Garrido, 2003)	10
Figura 2. Análisis de criticidad propuesto por (Garrido, 2013)	11
Figura 3. Estructura en serie. (Joel Nachlas, 1995).....	14
Figura 4. Estructura en paralelo (Joel Nachlas, 1995).....	14
Figura 5. Estructura k-de-n (Joel Nachlas, 1995)	15
Figura 6. Ejemplos de LOTO (Oregon Osha, 2000)	16
Figura 7. Formato de las fichas de mantenimiento.	17
Figura 8. Ejemplo de carpeta con las fichas de inspección y servicio.....	18
Figura 9. Bloque de seguimiento de las fichas de preventivo.	18
Figura 10. Ejemplo formato de seguimiento de las fichas	18
Figura 11. Estadísticas seguimiento de mtto Preventivo.	19
Figura 12. Plan de acción para la actualización del mtto preventivo.....	19
Figura 13. Lista de chequeo para la actualización del mtto preventivo.	20
Figura 14. Formato de actualización mtto preventivo.	20
Figura 15. Formato de información técnica para cada máquina	21
Figura 16. Ejemplo de carta de lubricación	21
Figura 17. Ejemplo del formato para fallas mecánicas, eléctricas y electrónicas.....	22
Figura 18. Ejemplo de generación del Pareto a partir de las fallas.	22
Figura 19. Ejemplo de Calendario para las fichas de inspección y servicio.	22
Figura 20. Formato de registro de actualización de las fichas de mtto preventivo.	23
Figura 21. Ejemplo informe de termografía.	23
Figura 22. Ejemplo informe de vibraciones.	24
Figura 23. Formato de seguimiento de mantenimientos predictivos.	24
Figura 24. Ejemplo Calendario mensual del monitoreo térmico.....	25
Figura 25. Formato de monitoreo térmico.	25
Figura 26. Calendario de verificación de termocuplas.	26
Figura 27. Formato de verificación de termocuplas.	26
Figura 28. Análisis de aceites.	27
Figura 29. Ejemplo diagrama de procesos para el cálculo de confiabilidad.....	27
Figura 30. Formato de ficha LOTO	28
Figura 31. Formato de actualización y despliegue de fichas LOTO.....	28
Figura 32. Estadísticas resultantes de las fichas LOTO	29
Figura 33. Formato de la ficha de mantenimiento autónomo.....	29
Figura 34. Formato de seguimiento para fichas de mantenimiento autónomo.....	30
Figura 35. Formato de seguimiento diario	30
Figura 36. Formato seguimiento hallazgos de mtto autónomo	30
Figura 37. Kaizen de mantenimiento autónomo con LOTO	31
Figura 38. Aspectos del Jishuken a mejorar en el Lean Manufacturing de DANA	31
Figura 39: Diagramas de Pareto.	32
Figura 40: KPI's de maquina en el último año	32
Figura 41: Hallazgo en planta y TSAC	32
Figura 42: Hallazgos en planta para una de las maquinas	33
Figura 43. Plan de acción capacitaciones	33
Figura 44. Capacitación de termografía.	34
Figura 45. Ejemplo plan de acción para auditoria Global Risk.....	34

Figura 46. Resumen ultima auditoria Global Risk.....	35
Figura 47. Ejemplo presentación de presupuesto	35
Figura 48. Presentación realizada para el análisis de eMaint.....	35
Figura 49. Plano tornillo a bolas.....	36
Figura 50. Visita técnica UNAB	36
Figura 51. Visita técnica de la UIS	37
Figura 52. Diagrama de flujo de la planta.....	37

INTRODUCCIÓN

Transejes Transmisiones Homocinéticas de Colombia S.A. – “TH de Colombia S.A.” es una organización en alta tecnología de clase mundial en fabricación de Ejes Homocinéticos (Half Shaft), líder en su género en la región Andina, competitiva y confiable en el mercado global, con negocios rentables desarrollados de una manera profesional y ética, apoyando la eficiencia, sostenibilidad y el rendimiento para los vehículos y maquinaria motorizada de nuestros clientes.

TH de Colombia S.A. pertenece a la división *Light Vehicle Driveline Technologies* de Dana como fabricante de equipo original, centrado en ofrecer la mejor eficiencia de su clase, la máxima durabilidad, conducción y manejo superiores.

Además, TH de Colombia S.A. Está asociada con la compañía de ingeniería global y manufactura dedicada a la producción en masa para la movilidad GKN, siendo Colombia el único país a nivel mundial donde estas dos empresas no son competencia.

En la empresa la práctica para el puesto practicante de mantenimiento busca capacitar al estudiante en el mantenimiento implementado, para que junto con las habilidades desarrolladas durante las pasantías, las habilidades y conocimientos teórico-prácticos que trae el estudiante y los adquiridos propenda al desarrollo y productividad de la empresa; por medio de su aporte continuo en el progreso del área de mantenimiento y el desarrollo de proyectos y mejoras en el que encaja el perfil de un ingeniero mecatrónico.

En el siguiente informe se abarcan primeramente los conocimientos básicos para realizar las buenas prácticas de mantenimiento, algunos de estos conocimientos fueron adquiridos en el desarrollo de las prácticas y otros en la preparación universitaria, seguidamente se presentan las actividades desarrolladas centrando la información a la empresa y en donde se complementan conocimientos de la primera parte, por último, en las conclusiones se presentan opciones de mejoramiento en el sistema de mantenimiento y una conclusión personal.

OBJETIVOS

Los siguientes son los objetivos de la práctica académica definidos al inicio de las pasantías:

1. Actualizar y generar fichas de mantenimiento preventivo y autónomo.
2. Realizar seguimiento a actividades de mantenimiento predictivo.
3. Actualizar y generar fichas LOTO.
4. Realizar la preparación y seguimiento para auditorias en el área de mantenimiento.
5. Apoyar el avance de proyecto de fabricación de máquinas recubridoras y lavadoras a partir del diseño detallado y monto de requisiciones.
6. Apoyar con la implementación de nuevas ideas para mejorar la productividad en las líneas de producción.
7. Hacer análisis de registro a mantenimientos correctivos.
8. Realizar el AMEF (Análisis de Modo y Efectos de Falla) de máquina.

MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se abarcan los fundamentos requeridos para desempeñar el puesto de practicante de mantenimiento, cabe resaltar que se dará un enfoque técnico y profundo a los conocimientos adquiridos durante la práctica, así estos hayan sido adquiridos de manera kinestésica principalmente, debido a que algunos temas se ven en las materias de la carrera universitaria se van a dejar conceptos generales.

Teoría del mantenimiento

En (Garrido, 2003) se define el mantenimiento como: “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento”, para llevar a cabo lo anterior es necesario desarrollar una buena gestión de Mantenimiento que optimice el consumo de materiales y el empleo de la mano de obra, desarrolle estrategias, directrices a aplicar, que sean acordes con los objetivos planteados por la dirección, y mantener la calidad, seguridad e interrelaciones con el medio ambiente.

Existen varias técnicas cuya implementación supondría una mejora en los resultados de la empresa, teniendo en cuenta que es necesario estudiar cómo desarrollarlas y/o implementarlas, algunas de las técnicas son: TPM (*Total Productive Maintenance, Mantenimiento productivo total*), RCM (*Reliability Centered Maintenance, Mantenimiento centrado en fiabilidad*) o Sistemas GMAO (*Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador*); Es necesario resaltar que TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas.

TPM (Total Productive Maintenance)

El mantenimiento Productivo Total está fundamentado en la filosofía de Lean Manufacturing cuyo enfoque a nivel de toda la compañía es mejorar la efectividad y longevidad de los equipos y máquinas. Según (Ortiz, 2015) el TPM también busca crear responsabilidad y apropiación a todos los niveles para ayudar a cambiar la mentalidad de la comunidad, operarios de máquinas y personal de mantenimiento donde ambos son responsables de los equipos desempeñando su propio papel.

La efectividad de TPM se puede medir por medio de ciertos KPIs (Key Procedure Indicators, indicadores clave de producción) que sean medibles y cuantificables, propone: productividad, calidad, inventario, espacio, distancia recorrida y tiempo de rendimiento. Estos KPIs pueden mejorarse desde el área de mantenimiento implementando las 5s, que están arraigadas fuertemente al mantenimiento en uso o autónomo, manejo de inventario y mejoras en las máquinas.

Según lo anterior, Las 5s son las bases del TPM y busca reducir o eliminar todos los pasos y el tiempo asociado con la búsqueda de elementos en un departamento de mantenimiento

no organizado, mejorando los tiempos de los operarios realizando el mantenimiento. Prácticamente busca eliminar la confusión en el área de trabajo y proporcionar un ambiente de trabajo ordenado que se traduce en la reducción del tiempo de inactividad de la máquina.

Por otro lado, una mala gestión del inventario se puede ver en el tiempo perdido buscando partes, materiales o repuestos críticos por parte de los operarios de mantenimiento, por lo que la máquina va a estar detenida por más tiempo y esto se traduce en pérdidas de dinero.

Por último, Es importante realizar mejoras en las máquinas como modificaciones o reparaciones para mejorar las condiciones de seguridad, solución de fuentes de contaminación, identificar partes innecesarias, entre otras, lo que permite tener las maquinas en niveles de mantenimiento sostenible.

RCM (Reliability Centered Maintenance)

El mantenimiento centrado en confiabilidad según (Garrido, 2003) mejora la comprensión del funcionamiento del equipo, estudia las posibilidades de fallo y el desarrollo de los mecanismos que tratan de evitarlas y elaboración de planes que permiten garantizar la operación de los equipos dentro de los parámetros marcados:

- Plan de mantenimiento.
- Procedimientos operativos (tanto de producción como de mantenimiento).
- Modificaciones o mejoras.
- Determinación del stock de repuestos que es deseable permanezcan en planta.

Para implementar esta técnica es necesario realizar una serie de pasos encadenados que nos llevaran a los resultados mencionados anteriormente:

1. Listado de equipos en forma arbórea en el que se identifiquen los diferentes niveles (Figura 1).
2. Realizar un análisis de criticidad de las máquinas y clasificarlas.
3. Determinar los fallos funcionales y técnicos de los sistemas que componen cada uno de los equipos.
4. Determinar los modos de fallo.
5. Estudio de las consecuencias de un fallo: Clasificación de fallos en fallos a evitar y fallos a amortiguar.
6. Determinación de medidas preventivas.
7. Selección de tareas de mantenimiento.
8. Determinación de frecuencias óptimas.
9. Elaboración del plan de mantenimiento.
10. Puesta en marcha del plan y correcciones.
11. Redacción de procedimientos de realización por tipos o grupos (rutas o gamas).

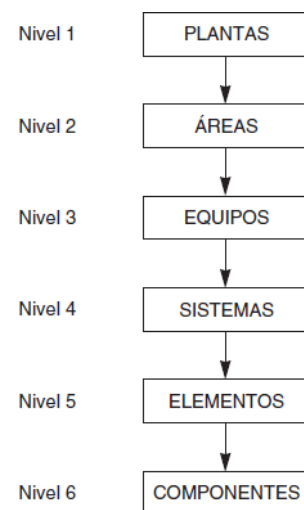


Figura 1. Niveles arbórea (García Garrido, 2003)

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumo una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

Figura 2. Análisis de criticidad propuesto por (Garrido, 2013)

Tipos de Mantenimiento

Según (Garrido, 2003), tradicionalmente, se han distinguido 5 tipos de mantenimiento:

Mantenimiento Correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento, usualmente con solicitudes de trabajo, por los operarios de producción tan pronto sucede el defecto, y que deben ser corregidos en el menor tiempo posible ya que afectan directamente a la producción.

Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio (disponibilidad) determinado en los equipos, programando las correcciones e inspecciones de los puntos más vulnerables en los momentos mas oportunos.

Mantenimiento predictivo

Es el que consigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las máquinas por medio del conocimiento de valores de determinadas variables representativas

del estado de operatividad. Estas variables son físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.), cuya variación es indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y de conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.

Mantenimiento Cero Horas

Es el tipo de mantenimiento en el que se realiza el llamado *retrofit*, que consiste en dejar el equipo a *cero horas* de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En el proceso se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Mantenimiento en uso o autónomo

Este tipo de mantenimiento es la base del TPM, y se entiende como el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas transferidas a los operarios de producción, son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reapriete de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último del TPM conseguir cero averías.

Modelos de Mantenimiento

La división anterior sobre los Tipos de Mantenimiento presenta el inconveniente de que cada equipo necesita una mezcla de ellos, de manera que no se puede pensar en aplicar uno solo de ellos o todos a todas las máquinas. En (Garrido, 2003) se presentan 4 modelos de mantenimiento que son la mezcla de los tipos de mantenimiento, estos se determinan para cada máquina por el análisis de criticidad que se les realiza.

Cabe mencionar que en cada uno de los modelos de mantenimiento siempre se incluye el mantenimiento en uso o autónomo, los modelos son los siguientes:

Modelo Correctivo

Es el modelo más básico, incluye el mantenimiento autónomo y la reparación de averías que van surgiendo. Es aplicable a máquinas con el nivel más bajo de criticidad cuyas averías no son ningún problema.

