



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ANALISIS DE FALLAS Y MODELO DE
MEJORAMIENTO PARA ACTIVOS CRITICOS**

Jose Daniel Aguirre Ortiz

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería
mecánica
Medellín, Colombia
2019



Análisis de fallas y modelo de mejoramiento para activos críticos

Jose Daniel Aguirre Ortiz

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniero Mecánico

Asesores (a)

Juan Carlos Orrego Barrera
Ingeniero Mecánico

Néstor Alberto Ramírez Pineda
Ingeniero Industrial

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería mecánica
Medellín, Colombia
2019.

ANALISIS DE FALLAS Y MODELO DE MEJORAMIENTO PARA EQUIPOS CRITICOS

Resumen

Se desarrollo la práctica empresarial en la empresa C.I. Jeans S.A.S. ubicada en la Estrella, Antioquia; la cual consta de 3.000 empleados repartidos en 3 turnos durante las 24 horas en un área de 3.000 metros cuadrados; la empresa se ubica en el sector textil en la fabricación y exportación de pantalones tipo jeans.

Se inició el proyecto analizando las operaciones y los procesos que se llevaban a cabo en la planta, involucrando todos los aspectos considerados para el correcto análisis de activo crítico, tales como: medio ambiente, producción, calidad y seguridad, con el fin de optimizar y reducir tiempos improductivos y sobrecostos.

Por medio del historial de fallas y de tiempos los cuales son registrados por el área de ingeniería de la empresa se filtró la información pertinente y se definieron los procesos en los cuales se afectaron mas los aspectos antes mencionados, se obtuvo como indicadores iniciales que la planta de preparación la cual es una de las 8 plantas activas registrara el 32% del tiempo improductivo total, indicándola como la planta mas critica, se procedió a observar las problemáticas dentro de esta planta, donde se arrojó como equipos críticos de primer orden 19 autómatas marca Durkopp Adler, dentro de un total de 144.

Dicho activo presentó tiempos improductivos equivalentes al 61% de la planta total, en un promedio desde enero de 2018 a febrero de 2019, los cuales se repartieron en: mantenimiento correctivo, cambios de producción y problemas de calidad.

Se analizó cada uno de estos aspectos influyentes con el fin de detectar las fallas funcionales y los modos de falla, de tal manera que se generara un modelo de mejoramiento el cual fuera funcional para las condiciones de producción.

Se registraron fallas con el fin de generar un historial, una frecuencia y una criticidad, los cuales permitieron generar un análisis de causa raíz y planes de mantenimiento preventivo, los cuales arrojaron resultados en reducción de tiempos improductivos en un 12% y la generación de un estándar de producción que permitió una sinergia entre la maquinaria y la programación de la producción

Introducción

En este proyecto se desarrolla un análisis y un plan de mejoramiento para unos parámetros de operación ya establecidos en la planta de confección de la empresa C.I. Jeans S.A.S, por lo cual se inicia con un análisis de antecedentes y el estado actual de funcionamiento para la correcta aplicación.

Se tiene como punto de partida un registro de tiempos improductivos desde enero de 2018, un registro de fallas por cada uno de los activos en planta y la descripción de intervenciones por cada falla, además de esto se tiene una hoja de vida y un plan básico de mantenimiento preventivo para cada máquina.

El activo de estudio consiste en una máquina automática marca Durkopp Adler de referencia 805 y 806, contando además con el Manual del ingeniero y un formato de piezas, los cuales sirven como guías para el conocimiento previo y correcto funcionamiento de la máquina, se establece que no existen planes de mantenimiento preventivo y predictivo, tampoco se registran estudios previos ni análisis sobre este tipo de máquina.

En el presente estudio se realiza una exploración y diagnóstico de activos físicos por medio de las bases de la metodología de RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad), el cual consistió en: recolección de información, definición de requerimientos, establecimiento de parámetros de trabajo, formulación de oportunidades, generación de modelo de mejoramiento como aplicación y retroalimentación, en conjunto se trabaja con los pilares de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo del TPM (Mantenimiento productivo total).

En este proyecto se van a encontrar limitantes como lo son tiempos de operación y producción, corta inversión por parte de la empresa, poco personal y la alta demanda por operación, por lo cual los resultados obtenidos debían ser acoplados al estado actual de operación.