Modelo Condicional

Incluye las actividades del modelo anterior y además una serie de pruebas o ensayos que condicionan una reparación posterior si se hayan anomalías, de lo contrario, no se realiza nada; este modelo aplica para máquinas de poco uso o con probabilidad de fallo bajo.

Modelo Sistemático

Incluye las actividades anteriores y una serie de actividades que se realizan sin importar la condición de la máquina, estas pueden llevar a trabajos de mayor envergadura. Este tipo de modelo se usa para equipos de criticidad media en la que las reparaciones son más

engorrosas y requieren de más tiempo, por lo que es necesario realizar una planeación posterior.

Modelo de Alta Disponibilidad

Este modelo es el más exigente y es usado para máquinas que deben tener una disponibilidad superior al 90%, máquinas que están trabajando casi todo el tiempo y en donde las paradas significan enormes pérdidas, por lo cual se deben implementar mantenimientos correctivos para diagnosticar el estado del equipo a medida que va trabajando. También se recomienda realizar mantenimientos de cero horas anuales programados con antelación y que pueden ser diferentes cada vez que se realizan.

Indicadores de Mantenimiento

Al igual que en todas las otras áreas, en mantenimiento se cuenta con los KPIs (Key Production Indicator, indicadores claves de producción), estos indicadores se obtienen del tratamiento de datos que entregan información útil sobre el estado actual del área. (Garrido, 2003) hace énfasis en conservar la evolución de los indicadores, mostrando junto el valor actual los valores de los periodos anteriores para conocer si la situación mejora o empeora. A continuación, se muestran los indicadores de mantenimiento que se usaron durante las practicas:

MTBF (Mid Time Between Failure, Tiempo medio entre fallos) (Nakajima, 1988)

Permite conocer la frecuencia con que suceden las fallas, principalmente correctivas, en las máquinas, se obtiene con la siguiente formula:

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo de funcionamiento}}{\textit{N}^{\circ} \textit{.de paradas}}$$

MTTR (Mid Time To Repair, Tiempo medio de reparación) (Nakajima, 1988)

Permite conocer el tiempo promedio que se demora el personal de mantenimiento en realizar las reparaciones, principalmente correctivo, este se obtiene con la siguiente formula:

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de reparaciones}}{\textit{N}^{\circ} \textit{.de paradas}}$$

Disponibilidad

Es uno de los indicadores más importantes ya que está relacionado directamente con el objetivo de mantenimiento, su fórmula es la siguiente:

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ Totales - Horas\ en\ Mantenimiento}{Horas\ totales}$$

Es importante tener en cuenta que este indicador necesita de información muy precisa y una excelente comunicación con el personal de producción, ya que el personal de producción entrega las horas totales que la máquina estuvo en funcionamiento y el tiempo que no, este último tiempo debe corresponder con el tiempo que entrega el personal de mantenimiento.

Fiabilidad (Joel Nachlas, 1995)

Según (Joel Nachlas, 1995) es el estudio de la longevidad y el fallo de los equipos. La fiabilidad es una de las características del rendimiento de un sistema que se trata analíticamente en el proceso de diseño. Además, esta herramienta se puede implementar con conocimientos de matemática a analítica y una buena fuente de información proveniente de planta, por lo que será útil un software de gestión de archivos.

Según (Joel Nachlas, 1995) existen cuatro tipos genéricos de relaciones estructurales entre un dispositivo y sus componentes, esto se puede extender a las máquinas como componentes de un sistema, estos son: serie, paralelo, k-de-n y todas las demás. Se debe tener en cuenta que las relaciones estructurales se basan en una lógica binaria que se conecta con el indicador de disponibilidad.

El sistema en serie es aquel en el que todos los componentes deben funcionar adecuadamente para que funcione el sistema.

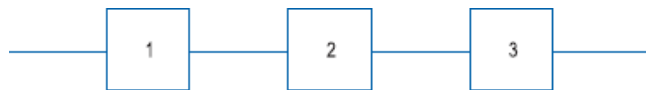


Figura 3. Estructura en serie. (Joel Nachlas, 1995)

La ecuación de fiabilidad del sistema en serie es:

$$\phi(x) = \prod_{l=1}^n x_l$$

El sistema en paralelo es aquel en que el funcionamiento de cualquiera de los componentes implica el funcionamiento del sistema.

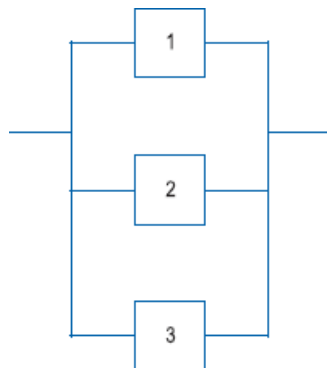


Figura 4. Estructura en paralelo (Joel Nachlas, 1995).

La ecuación de fiabilidad del sistema paralelo es:

$$\phi(x) = 1 - \prod_{l=1}^n (1 - x_l)$$

El sistema K-de-n es uno en el que el funcionamiento de k cualesquiera de los n componentes del sistema implica el del sistema.

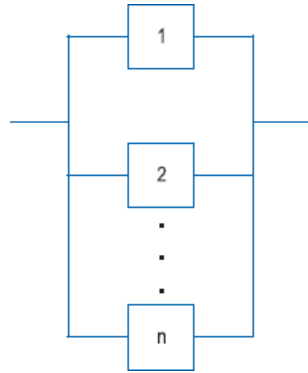


Figura 5. Estructura k-de-n (Joel Nachlas, 1995).

Su ecuación algebraica es

$$\phi = \phi(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } \sum_{l=1}^n x_l \geq k \\ 0 & \text{si } \sum_{l=1}^n x_l < k \end{cases}$$

LOTO (Lockout-Tagout) (Oregon Osha, 2000)

Es un procedimiento de bloqueo y etiquetado de energías potencialmente peligrosas para prevenir los accidentes en situaciones de mantenimiento, tanto de los operarios de producción como los de los de mantenimiento, trabajos cercanos a maquinas cuando están en servicio, remoción o rodear las guardas de la máquina, fallar en seguir el procedimiento de control de energías.

Es importante identificar las formas de energía: Potencial y cinética, Identificar los tipos de energía: Química, eléctrica, gravitacional, hidráulica, mecánica, neumática, radiación y térmica.

El bloqueo o (Lockout, locking out) es un procedimiento para asegurar físicamente los dispositivos aisladores de energía en posiciones de apagado, cerrado o posición neutral; estos dispositivos usados para asegurar previenen que los dispositivos aisladores de energía sean manipulados por personal no capacitado.

El etiquetado o (tagout, Tagging out) es un procedimiento de seguridad que usa señales (símbolos, etiquetas) que permiten dar aviso cuando los dispositivos de asilamiento de

energía no pueden ser bloqueados. Algunos ejemplos de LOTO se muestran a continuación.

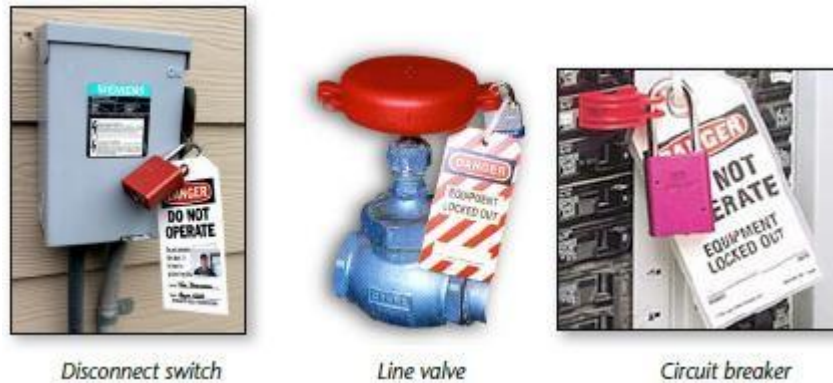


Figura 6. Ejemplos de LOTO (Oregon Osha, 2000)

Para aplicar el bloqueo y etiquetado adecuadamente se sugieren los siguientes pasos:

1. Identificar las fuentes y dispositivos aisladores de energía.
2. Desenergizar el equipo.
3. Asegurar los dispositivos aisladores de energía en posiciones seguras
4. Disipar o restringir la energía potencial que no puede ser aislada.
5. Verificar el aislamiento del equipo.

Los pasos anteriores son cruciales para garantizar la seguridad de los trabajadores, por lo mismo es necesario realizar capacitaciones para que conozcan los procedimientos, los tipos de dispositivos e inclusive se puede implementar manuales LOTO por máquina.

Teorema de Pareto

El principio de Pareto fue propuesto por el economista Wilfredo Pareto, al proponer que la mayoría de los procesos y actividades se inclinan en términos de volumen y variedad. En otras palabras, el 80% de las ventas se hacían al 20% de los compradores. Esta teoría es ampliamente usada en el mantenimiento correctivo para detectar cuales fallas son las que causan la mayor cantidad de tiempo destinado a mantenimiento, entre otros ejemplos.

Kaizen (Imai, 2001)

Significa mejoramiento continuo en todos los aspectos sociales, cuando se aplica KAIZEN en el ámbito del trabajo significa un mejoramiento continuo que involucra a todos (gerentes y trabajadores por igual).

Cuando se aplica KAIZEN en el mantenimiento productivo total (TPM), tiene la mira de maximizar la efectividad del equipo con un sistema total de mantenimiento preventivo que cubra toda la vida del equipo, involucrando a cada uno en todos los departamentos y todos los niveles, motivando al personal de mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias.

ACTIVIDADES

En la siguiente sección se describen las actividades realizadas durante las practicas académicas, cuyo principal objetivo es corresponder a las peticiones de las auditorias IATF (IATF, 2016) y BIQS (Specifics, 2015), en la segunda la empresa logró el nivel 5, siendo la mayor calificación.

Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento preventivo: Fichas de inspección y servicio

Este mantenimiento en la empresa se realiza por medio de las fichas de inspección y servicio, en estas fichas se describen las actividades a realizar acompañadas de una ayuda visual como se muestra en la siguiente figura.

		FICHA DE SERVICIO 5						
		Equipo: GENDRON		Línea: TRIPODES				
CAMBIAR CORREAS		Aprobado por: Francisco Manosalva	Fecha de emisión: 27-feb-19	Preparado por: Julian Camilo Alba Gil	Fecha de revisión: 29-jul-19	EL EQUIPO EFICIENTE !		
		Página 1 de 1	Versión: 1					
SDT No. _____		Fecha de inspección realizada: _____						
Parte de la máquina	No	Item de inspección	Procedimiento durante la inspección	Criterio	ESTADO		Observaciones	
ABRASIVO	1	CORREAS	LIMPIAR LA GUARDA Y CAMBIAR CORREAS	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ARASTRE	2	CORREAS	LIMPIAR LA GUARDA Y CAMBIAR CORREAS	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES: _____ _____ _____								
Vo Bo TECNICO MANTENIMIENTO				Vo Bo OPERARIO O LET				 FC-MAN-0038

Figura 7. Formato de las fichas de mantenimiento.

Una de las tareas principales era generar las carpetas con las fichas de inspección y servicio del mes entrante, estas fichas las tenían que realizar los operarios de mantenimiento. Al mismo tiempo se realiza el archivo de seguimiento el cual consta de rectángulos con las características de cada ficha desplegada: número y tipo de ficha, máquina, descripción y operario que realizara el trabajo como se muestra en la figura 9.



Figura 8. Ejemplo de carpeta con las fichas de inspección y servicio

FICHA 2
PRENSA AMERICAN
REVISIÓN, AJUSTE Y LIMPIEZA DEL SISTEMA ELÉCTRICO
EPIMENIO ROA

Figura 9. Bloque de seguimiento de las fichas de preventivo.

Una vez finaliza el mes se recoge la carpeta con las fichas realizadas y firmadas, usando un código de colores se identifica cuales fichas se realizaron, cuales no se hicieron por que la máquina estaba en mantenimiento o fuera de proceso.

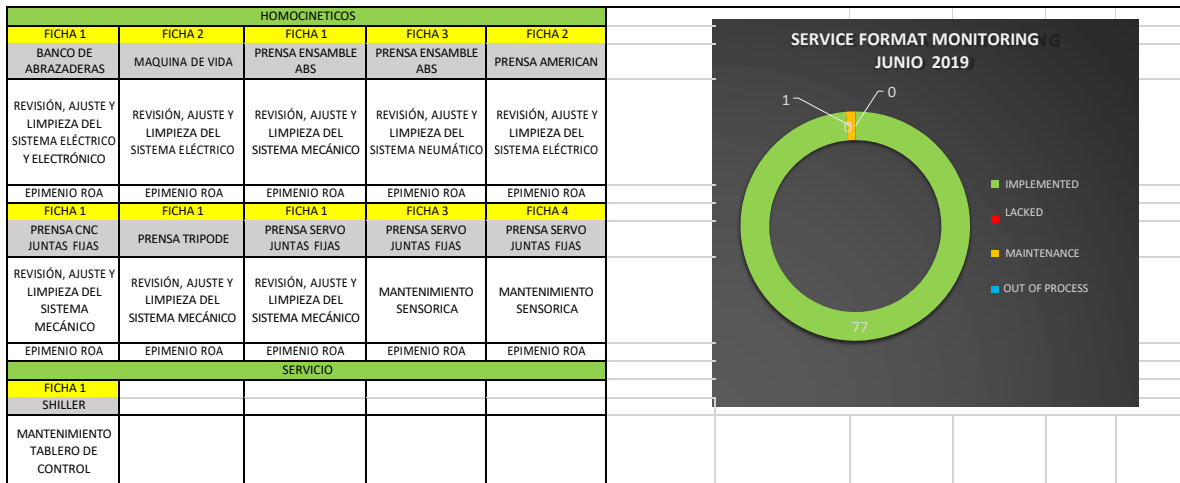


Figura 10. Ejemplo formato de seguimiento de las fichas.

Una vez se realiza la identificación por colores se realiza la generación de graficas estadísticas

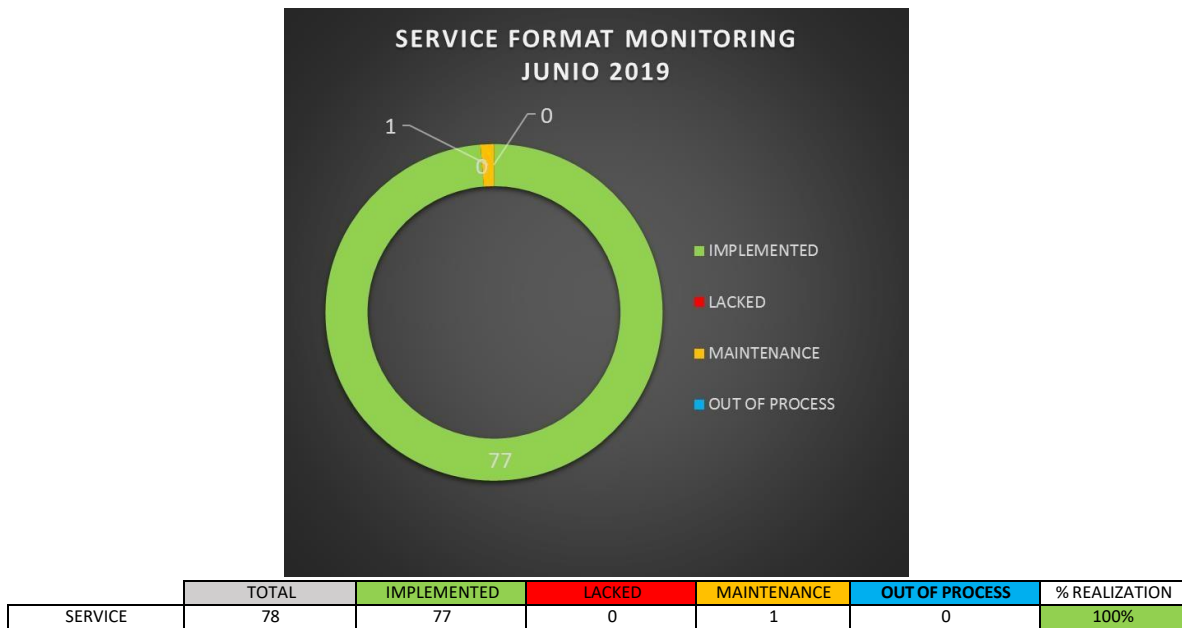


Figura 11. Estadísticas seguimiento de mto Preventivo.

Durante las practicas se desplegaron 755 fichas de Inspección y 587 fichas de servicio correspondientes a los 8 primeros meses del año.

Actualización de mantenimiento preventivo

Esta es una de las principales tareas del practicante de mantenimiento, pues debido a la auditoria de IATF realizada en el 2018 se comenzó la actualización de las fichas de mantenimiento preventivo, ya que algunas de ellas llevaban hasta diez años sin actualizar. El proceso de actualización se rige con un plan de acción (Figura 12) y una lista de chequeo (Figura 13).

PLAN DE ACCIÓN

PLAN		FECHA INICIO	
ACTUALIZACIÓN DE PREVENTIVO E INSCRIPCIÓN DE CODIGOS EN LAS FICHAS		agosto 8, 2018	
INTEGRANTES		FECHA TERMINO	
FRANCISCO JAVIER MANOSALVA GÓMEZ PRACTICANTE DE INGENIERIA MANTENIMIENTO		septiembre 30, 2019	
		PAGINA N°	
		3	
		AREA RESPONSABLE	
		Mantenimiento	
		LIDER DEL EQUIPO	
		Francisco Manosalva	
		OBJETIVO	
		Mejorar los resultados de los indicadores de mantenimiento.	

T E M	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				RESPONSABLES	% EJEC.
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
7	JUNTAS FUJAS	█	█	█	█																					FRANCISCO M.	100%
	TULIPAS					█	█	█	█	█	█	█	█													FRANCISCO M.	100%
	HOMOCINETICOS													█	█	█	█	█	█	█	█					FRANCISCO M.	100%
	TRIPODES																					█	█	█	█	FRANCISCO M.	100%
	INTERELIES																									FRANCISCO M.	0%
	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN																									FRANCISCO M.	0%
	Acumulado																							67%			

Figura 12. Plan de acción para la actualización del mto preventivo.

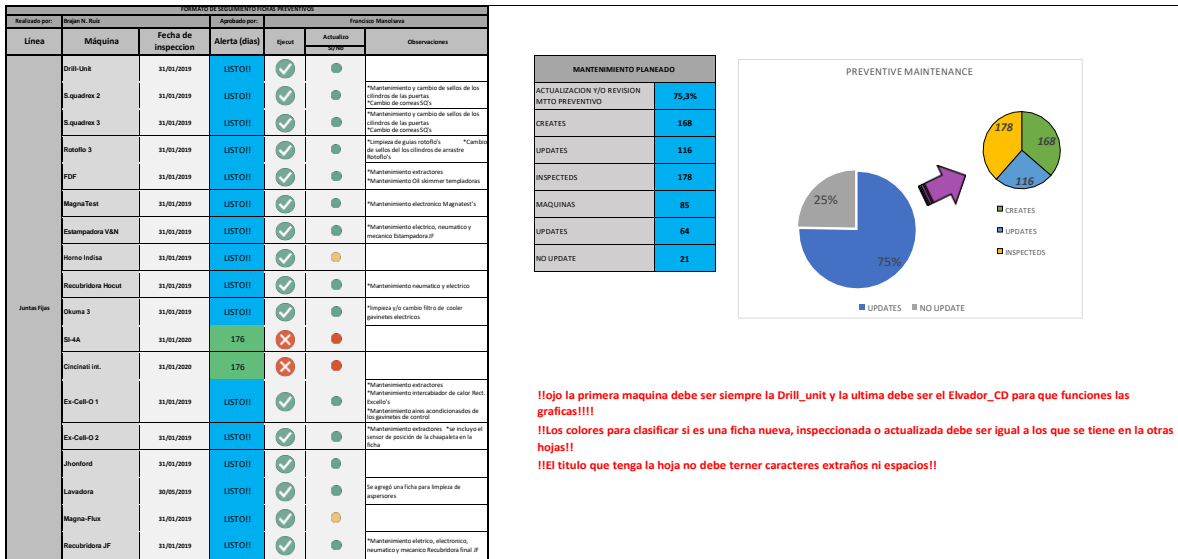


Figura 13. Lista de chequeo para la actualización del mtto preventivo.

Durante las practicas se pasó de 150 fichas de mantenimiento revisadas a 178, de 20 fichas de actualizadas a 116, de 38 fichas nuevas a 168, y de un porcentaje de actualización del 24% con 21 máquinas a 75% con 64 máquinas.

La actualización del mantenimiento preventivo del pareto consiste en actualizar la información de todas las máquinas, llenando al mismo tiempo el plan de acción, la lista de chequeo y unos formatos como se observa en la siguiente figura.

Check List Actualizacion Hoja de Vida Maquina																
POR:	Julian Camilo Alba Gil							FECHA:	26/07/2019							
Nombre Maquina:	MAVILOR															
Línea:	TRIPODES										Foto Información Técnica:					
Cuadro de respuestas:																
Manómetros	Cant. Neumaticos:				1				Cant. Hidraulicos:				4			
Carta de lubricacion:	ISO 68 - 80			ISO 68 - 25			ISO 68 - 3/4			HUSILLO 10 - 1/8						
Fotos lubricacion:	✓			✓			✓			✓						
Analisis de aceites:	APROBADO, viscosidad un poco baja, Realizado el 24/3/2017															
Fallas Electronicas:	✓															
Fallas Electricas:	✓															
Fallas Mecanicas:	✓															
AMEF:	✗															
5 Porque's:	✗															
Fichas de servicio:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Fotos actualizadas:	✓	✓	✓	✓	✓	✓										
Cronograma de Fichas de servicio: mes,mes,...	2;4;6;8;10;12	2;6;10	3;7;11	1;5;9	1;4;7;10	3;6;9;12										
Fichas de inspección:	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
Fotos actualizadas:	✓	✓	✓	✓												
Cronograma de fichas de inspeccion: mes,mes,...	1;5;9	2;4;6;8;10;12	3;6;9;12	2;5;8;11												
Observaciones: Se creó la ficha 5 para dar cumplimiento a las fallas encontradas por el pareto, respecto a los problemas de las guardas y de la copa																
Para dar solución a la falla registrada en el pareto sobre las salidas del PLC es necesario hacer un rediseño del tablero de control, para que todas las asidas pasen por contactos rele y en ese punto cambiar los moulas afectados																

Figura 14. Formato de actualización mtto preventivo.

El formato anterior sirve como guía para actualizar el archivo de mantenimiento preventivo de cada máquina, pasando por la información técnica, los repuestos, la carta de lubricación, las fallas mecánicas, hidráulicas y eléctricas, y las fichas de inspección y servicio, incluyendo la frecuencia de cada una. A continuación, se mostrará un ejemplo de cada mención anterior.



THC
TRANSMISORES TRANSMISIONES
HOMOCINETICAS DE COLOMBIA S.A.

INFORMACION TECNICA
LANDIS III




MARCA

MODELO

FECHA COMPRA

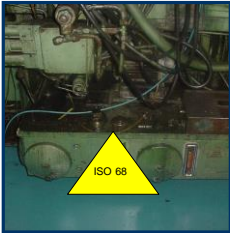
PAIS DE ORIGEN

LISTADO DE MANUALES Y PLANOS

NOMBRE	UBICACION
LANDIS GENDRON- INFORMACION TECNICA	MANTENIMIENTO
MAQUINA RECTIFICADORA PARA TRIPODES LANDIS. DOCUMENTOS MECANICOS, PLANOS, COMPONENTES , ESQUEMAS/DOCUMENTACION ESTANDAR	MANTENIMIENTO

Figura 15. Formato de información técnica para cada máquina.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO							Aprobado por:		Victor Campillo	
CARTA DE LUBRICACION							Preparado por:		ARIEL VEGA	
							Fecha de emisión:		26/07/2011	
							Fecha de revisión:			
							Versión		1	
LINEA	TRIPODES	MAQUINA	RECTIFICADORA LANDIS 3			CODIGO	MTR-008	Página 1 de 2		
No	LUBRICANTES			PUNTOS DE LUBRICACION	NUMERO DE PUNTOS A LUBRICAR	FRECUENCIA	ACCION A REALIZAR	HERRAMIENTAS A UTILIZAR	METODO	TRABAJO REALIZADO POR
	NOMBRE	COLOR RECIPIENTE Y PUNTO EN LA MAQUINA	CAPACIDAD DEPOSITO (GALONES)							
1	ISO-68		15	Sistema Hidráulico	1	Semanal	Mantener Nivel	Embudo	C	Operario
2	ISO-68		3	Sistema de Guías	1	Semanal	Mantener Nivel	Embudo	C	Operario
3	ISO-68		1	Guía Diamantador	1	Semanal	Mantener Nivel	Embudo	C	Operario
4	ISO-46		4	Caja de velocidades	1	Semanal	Mantener Nivel	Embudo	D	Operario



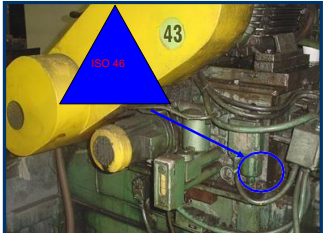



Figura 16. Ejemplo de carta de lubricación.

FECHA **FALLAS MECANICAS** **LANDIS III** **MS EL EQUIPO EFICIENTE !**

FALLAS MECANICAS	TIEMPO MAQ (min)	FREC	Solucion	Referencias de repuestos
Se daño llave del sistema de refrigeración	60	1	Se cambió llave por una nueva	
Guarda plastica del carro esta rota	120	1	Se cambió plastico, se ajusto y se le echo cllicono	
Tubo hidráulico del marposso roto	70	1	Se bajo tubo para mandar a soldar	
Base de bomba suelta	60	1	Se ajusto base, se colocaron tornillos	
Desajuste de la correa del arrastre	155	2	Se limpian las poleas, se tensionan las correas	
Falla en el sistema de ovalidad	1850	4	Cambio de rodamientos del sistema de ovalidad	rodameintos NK 14/16 x2, 7201 x2,
Variación de medida por el Marposso	1150	8	Se baja el marposso, se realiza limpieza, se llena con aceite mineral y se le aplica glicerina	
correas del motor del abrasivo deterioradas	70	1	Se limpian las correas y se tensionan	
Correas del motor del abrasivo rotas	1260	1	Se cambiaron las correas del motor del abrasivo	A 70 6 UNIDADES
Ruido en el motor hidráulico	30	1	Se ajusta pin del ventilador	

Figura 17. Ejemplo del formato para fallas mecánicas, eléctricas y electrónicas.

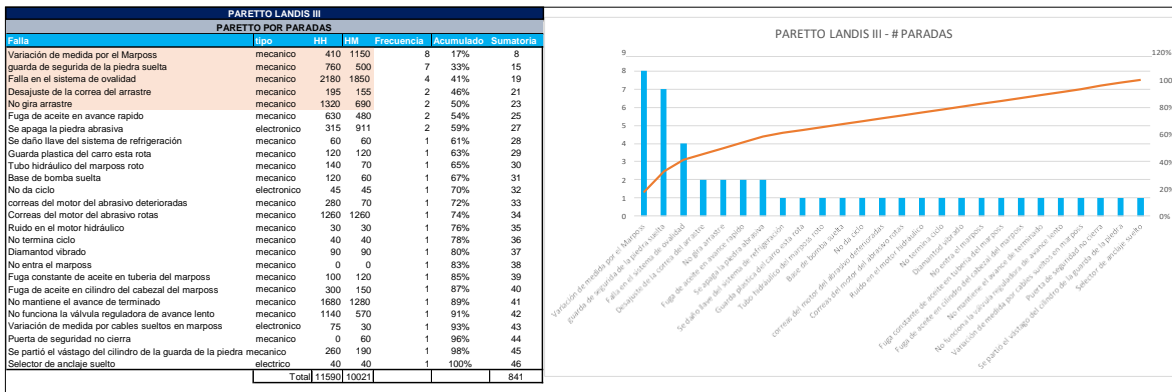


Figura 18. Ejemplo de generación del Pareto a partir de las fallas.

MANTENIMIENTO PLANEADO EN LAS MAQUINAS
FRECUECIA FICHAS DE INSPECCION
Equipo: LANDIS III

MS EL EQUIPO EFICIENTE !

DETALLES		MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MARPOSS	INSPECCIÓN Instrucciones contenidas en las fichas	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
GUARDAS	INSPECCIÓN Instrucciones contenidas en las fichas	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
SISTEMA HIDRAULICO	INSPECCIÓN Instrucciones contenidas en las fichas		C			C			C			C	
SISTEMA ELECTRICO	INSPECCIÓN Instrucciones contenidas en las fichas			D			D			D			D

Aprobado por: Ing. Francisco Manosalva - Coordinador de Mantenimiento
 Fecha de Aprobación: 26-Jul-19

THC

Figura 19. Ejemplo de Calendario para las fichas de inspección y servicio.

Cabe mencionar que el análisis de fallas y la generación del Pareto se comenzó a implementar en forma para la actualización del mantenimiento preventivo a partir de la auditoria de IATF realizada en el mes de Julio de 2019.

Una vez realizada la actualización de las fichas de preventivo y el llenado de todos los formatos, se diligencia un archivo en donde se registran todos los cambios realizados a las fichas de inspección y servicio.

Linea	MAQUINA	FECHA	FICHA	COMENTARIO
JUNTAS FIJAS	DRILL UNIT	5-oct.-18	1	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTIVIDADES Y FORMATO
		5-oct.-18	2	SE CREÓ DE CERO LA FICHA DE SERVICIO ELÉCTRICA
		5-oct.-18	A	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTIVIDADES Y FORMATO
		5-oct.-19	B	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTIVIDADES Y FORMATO
		16-oct.-19	1	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
INTEREJES	MAZAK SPOX 4	16-oct.-18	2	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	3	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	4	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	5	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	6	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	7	SE CREÓ ESTA FICHA PARA EL CAMBIO DE SELLOS DEL CILINDRO DE LA PUERTA
		26-feb.-19	8	SE CREÓ ESTA FICHA PARA LA REVISIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN ELECTRÓNICO
		25-jun.-19	9	SE CREÓ ESTA FICHA PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DEL HUSILLO
		26-jun.-19	10	SE CREÓ ESTA FICHA PARA EL CAMBIO DE POLEAS DE LAS TORRETAS
		16-oct.-18	A	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	B	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	C	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	D	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS
		16-oct.-18	E	SE ACTUALIZARON FOTOS, ACTUALIZO FORMATO, NO FUE NECESARIO INCLUIR ACTIVIDADES NUEVAS

Figura 20. Formato de registro de actualización de las fichas de mto preventivo.

Existe una sección en la ficha de actualización que dice AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla), esto hace parte de la metodología de mantenimiento RCM, esto se estaba realizando cada semana en una reunión con el comité de AMEF para mantenimiento, al momento de finalizar las practicas se estaba terminando con el AMEF de una templadora para la línea de juntas fijas, la cual es una de las maquinas más complejas que hay en la empresa y sumado a que la metodología de RCM no es muy rápida hace el proceso bastante demorado.

Mantenimiento Predictivo

Análisis de vibraciones y termografía

A partir de la auditoria de IATF del 2018 se comenzó a realizar un análisis de vibraciones y de termografía en las máquinas críticas de la empresa, a la fecha se han realizado cuatro mantenimientos de este tipo con una empresa externa que entrega informes con los que se conoce el estado de los equipos y las acciones correctivas que se deben hacer en cada uno.


1. INFORME DE TERMOGRAFIA				
CLIENTE	DANA - TWC			
EQUIPO	TOCCO 1			
COMPONENTE		Tablero de control (plataforma)		
Datos	Clase	Descripción	Acción	
Clase	Tablero	$\Delta T > 40^{\circ}\text{C}$	Deficiencia Peligrosa	Intervenir inmediatamente
Tipo	Control/Potencia	B $\Delta T = 21^{\circ}\text{C}$ a 40°C	Deficiente	Reparar tan pronto como sea posible
Fecha	22/04/2019	C $\Delta T = 11^{\circ}\text{C}$ a 20°C	Probable deficiencia	Intervenir en la próxima parada
Hora	9:00 am	D $\Delta T < 10^{\circ}\text{C}$	Estado normal	Posible buen funcionamiento: Se requiere más tomas termográficas
Imagen Térmica		Tabla de Valores		
		PARÁMETRO	VALOR	Delta ΔT
		Punto 1 Referencia	29.5°C	
		Punto 1 Emisividad	0.96	
		ANÁLISIS PUNTO	VALOR	
		Punto 2 Temperatura	50.8°C	
		Punto 2 Emisividad	0.96	
COMENTARIOS: Temperatura incrementada del transformador. Se recomienda proceder con la planeación y programación de mantenimiento preventivo. Realizar limpieza de contactos y verificación de sus conexiones. Integridad del cableado.				

Figura 21. Ejemplo informe de termografía.

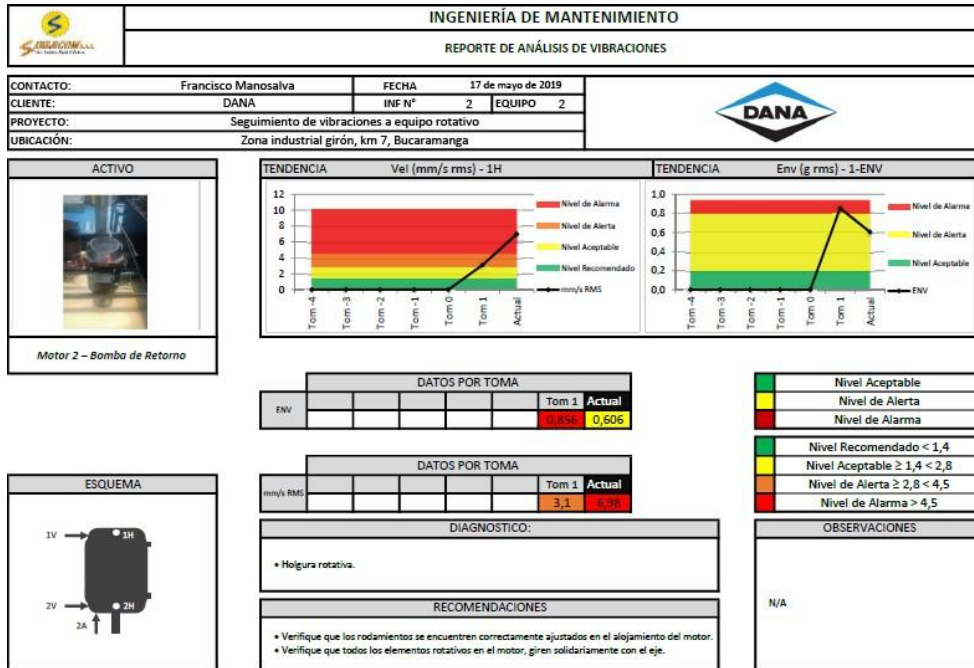


Figura 22. Ejemplo informe de vibraciones.

Una vez llegan los informes se prepara una carpeta con los informes de peores resultados para realizar las acciones correctivas, así mismo se realiza un archivo para realizar seguimiento a la corrección de los hallazgos.

VIBRACIONES FEBRERO & ABRIL									
MÁQUINA	PARTE	Vel (mm/s rms)	Env (g rms)	DIAGNOSTICO	RECOMENDACIONES	OBSERVACIONES	FECHA REPORTE	SOLUCIÓN	FECHA SOLUCIÓN
EFO	MOTOR 1	5,54	0,036	Soltura estructural en dirección horizontal en zona posterior del motor.	Verifique que los tornillos y pernos de la tapa trasera del motor y la base de motor estén correctamente ajustados. Inspeccione los soportes de montaje traseros (patas) y asegúrese que no presenten grietas, fisuras o cualquier otra condición que genere debilidad en el soporte.	La amplitud de la vibración en la posición trasera horizontal, es hasta 5 veces mayor que la amplitud en las demás posiciones.	21-mar.-19		
	MOTOR 2	2,82	0,07	Soltura estructural leve en dirección vertical.	Asegúrese que el motor se encuentre correctamente ajustado y soportado sobre la superficie de montaje.		21-mar.-19		
	MOTOR 3	2,77	0,093	Equipo en condiciones aceptables de funcionamiento.	Continuar con mantenimiento planificado.		21-mar.-19		
	MOTOR 4	4,17	0,081	Ligera turbulencia del flujo en la bomba.	Verifique el estado de los sellos mecánicos.		21-mar.-19		
	MOTOR 6	2,24	0,079	Equipo en condiciones aceptables de funcionamiento.	Continuar con mantenimiento planificado.		21-mar.-19		
	MOTOR 7	1,59	0,275	Equipo en condiciones aceptables de funcionamiento.	Continuar con mantenimiento planificado.		21-mar.-19		
	MOTOR 9	0,09	0,225	Rotor levemente desbalanceado.	Continuar con mantenimiento planificado.	Realizar seguimiento a la amplitud de las vibraciones en próximas tomas, para determinar la pertinencia de un balanceo.	21-mar.-19		
	MOTOR 1	3,96	0,301	Turbulencia en flujo de aceite o refrigerante.	Verifique que el flujo de aceite o refrigerante no contenga partículas o contaminación excesiva.	El flujo turbulento puede ser una condición normal de funcionamiento para mejorar la transferencia de calor de las piezas maquinadas.	21-mar.-19		
	MOTOR 2	2,92	0,216	Turbulencia en flujo de aceite o refrigerante.	Verifique que el flujo de aceite o refrigerante no contenga partículas o contaminación excesiva.	El flujo turbulento puede ser una condición normal de funcionamiento para mejorar la transferencia de calor de las piezas maquinadas.	21-mar.-19		
EXCELO 2	MOTOR 7	3,21	0,462	Rodamiento libre del motor (superior) con indicios de comienzo de falla.	Verificar la tendencia de la envolvente (Env) de vibración en próximas tomas, para evaluar la condición del rodamiento.	Los niveles de vibración en la zona posterior de los motores verticales, son usualmente mayores que los niveles de vibración en la zona de accionamiento. Esta es una condición normal, por la ausencia de restricciones que limiten su movimiento.	21-mar.-19		
	MOTOR 9	11,2	0,157	Rotor desbalanceado o con suciedad excesiva.	Balancear rotor. Verifique que no existan tornillos o pernos sueltos. Inspeccione la estructura de soporte en busca de grietas o fisuras.	El desbalanceo en el rotor puede ser originado por suciedad excesiva en las aspas del extractor, o en el ventilador de refrigeración del motor.	21-mar.-19		

Figura 23. Formato de seguimiento de mantenimientos predictivos.

Actualización monitoreo térmico

Con el fin de mejorar el monitoreo térmico en la empresa, que se realiza con una pistola laser, se realiza la actualización del calendario anual para la revisión de las máquinas críticas de cada línea.

THC		DANA TRANSEJES - COLOMBIA											
CALENDARIO DE MONITOREO TÉRMICO INFRARROJO DE EQUIPOS CLAVES													
LÍNEA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
JUNTAS FIJAS	DRILLUNIT	SI-4A					DRILLUNIT	SI-4A					
	ROTOFLO 3	R.EXCELLO 1		ESTAMPADORA			ROTOFLO 3	R.EXCELLO 1		ESTAMPADORA			
	F.D.F	R.EXCELLO 2		HORNO INDISA			F.D.F	R.EXCELLO 2		HORNO INDISA			
	CINCINNATI INTERIORES	JHON FORD		RECUBRIDORA			CINCINNATI INTERIORES	JHON FORD		RECUBRIDORA			
	MAGNAFLUX	SPOX 2		OKUMA 3			MAGNAFLUX	SPOX 2		OKUMA 3			
	MAGNATEST	SPOX 3					MAGNATEST	SPOX 3					
INTEREJES			TOCCO 1			SIERRA DONL			TOCCO 1				SIERRA DONL
			TOCCO 2			TCT			TOCCO 2				TCT
			DUBIED 1			UMA			DUBIED 1				UMA
			ROTOFLO 2			MAZAK SPOX 4			ROTOFLO 2				MAZAK SPOX 4
			ROTOFLO 5			MAZAK SPOX 5			ROTOFLO 5				MAZAK SPOX 5
			ESTAMPADORA 1			LAVADORA 1			ESTAMPADORA 1				LAVADORA 1
			ESTAMPADORA 2			LAVADORA 2			ESTAMPADORA 2				LAVADORA 2
			MAGNAFLUX						MAGNAFLUX				
			POWER PRESS						POWER PRESS				
			FLEXIBLE PRESS						FLEXIBLE PRESS				

Figura 24. Ejemplo Calendario mensual del monitoreo térmico.

Al mismo tiempo se actualizó el formato de monitoreo térmico que se llena para cada máquina, cada formato tiene espacio para realizar un seguimiento bienal.

THC		MONITOREO TÉRMICO INFRARROJO											
MÁQUINA: _____		LÍNEA: _____											
TEMPERATURA MÁXIMA CABLES DE POTENCIA Y CONECTORES DE POTENCIA = 65°C TEMPERATURA MÁXIMA TARJETAS ELECTRÓNICAS Y CONEXIONES TARJETAS = 50°C TEMPERATURA MÁXIMA DE RODAMIENTOS NO DEBE SER MAYOR A LA CARCASA DEL MOTOR TENER EN CUENTA LA TEMPERATURA MÁXIMA DE LA CARCASA SEGÚN EL TIPO DE MOTOR GENERAR ORDEN DE TRABAJO PARA SOLUCIONAR HALLAZGOS POR TEMPERATURA ALTA													
		FECHA	FECHA	FECHA	FECHA							OBSERVACIONES	
		HORA	HORA	HORA	HORA								
POTENCIA ELÉCTRICA		REV 1	REV 2	REV 3	REV 4								
		TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C	TEMP °C								
TOTALIZADOR													
BARRAJE DE DISTRIBUCIÓN													
CONECTORES													
INTERRUPTOR PRINCIPAL													
ARRANCADOR MOTOR HIDRÁULICO													
ARRANCADOR MOTOR REFRIGERANTE													
ARRANCADOR MOTOR LUBRICACIÓN													
CONTROLADOR EJE "X"													
CONTROLADOR EJE "Y"													
CONTROLADOR EJE "Z"													
CONTROLADOR MOTOR PRINCIPAL													
SOLINOIDES ELECTROVALVULAS													
CABLES DE POTENCIA													
CONECTORES Y BORNERAS													
CONECTORES TARJETAS													
TARJETAS DE POTENCIA													
TARJETAS VARIADORES DE VELOCIDAD													
CONECTORES DE TARJETAS													
BANCO DE CONDENSADORES													
		REV 1 (TEMP. °C)	REV 2 (TEMP. °C)	REV 3 (TEMP. °C)	REV 4 (TEMP. °C)	REV 1 (TEMP. °C)	REV 2 (TEMP. °C)	REV 3 (TEMP. °C)	REV 4 (TEMP. °C)				
MOTOR 1						MOTOR 7							
MOTOR 2						MOTOR 8							
MOTOR 3						MOTOR 9							
MOTOR 4						MOTOR 10							
MOTOR 5						MOTOR 11							
MOTOR 6						MOTOR 12							
# REVISIÓN	FECHA	OBSERVACIONES											
1a REVISIÓN													
2a REVISIÓN													
3a REVISIÓN													
4a REVISIÓN													
RESPONSABLE: _____		Revisado por: Francisco Manosalva		Actualizado por: Julian Camilo Alba		Fecha de creación: 20/11/2012		Fecha revisión: 20/06/2019					

Figura 25. Formato de monitoreo térmico.

Actualización monitoreo de termocuplas

Con el fin de recuperar el mantenimiento de las termocuplas que son claves para el desempeño de los procesos térmicos, se realizó la actualización del calendario de revisión, el formato y las fichas de revisión.

DETALLES		MESES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PARTE DEL EQUIPO	TRABAJO DE MTO.												
HORNO DE CEMENTACIÓN SURFACE	VERIFICACIÓN DE TERMOCUPLAS		A		A		A		A		A		A
GENERADOR DE GAS RX	VERIFICACIÓN DE TERMOCUPLAS		B		B		B		B		B		B
HORNO DE REVENIDO	VERIFICACIÓN DE TERMOCUPLAS		C		C		C		C		C		C
GENERADOR MARATHON	VERIFICACIÓN DE TERMOCUPLAS		D		D		D		D		D		D
HORNO LINDBERG	VERIFICACIÓN DE TERMOCUPLAS		E		E		E		E		E		E

Aprobado por: Ing. Francisco Manosalva- Coordinador de Mantenimiento
Fecha de Aprobación: 05/07/2019

THC
THC MANUTENCIÓN Y OPERACIÓN
FC-MAN-0036

Figura 26. Calendario de verificación de termocuplas.

T.P.M.		REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE MEDIDA DE TERMOCUPLAS					
		Equipo: GENERADOR MARATHON LINEA: TRIPODES					
TERMOCUPLAS	Aprobado por:	Francisco Manosalva	Fecha de emisión:	22-abr-18			
	Preparado por:	Julian Camilo alba	Fecha de revisión:	05-jul-19			
			Página 1 de 1	versión: 2			
MS EL EQUIPO EFICIENTE !							
UBICACIÓN	N°	TIPO E TERMOCUPLA	TIPO DE LECTURA	LECTURAS DIFERENCIA Y AJUSTE(< 40°F)			
Fecha ➔							
TERMOCUPLA SUPERIOR TEMPERATURA RETORTA	1	TIPO k	MEDICIÓN CON FLUKE LECTURA CONTROLADOR				
TERMOCUPLA INFERIOR TEMPERATURA RETORTA	2	TIPO k	MEDICIÓN CON FLUKE LECTURA CONTROLADOR				
OBSERVACIONES:							
Vo Bo TECNICO MANTENIMIENTO				Vo Bo OPERARIO O LET			
				THC <small>THC MANUTENCIÓN Y OPERACIÓN</small> FC-MAN-0054			

Figura 27. Formato de verificación de termocuplas.

Análisis de aceites

De acuerdo a unos análisis de aceites realizados en años anteriores se reunió la información y se presenta de manera de un análisis de aceites en el que se indican los niveles de contaminación y características físicas, esto se incluye dentro de la actualización del mantenimiento preventivo.

Realizado por: Lubrigras S.A-Ingeniero Francisco Manosalva-Jonathan Tarazona														
Menos del rango			En el rango		Más del rango		Resultados y Diagnostico de análisis de aceites usados en Dana Transejes Colombia THC Bucaramanga							
Análisis: 24/03/2017							Estudio: 22/02/2018							
Línea	Máquina	Tipo de aceite	Rangos de viscosidad permitidos	Rangos de TAN permitidos	Resultados									
					Viscosidad	TAN	PPM Al (20. MAX)	PPM Cr (20. MAX)	PPM Cu (20. MAX)	PPM Fe (30. MAX)	PPM Pb (20. MAX)	PPM Sn (20. MAX)	PPM Si (50. MAX)	Presencia Agua (0%)
INTEREJES	ROTOFLO 2	ISO 68 TP	61,2---74,8	0--1,5	65,03	0,08	0	1	0	2	0	0	0	0
INTEREJES	ROTOFLO 1	ISO 68 TP	61,2---74,8	0--1,5	65,28	0,1	0	0	0	0	0	0	0	
INTEREJES	TOCCO 2	ISO 32 TP	28,8---35,2	0--1,5	33,4	0,25	0	0	0	0	0	0	0	
INTEREJES	DOOSAN	ISO 32 TP	28,8---35,2	0--1,5	33,38	0,32	0	0	0	0	0	0	0	
INTEREJES	DUBIED 1	ISO 46 TP	41,4---50,6	0--1,5	49,31	0,3	0	0	0	5	0	0	0	
INTEREJES	MASAK SPQX 4	ISO 32 TP	28,8---35,2	0--1,5	33,5	0,34	0	0	0	0	0	0	0	
INTEREJES	MASAK SPQX 5	ISO 32 TP	28,8---35,2	0--1,5	33,45	0,2	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 28. Análisis de aceites.

Indicador de confiabilidad

Con el fin de comenzar la implementación de un nuevo indicador de mantenimiento se realizan los diagramas de procesos de las diferentes líneas para realizar la obtención de las ecuaciones de confiabilidad por línea y posteriormente para la empresa.

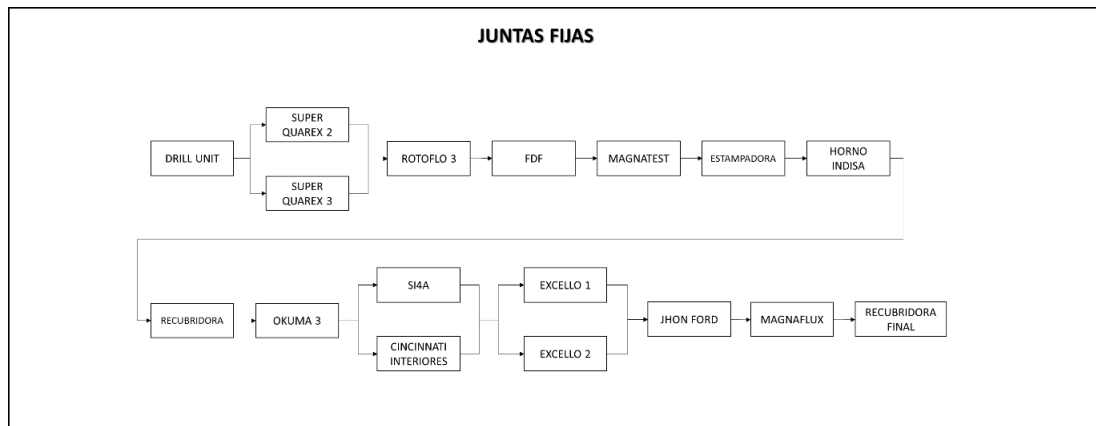


Figura 29. Ejemplo diagrama de procesos para el cálculo de confiabilidad.

Loto (Lockout/Tagout)

Con el objetivo de mejorar la seguridad de los operarios de mantenimiento, se han venido realizando las fichas de bloqueo y etiquetado para cada máquina, para que al momento de realizar un mantenimiento se tomen las medidas preventivas para bloquear o restringir las energías de la máquina.

En el proceso se modificó el formato de las fichas LOTO sumando un campo para la firma del coordinador de seguridad de la empresa que debe revisar las fichas.

PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO EN MÁQUINA LOTO-M0000

OBJETO No. 04.0000-0000

AVISO ANTES DE REPARAR ESTA MÁQUINA, AVISAR AL PERSONAL AFECTADO

RECOMENDACIONES

- Antes de cualquier trabajo, desenergice la máquina.
- Desconecte los cables de alimentación de la máquina.
- Desconecte los cables de alimentación de la máquina.
- Desconecte los cables de alimentación de la máquina.
- Desconecte los cables de alimentación de la máquina.
- Desconecte los cables de alimentación de la máquina.

RECUERDE AL BLOQUEAR

- Desconecte el interruptor de bloqueo de la máquina.
- Desconecte el interruptor de bloqueo de la máquina.
- Desconecte el interruptor de bloqueo de la máquina.
- Desconecte el interruptor de bloqueo de la máquina.
- Desconecte el interruptor de bloqueo de la máquina.
- Desconecte el interruptor de bloqueo de la máquina.

Siempre realice el apagado controlado antes de bloquear. Desconecte

FUENTE DE ENERGÍA	UBICACIÓN	METODO	VERIFICAR
MAQUINA	PELIGRO	PRINCIPALES PUNTOS DE BLOQUEO SÓLO SE DESENERGIZA CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO.	
MAQUINA	PELIGRO	PRINCIPALES PUNTOS DE BLOQUEO SÓLO SE DESENERGIZA CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO.	
MAQUINA	PELIGRO	PRINCIPALES PUNTOS DE BLOQUEO SÓLO SE DESENERGIZA CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO.	
MAQUINA	PELIGRO	PRINCIPALES PUNTOS DE BLOQUEO SÓLO SE DESENERGIZA CON SEGURIDAD ESTE EQUIPO.	
MAQUINA	ADVERTENCIA	ESTE EQUIPO TIENE AL LADO DE LA MÁQUINA CON FUENTES DE ENERGÍA MOVIENTES	

ALTO

SI EL BLOQUEO / CONTROL DE LA ENERGÍA PELIGROSA NO SE PUEDE LLEVAR A CABO / VERIFICAR ** NOTIFIQUE A SU SUPERVISOR **

NO SE DESMONTA

Figura 30. Formato de ficha LOTO.

Durante las practicas se realizó la actualización numérica de todas las fichas y se crearon las faltantes, quedando un total de 129 máquinas con la ficha LOTO, llevando el registro en un formato de Excel

SEGUIMIENTO ACTUALIZACIÓN FICHAS LOTO						
REALIZADO POR:	Julian Camilo Alba Gil			APROBADO POR:	Francisco Manosalva	
LÍNEA	MAQUINA	NUMERACIÓN FICHAS		CONTENIDO LOTO		OBSERVACIONES
		ACTUALIZO	FECHA	ACTUALIZO	FECHA	
JUNTAS FIJAS	DRILL UNIT	✓	12-feb.-19	✗		
	SUPER QUAREX 2	✓	12-feb.-19	✗		
	SUPER QUAREX 3	✓	12-feb.-19	✗		
	ROTOFLO 3	✓	12-feb.-19	✗		
	FDI	✓	12-feb.-19	✗		
	MAGNATEST JF	✓	20-mar.-19	✓	20-mar.-19	
	ESTAMPADORA JF	✓	12-feb.-19	✗		
	HORNO INDISA	✓	12-feb.-19	✗		
	RECUBRIDORA HOCUT	✓	12-feb.-19	✗		
	OKUMA 3	✓	12-feb.-19	✗		
	SI4A	✓	12-feb.-19	✗		
	CINCINATI INTERIORES	✓	12-feb.-19	✗		
	EXCELLO 1	✓	12-feb.-19	✗		
	EXCELLO 2	✓	12-feb.-19	✗		
	JHON FORD	✓	12-feb.-19	✗		
	MAGNAFLUX JF	✓	12-feb.-19	✗		
LAVADORA	✓	12-feb.-19	✓	29-abr.-19		
RECUBRIDORA FINAL	✓	21-mar.-19	✓	21-mar.-19		

Figura 31. Formato de actualización y despliegue de fichas LOTO.

En el proceso el objetivo fue que cada máquina tuviera su ficha, sin embargo, la actualización de las fichas ya existentes se realizaba con menos frecuencia, y como resultado se obtuvieron las siguientes gráficas.

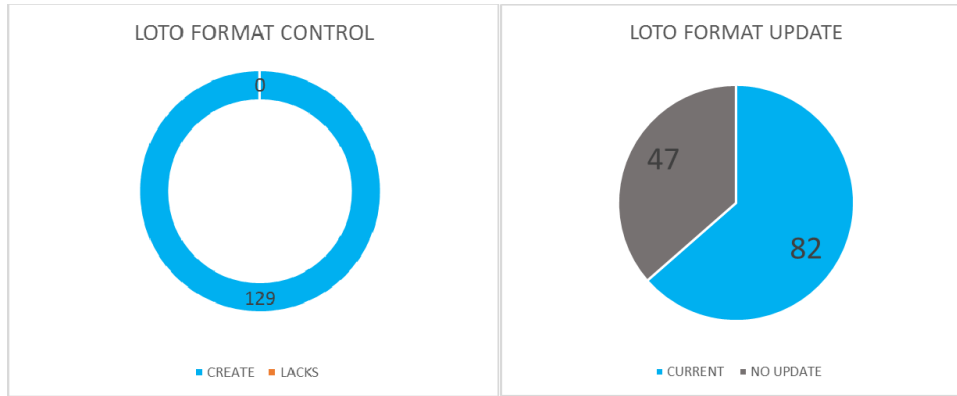


Figura 32. Estadísticas resultantes de las fichas LOTO.

Al mismo que se realizaban cambios o se actualizaba algo se llevaba el registro en un archivo de Word.

Mantenimiento Autónomo

Este tipo de mantenimiento lo realiza el operario de producción usando como guía una ayuda visual en la que se describen actividades con diferentes frecuencias, el operario debe marcar por el respaldo el cumplimiento de las actividades y en el caso de algún fallo márcalo igualmente por el respaldo. A estas fichas se le realizaron varios cambios, entre los cuales se encuentra la creación de un formato para llevar el control de cambios por ficha y la firma de los coordinadores.

LINEA								
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO								
ACCIONES			ACCIONES			ACCIONES		
ACCIONES			ACCIONES			ACCIONES		
ACCIONES			ACCIONES			ACCIONES		
ACCIONES			ACCIONES			ACCIONES		
EL ESTADO DE LA MÁQUINA: BIEN Y MAL TN EN CASO DE QUE NO SE TRABAJE EL TURNO			FUNCIONAMIENTO DE FLUIDOS.			LIMPIEZA Y CONTROL.		
VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA			CADA SEMANA			CADA MES		
●	CADA TURNO		●	CADA DÍA		○	CADA SEMANA	
NIV. REV.	MODIFICACIÓN	REALIZADO POR	Ve Bo COORD. PRCS & QLT	Ve Bo MANTO	Ve Bo SEGURIDAD	Ve Bo COORD PROD	Ve Bo LET.	FECHA
	CREACIÓN DE FORMATO							

Figura 33. Formato de la ficha de mantenimiento autónomo.

Durante las pasantías también se realizó la actualización y creación de fichas de mantenimiento autónomo, inicialmente solo las máquinas críticas tenían fichas de mantenimiento con aproximadamente 69 máquinas y un porcentaje respecto a todas las máquinas de la planta de 56%, al terminar las practicas se tenían 108 máquinas con fichas y un porcentaje del 87%.

SEGUIMIENTO DE FICHAS AUTONOMO 2019				
	Julian Camilo Alba Gil	HAY		
LINEA	MAQUINA	SI/NO	ACTUALIZADA	FECHA ACTUALIZACIÓN
JUNTAS FIJAS	DRILL UNIT	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	SUPER QUAREX 2	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	SUPER QUAREX 3	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	ROTOFLO 3	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	FDY Y MAGNATEST	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	HORNO INDISA Y ESTAMPADORA	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	RECUBRIDORA HOCUT	✓	✓	27-jun.-19
JUNTAS FIJAS	OKUMA 3	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	SI4A	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	CINCINATI INTERIORES	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	EXCELLO 1	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	EXCELLO 2	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	JHON FORD	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	MAGNAFLUX JF	✓	✗	
JUNTAS FIJAS	LAVADORA	✓	✓	27-jun.-19
JUNTAS FIJAS	RECUBRIDORA FINAL	✓	✓	13-abr.-19
TRIPODES	VARINELLI	✓	✓	30-abr.-19

Figura 34. Formato de seguimiento para fichas de mantenimiento autónomo.

Durante el mismo tiempo se retomó el seguimiento diario de las fichas de mantenimiento autónomo, para llevar un registro de las fallas y comenzar a generar ordenes de trabajo para corregirlas.

SEGUIMIENTO ACTUALIZACIÓN FICHAS AUTONOMO						
REALIZADO POR:		Julian Camilo Alba Gil	SE REALIZÓ SI/NO			OBSERVACIONES
FECHA	LINEA	MAQUINA	T 1	T 2	T 3	OBSERVACIONES
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	DRILL UNIT	✓	✓	TN	falta limpieza semanal
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	SUPER QUAREX 2	✓	✓	TN	falta limpieza semanal
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	SUPER QUAREX 3	✓	✗	TN	falta limpieza semanal
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	ROTOFLO 3	✓	✗	TN	falta limpieza semanal
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	FDY Y MAGNATEST	✓	✗	TN	Actualizar ficha
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	HORNO INDISA Y ESTAMPADORA	✓	✗	TN	Se escribe indisa con 'S'
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	RECUBRIDORA HOCUT	✗	✗	TN	
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	OKUMA 3	✓	✓	TN	
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	SI4A	✓	✓	TN	fugas
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	CINCINATI INTERIORES	✓	✓	TN	fugas, actualizar
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	EXCELLO 1	✓	TN	TN	
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	EXCELLO 2	✓	✓	TN	
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	JHON FORD	TN	TN	TN	no esta trabajando
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	MAGNAFLUX JF	✓	TN	TN	
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	LAVADORA	!	!	!	NO TIENE FICHA
1-mar.-19	JUNTAS FIJAS	RECUBRIDORA FINAL	!	!	!	NO TIENE FICHA
1-mar.-19	TRIPODES	VARINELLI	TN	TN	TN	actualizar

Figura 35. Formato de seguimiento diario.

Seguimiento ordenes de trabajo - Mantenimiento Autonomo							
fecha	# orden	Linea	Maquina	Responsable	Hallazgo	Estado	Fecha fin
28-mar.-19	33643	Tulipas	Recubridora	Alejandro Serran	El tablero de control de la recubridora no tiene luz piloto	✓	03/07/2019
28-mar.-19	33644	Tulipas	Recubridora	Alejandro Serran	El tablero de control no tiene chapa de seguridad	✓	03/07/2019
28-mar.-19	33645	Tulipas	Lavadora	Hector Cetina	El tablero electrico no tiene luz piloto	✓	09/04/2019
29-mar.-19	33646	Homocineticos	Prensa anillos de seguridad	Yurgen Castro	Hay fugas neumaticas en la maquina, no se han podido identificar el origen	!	
29-mar.-19	33647	Homocineticos	Ensambladora juntas fijas	Jesus Gamboa	No hay sensor de temperatura en la cabina de aire acondicionado	✓	02/04/2019
29-mar.-19	33648	Interesjes	Tocco 2	Epimenio Roa	No funciona la lampara	✓	10/07/2019
29-mar.-19	33649	Interesjes	Tocco 2	Epimenio Roa	Precensia de fugas de aceite	!	
3-abr.-19	35142	interesjes	Tocco 1	Hector Cetina	Fuga hidrotemple por el caudalimetro	✓	09/04/2019
4-abr.-19	33651	Tripodes	Generador Marathon	Jesus Gamboa	Luz piloto del tablero de control de combustión no enciende	✓	22/04/2019
4-abr.-19	33652	Tripodes	Okuma 4 y Estampadora	Hector Cetina	Cambiar juego de clavijas vcp de 440v (rojo) a 220v(azul)	!	
30-abr.-19	33653	Tripodes	Buehler	Jesus Gamboa	Las partes de la resistencia presentan juego, es necesario ajustarlas	✓	03/05/2019
30-abr.-19	33654	Tripodes	Buehler	Jesus Gamboa	Realizar reparación del interruptor de la resistencia, esta rota la carcasa	✓	03/05/2019
5-jun.-19	33655	Tulipas	Lavadora Tulipas	Jesus Gamboa	Enderazar válvula electroneumatica	✓	25/06/2019

Figura 36. Formato seguimiento hallazgos de mto autónomo.

Kaizen

Durante las practicas se presentó un Kaizen, que consistía en implementar el aviso de LOTO en las fichas de mantenimiento autónomo con el fin de que los operarios de producción identifiquen fácilmente las actividades en las que deben ser más cuidadosos y deben bloquear las energías de la máquina.

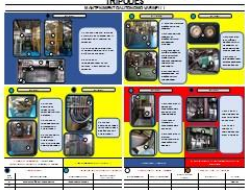

Problem Statement/ Scope/ Objective			Process & Tools											
<p>EL FORMATO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO NO ESPECIFICA EN QUE ACCIONES SE DEBE IMPLEMENTAR LOTO, POR LO QUE LOS OPERARIOS PODRIAN SUFRIR ACCIDENTES AL MOMENTO DE INTERACTUAR CON LA MÁQUINA.</p>			<ul style="list-style-type: none"> Analizar las acciones de la ficha de mantenimiento autónomo en las que existen riesgos potenciales que se pueden prevenir con la implementación de LOTO Estandarizar el formato de mantenimiento autónomo para generar una ayuda visual que indique que acciones requieren que se aplique LOTO. Mantener el formato de mantenimiento autónomo optimizando las acciones descritas. Capacitar a los MET sobre la mejora del formato de mantenimiento autónomo 											
Scope	Current	Objective												
El operario podrá identificar las acciones del mantenimiento autónomo en las que debe implementar LOTO antes de su realización.	Las acciones descritas en la ficha de mantenimiento autónomo no tienen un indicativo para implementar LOTO	Prevenir y buscar cero riesgos para los operarios por medio de la aplicación de LOTO												
Before		After	Results / Next steps <ul style="list-style-type: none"> Implementar Safety First para todo el equipo de DANA. Mejora en la descripción de la operación. Estandarización del formato de mantenimiento autónomo. Socialización y entrenamiento del formato 											
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Savings</th> <th>Annualized or One Time</th> <th>Monthly</th> <th>Start Month</th> <th>Reduction or Avoidance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>\$ 0.00</td> <td>Constante</td> <td>Frecuente</td> <td>01/04/2019</td> <td>EVITA</td> </tr> </tbody> </table>		Savings	Annualized or One Time	Monthly	Start Month	Reduction or Avoidance	\$ 0.00	Constante	Frecuente	01/04/2019	EVITA
Savings	Annualized or One Time	Monthly	Start Month	Reduction or Avoidance										
\$ 0.00	Constante	Frecuente	01/04/2019	EVITA										

Figura 37. Kaizen de mantenimiento autónomo con LOTO.

Jishuken: Tripodes

La forma en que se aplicó el Jishuken comenzó por la identificación del problema a solucionar que en el caso de la empresa era mejorar el proceso de las máquinas cuello de botella en la línea de tripodes previamente identificadas en el Jishuken del mes de enero, seguidamente se hace una identificación de los aspectos a mejorar en la empresa basado en la metodología Lean.

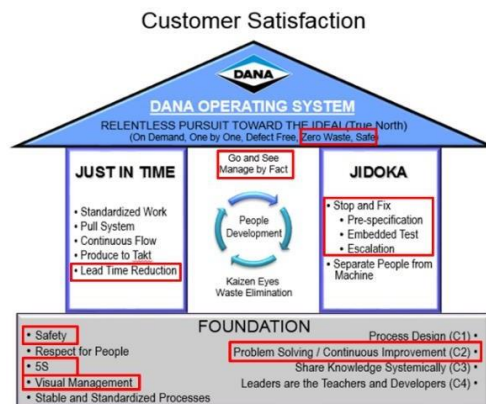


Figura 38. Aspectos del Jishuken a mejorar en el Lean Manufacturing de DANA

Como se observa en la imagen anterior se identifican los aspectos a mejorar en la casa del Lean Manufacturing de DANA para la satisfacción del cliente. Seguidamente se obtuvo la información de mantenimientos correctivos realizados en la línea durante el último año, del cual se obtienen las máquinas con más paradas y se realizan los diagramas de Pareto para identificar que fallas atacar.

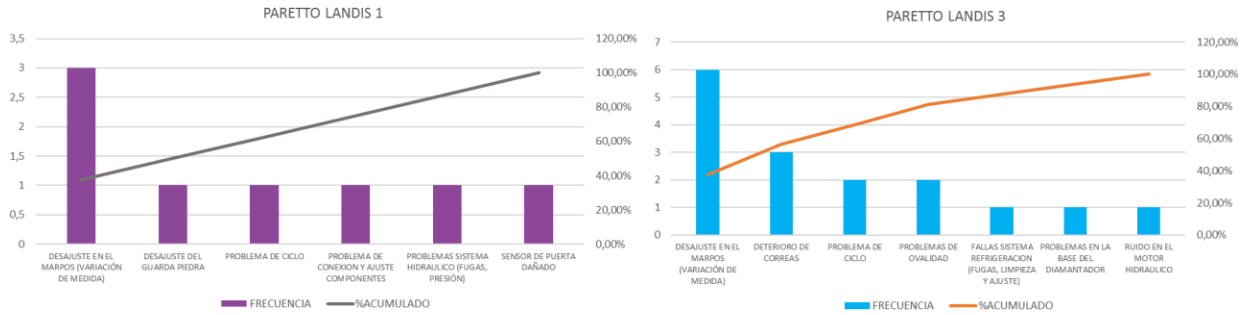


Figura 39: Diagramas de Pareto.

Al mismo tiempo se pueden analizar y observar los KPIs (Key Performance Indicator) en el último año, entre los que están el MTBF comparado con el MTTR y el porcentaje de disponibilidad como se observa en las siguientes figuras de una de las máquinas.

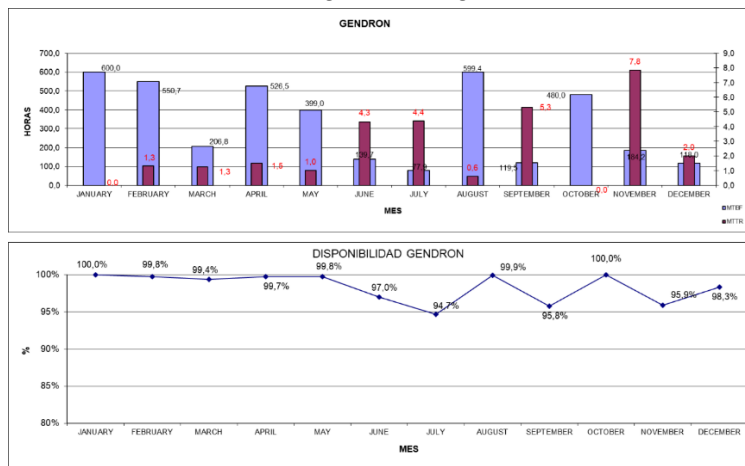


Figura 40: KPI's de maquina en el último año.

Una vez realizado el análisis de la información se va planta para corroborar y hacer levantamiento de más información, cuando se fue a planta se identificó una falla de seguridad en una de las máquinas por lo que se debe realizar un TSAC (Task Safety Assesment Card) como se muestra en la siguiente imagen.

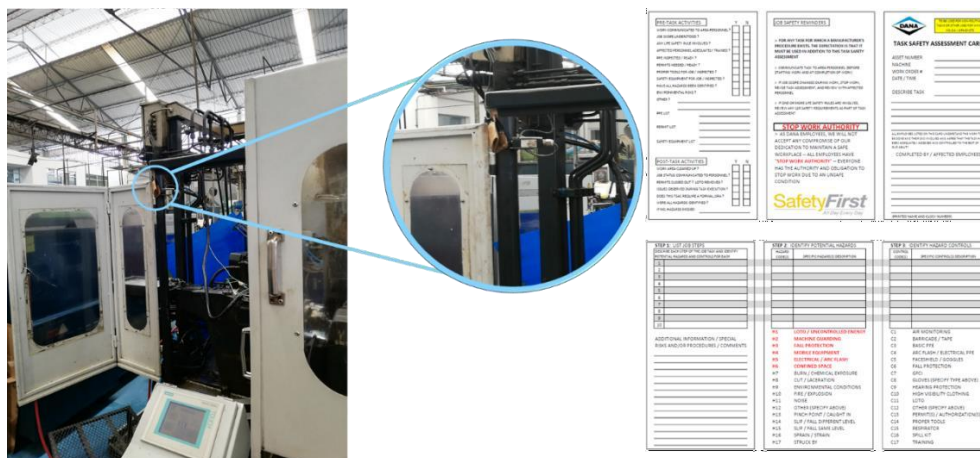


Figura 41: Hallazgo en planta y TSAC

El TSAC permite identificar que tan inseguro fue el hallazgo encontrado en la máquina y si es o no necesario realizar un JSRA que es una guía para procedimientos no rutinarios. En la siguiente figura se muestran otro tipo de hallazgos como fugas, suciedad o falta de guardas.



Figura 42: Hallazgos en planta para una de las máquinas

Como resultado del Jishuken se deben implementar seguimientos al mantenimiento autónomo, cambiar frecuencias del preventivo y actualizar la ficha 5's, creación del JSRA, implementación de LOTOS y compra de repuestos.

Capacitaciones

A lo largo de las practicas se participó en dos capacitaciones, una dada para ingenieros de FAG y otra dada por Fluke en alianza con MELEXA, en esta última se asistió como representante de la empresa y se transmitió la información al personal de mantenimiento de la empresa para lo cual se realizó una presentación formal (Figura 22).

PLAN DE ACCIÓN																							
PLAN										FECHA INICIO		febrero 21, 2019											
CAPACITACIONES PERSONAL DEMANTENIMIENTO										FECHA TERMINO		junio 30, 2019											
INTEGRANTES										PAGINA N°		1											
Ingeniero de mantenimiento: Francisco Manosalva. Asistente de mantenimiento: Julian Camilo Alba										AREA RESPONSABLE		Mantenimiento											
										LIDER DEL EQUIPO		Francisco Manosalva											
										OBJETIVO		Realizar capacitaciones al personal de mantenimiento para mantener el personal preparado en tecnologías nuevas											
I T E M	ACTIVIDADES	febrero				marzo				abril				mayo				junio				RESPONSABLES	% EJEC.
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Capacitación sobre instrumentación de vibraciones				■																	Ingeniero y asistente de mantenimiento	100%
2	Capacitación sobre principios de termografía																				■	Ingeniero y asistente de mantenimiento	100%
ACUMULADO																				100%			

Figura 43. Plan de acción capacitaciones.



Figura 44. Capacitación de termografía.

Guardas y empacadora de kits

Durante las practicas se ayudó en el proceso de realizar la comparación de las cotizaciones para dos proyectos que se estaban llevando a cabo en la empresa, el primer proyecto era para realizar la fabricación de guardas de seguridad de varias máquinas en la empresa, y el segundo fue la comparación de cotizaciones y la participación activa en la fabricación de una empacadora para el centro de distribución. En ambos proyectos se requirió realizar acompañamiento a los representantes de las empresas y se participó en reuniones para aclarar dudas y requerimientos, en estas también estaban los coordinadores de diferentes áreas.

Auditoria de Global Risk

Con el objetivo de dar cumplimiento a la auditoria de Global Risk se realizan los planes de acción y se comienza a realizar las cotizaciones para cubrir cada una de las recomendaciones del informe.

PLAN		PLAN DE ACCIÓN																FECHA INICIO		MARZO 2019				
AUDITORIA GLOBAL RISK: SISTEMA DE SUMINISTRO DE BOMBAS		FECHA TERMINO																1		PAGINA IV				
INTEGRANTES		Mantenimiento																Francisco Manosalva		LIDER DEL EQUIPO				
Francisco Manosalva - Coordinador Mantenimiento David Delgado - Gerente General		Francisco Manosalva																Francisco Manosalva		OBJETIVO				
		Realizar las mejoras en planta para cumplir con la norma del GLOBAL RISK en el area especifica de mantenimiento																						
SISTEMA CONTRA INCENDIOS																								
7	6	ACTIVIDADES																RESPONSABLES	OBSERVACIONES	%EJEC				
		FEBRERO	MARZO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6															
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
		Contactar Proveedores y recibir cotización del diseño del sistema contra incendios																Francisco Manosalva	ACCEQUIP 8500000 FIRENET COLOMBIA 9100000	100%				
		Selección de propuesta y presentación a dirección																Francisco Manosalva		50%				
		Aprobación de presupuesto																Francisco Manosalva						
		Realización del diseño y visita a planta para toma de medidas (cálculos, materiales, distancias, envío del diseño a los consultores de GLOBAL RISK, y esperar aprobación																Francisco Manosalva	Esta actividad comienza despues de la aprobación del presupuesto cuyo tiempo es imprevisto					
09-01	09-02	Aprobación de presupuesto del proyecto																Francisco Manosalva	Esta actividad no puede comenzar hasta que GLOBAL RISK lo apruebe el tiempo es imprevisto					
		Proveedor del servicio comienza a realizar trabajos en planta																Francisco Manosalva	Esta actividad comienza despues de la aprobación del presupuesto cuyo tiempo es imprevisto					
		Se recibe el sistema instalado y funcional, comienza tiempo de prueba																Francisco Manosalva	Las ultimas actividades no tiene numeración de mes por que no se conoce el tiempo que se tardan en instalar el sistema.					
		Cierre del proyecto																Francisco Manosalva						

Figura 45. Ejemplo plan de acción para auditoria Global Risk.

Una vez se realizó la auditoria de Global Risk 2019 se cumplieron algunos hallazgos y no se abrió ninguno nuevo, el resumen de la ultima auditoria se observa en la siguiente Figura.

RECOMENDACIONES AUDITORIA GLOBAL RISK			
ITEM	RECOMENDACIÓN	ESTADO	OBSERVACIONES
9-01,02 Y 04	Sistema contra incendios	pendiente	En la Última auditoria se adicionaron detalles
9-03	Sistema de bombas de suministro	pendiente	
9-05	Lamparas aduana	pendiente	
9-07	Mejorar los permisos de trabajo en caliente	completado	
9-10	Documento formal para el control de combustión	pendiente	
13-03	Plan de mejoramiento de subestación	pendiente	
14-01	Mejorar el almacenaje y operación de líquidos combustibles e inflamables	pendiente	
14-02	Plan de protección de paredes contra incendios en los hornos	pendiente	
18-01	Mejorar la organización de emergencia en planta (PEO)	completado	
recomendaciones de mantenimiento			
M11-04	Tuberías de escape de gas	pendiente	Removido durante auditoria del 2019
M9-01	Empotramiento de tuberías	removido	
M16-01	Documento formal para el mantenimiento de bombas de suministro	completado	Se abarca en el plan de fugas
M16-03	Mejoramiento de la instalación en las bombas de fuego	completado	
M17-01	Limpieza de aceites excesivos	pendiente	
M18-01	Plan perimetral de los cargadores de los montacargas	completado	
M18-02	Análisis de aceite para transformador en subestación eléctrica	pendiente	

Figura 46. Resumen ultima auditoria Global Risk.

Así mismo se realiza un resumen de presupuesto general basado en los diferentes hallazgos de la auditoria.

#	HALLAZGO	\$3.200/US\$		RECOMENDACIONES	PLAN #	% Avance de plan
		Precio Implementación [PESOS]	Precio Implementación [DOLARES]			
1	DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS	\$ 10.053.082,07	\$ 3.141,59	9-01, 2, 3 y 4	1	17%
2	IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE BOMBAS DE SUMINISTRO Y SISTEMA	\$ 960.000.000,00	\$ 300.000,00	9-01, 2, 3 y 4	2	0%
3	LAMPARAS ADUANA	\$ 19.477.111,00	\$ 6.086,60	9-05	3	25%
4	DOCUMENTO FORMAL PARA CONTROL DE COMBUSTIÓN DE HORNOS	\$ -	\$ -	9-10	4	20%
5	MEJORAMIENTO SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	\$ 3.689.000,00	\$ 1.152,81	13-3	5	17%
6	PAREDES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS HORNOS	\$ 70.333.185,02	\$ 21.979,12	14-02	6	40%
7	TUBERIAS DE ESCAPE DE GAS	\$ 10.500.000,00	\$ 3.281,25	M11-04	7	26%
8	MEJORAR ALMACENAJE Y OPERACIÓN DE LIQUIDOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES	\$ 158.143.128,00	\$ 49.419,73	14-01	8	0%
Total		\$ 1.232.195.506,09	\$ 385.061,10		TODOS	20,6%

Figura 47. Ejemplo presentación de presupuesto.

eMaint

eMaint es un software de gestión de documentación para todo lo relacionado con mantenimiento que puede ofrecer a la empresa ventas en el ahorro de tiempos de papeleo, desplazamientos, registros y seguimientos que se traducen en dinero. Se realizó el comparativo y análisis técnico de las mejoras entregadas por el software.

Sinergia en Gestión de mantenimiento



Figura 48. Presentación realizada para el análisis de eMaint.

Planos

Durante las practicas se realizó el plano detallado de un tornillo a bolas de un torno Mazak del cual se necesitaba el repuesto, los planos se realizaron para enviarlos a una empresa que los fabrica.

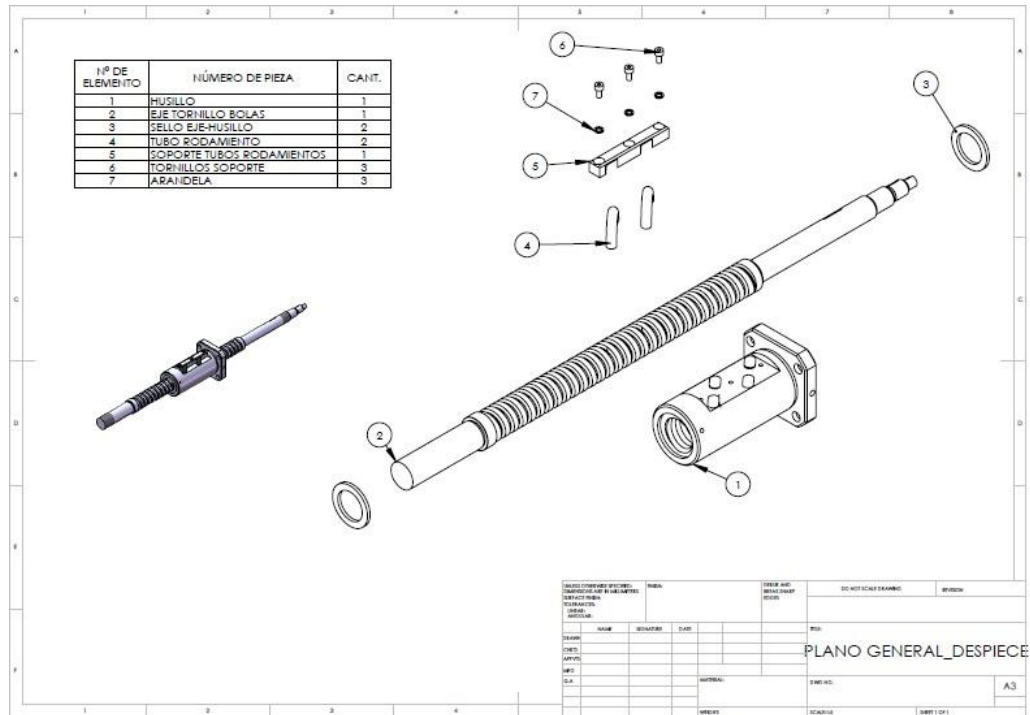


Figura 49. Plano tornillo a bolas.

Visitas técnicas

Durante las practicas se participó en la visita técnica de dos universidades a los que se debía guiar por la planta describiendo los procesos que se realizan.



Figura 50. Visita técnica UNAB.

La visita técnica de la UNAB se aprovechó para dar inicio formal para la realización de proyectos universidad-empresa.



Figura 51. Visita técnica de la UIS.

Diagrama de flujo de la planta

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de la planta para la realización del eje homocinético de forma muy general, debido a que no se puede dar información detallada de los procesos.

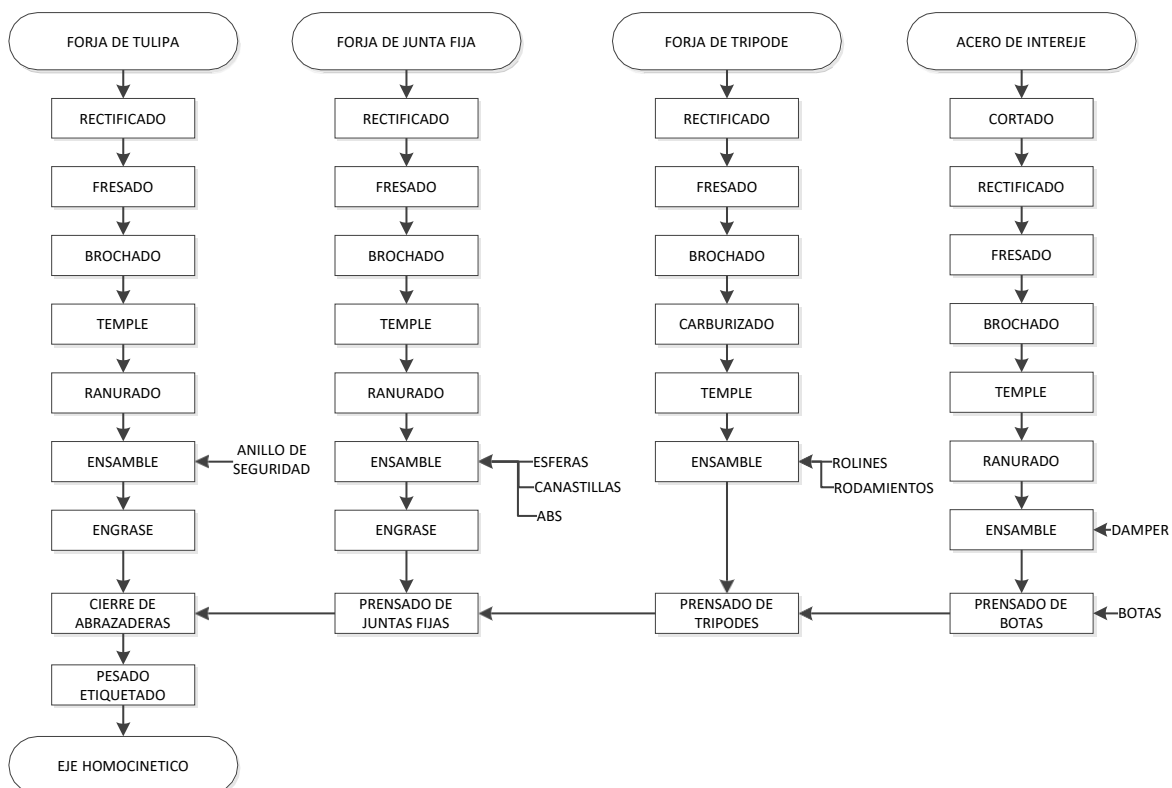


Figura 52. Diagrama de flujo de la planta.

CONCLUSIONES

La gestión de la información en el área de mantenimiento se puede considerar como un sistema vivo que se mantiene en funcionamiento para funcionar, se puede considerar un sistema compuesto por engranajes en el que si alguno falla afectara directamente el desempeño del área y consigo a la empresa.

Aunque en la teoría se habla sobre las capacidades y habilidades que deben tener los operarios de mantenimiento no se encuentra una relación directa entre la cantidad de máquinas y el número del personal, cuando las empresas están pasando por situaciones difíciles lo que hacen es disminuir el personal para reducir costos, pero no prestan la suficiente atención en que el mantenimiento se puede volver netamente correctivo lo que a futuro se vería como una pérdida de dinero.

Se sabe que un sistema de gestión de documentación de mantenimiento se debe implementar cuando la cantidad de operarios de mantenimiento está cerca de las quince personas, sin embargo, cuando el personal es reducido y no se tiene una persona constante que maneje los inventarios, alimente constantemente el preventivo a partir de los correctivos y predictivos el software puede ser una gran herramienta para el encargado del área.

Es muy importante la participación de la empresa en las auditorias y no solo con el fin de conseguir las certificaciones, sino que es un método para mantener en constante mejoramiento las diferentes áreas y mantener capacitadas las áreas indirectamente con las normativas vigentes. Por lo que las auditorias se deben ver más como una oportunidad de mejora que un requisito.

Es importante lograr la implementación de las metodologías de mantenimiento TPM y RCM, ya que con la primera se logra una filosofía interna en la empresa creando conciencia por el cuidado y el orden, tanto de las maquinas como de la infraestructura, y por el otro lado se obtiene un método riguroso que permite identificar rápidamente el origen de las fallas presentadas en las máquinas, sin embargo, es muy importante un manejo riguroso de la información. Ambas metodologías necesitan de bastante tiempo para lograr implementarse con efectividad, pero así mismo vale el esfuerzo.

Es muy importante realizar capacitaciones del personal de mantenimiento en las diferentes tecnologías que están surgiendo y que sirven para realizar el mantenimiento predictivo, como es el caso de las vibraciones, termografía, análisis de aceites etc. Estas capacitaciones permiten mantener al personal enterado de las medidas que se deben tomar actualmente, incluyendo el medio ambiente, y con la adquisición de los equipos no realizar contratación externa, reduciendo así los gastos a futuro.

A parte del conocimiento adquirido expuesto anteriormente en el transcurso del documento, es importante mencionar que durante las practicas no solo se adquiere conocimiento técnico, sino que también personal que se desarrolla por medio de la interacción con las

personas de las otras áreas en la empresa, lo que permite conocer como todos los trabajos se integran dentro de una empresa para un mismo fin, y la relación con los representantes de otras empresas en Colombia que ofrecen servicios, por lo que cual es necesario ser un buen representante de la empresa a la que se pertenece.

BIBLIOGRAFIA

- Garrido, G. S. (2003). Organización Y Gestión Integral De Mantenimiento. In *Díaz de Santos*.
- IATF. (2016). *IATF 16949 Norma del sistema de gestión de calidad automotriz: para el sistema de gestión de la calidad en las organizaciones que fabrican piezas de producción y piezas de servicio en la industria automotriz*. 59.
- Imai, M. (2001). *[Masaaki Imai]_KAIZEN_la_clave_de_la_ventaja_comp(BookFi.org).pdf*. Mexico.
- Joel Nachlas. (1995). *8 Fiabilidad*.
- Nakajima. (1988). *Seiichi Nakajima - Introduction to TPM (Total Productive Maintenance) (1988, Productivity Press)*.
- Oregon Osha. (2000). *Lockout / Tagout*. Retrieved from <https://osha.oregon.gov/OSHAPubs/3326.pdf>
- Ortiz, C. A. (2015). *TPM Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner*. CRC Press/Taylor & Francis Group, LLC.
- Specifics, G. M. C. (2015). *General Motors Global Supplier Quality*. 1–34.