Objetivos

- Estudiar el comportamiento de las maquinas
- Realizar un análisis de los tipos de falla
- Evaluar modelos de mejoramiento en el proceso de mantenimiento para evitar las fallas importantes

Objetivos específicos

- Reconocer los diferentes tipos de tiempos improductivos producidos
- Valorar las consecuencias
- Analizar las fallas más importantes planteando soluciones



Marco Teórico

Durkopp Adler AG es una compañía alemana dedicada a la fabricación de maquinaria para la industria textil, principalmente máquinas cocedoras, para el proyecto se analizará la máquina la DURKOPP ADLER AG 806 Y 805 (ver anexo 1), las cuales están destinadas a ubicar, doblar y cocer los bolsillos traseros de los pantalones, por medio de un sistema automático, la máquina es de grandes dimensiones en comparación con la maquinaria textil, comprendida en un chasis de 1,5 metros de alto al cual se le adecua una pantalla que da una altura de 2 metros, un ancho de 1,8 metros, el cual comprende el cabezote y la mesa de desplazamiento

Para poder generar una estrategia de mantenimiento en este tipo de activos es necesario tener conocimiento de ciertas áreas como son lubricación o como ciencia (tribología), conceptos de estática y dinámica, resistencia de materiales, neumática, electrónica, electricidad. Para el presente proyecto no se tienen antecedentes de investigación.

Se realiza un estudio de los elementos mecánicos los cuales incluye principalmente engranajes que se definen como un mecanismo para transmitir potencia; aumentar o disminuir la velocidad angular.

Otro componente mecánico de este tipo de maquinaria son los rodamientos. Se trata de un cojinete: un elemento que sirve como apoyo a un eje y sobre el cual éste gira. [1]

Es necesario tener fundamentos básicos de electrónica para comprender el funcionamiento, esta se compone de sensores capacitivos para proximidad; reaccionan ante metales, y no metales que al aproximarse a la superficie activa sobrepasan una determinada capacidad.

Se compone también de sensores de láser en el cual el haz de luz es emitido desde el elemento emisor de luz (láser) en el transmisor, y es recibido por el elemento de recepción de luz en el receptor. sobrepasan una determinada capacidad [2].

Además de esto se deben tener conocimientos de neumática, ya que este tipo de activo aprovecha principalmente la energía que se genera a partir del aire comprimido en un circuito abierto, el cual se define por que el aire pasa por medio de ramificaciones, pero no regresa a su origen, para poder generar este circuito se cuenta con elementos como cilindros, electroválvulas y reguladores. [3]

Otro concepto de importancia para el estudio del activo es la transmisión y generación de potencia y de energía a partir de un servomotor, el cual tiene la función de generar un desplazamiento lineal de un elemento, controlando la velocidad y presión que se ejerce sobre la mesa que lo soporta

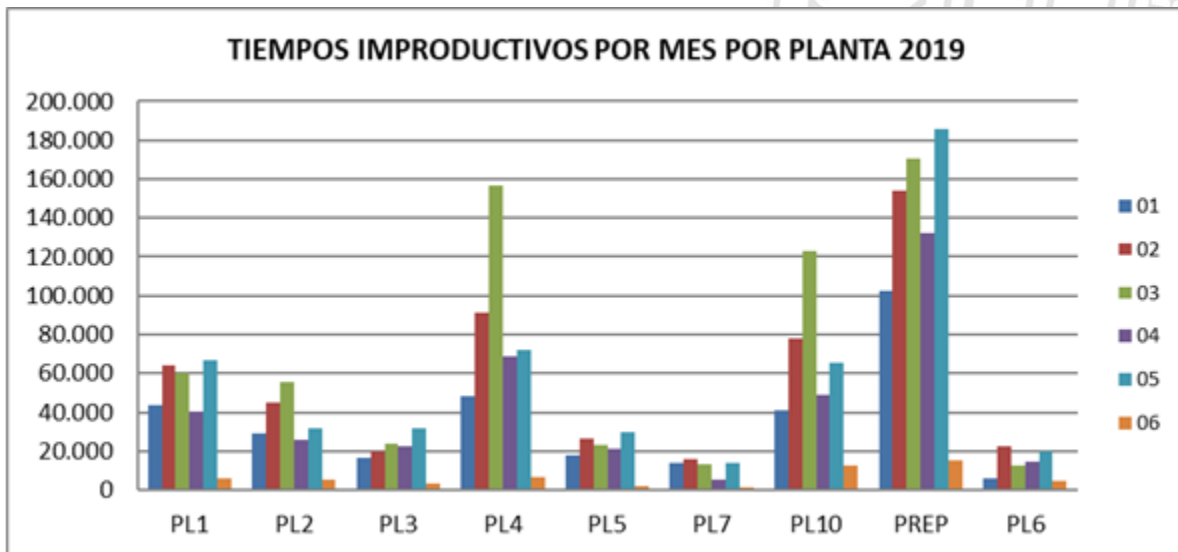
Como conocimiento de importancia se incluye la metodología de mantenimiento de gestión de activos principalmente el RCM (mantenimiento

basado en la confiabilidad), para tomar como bases y poder analizar y generar estrategias apropiadas que permitan una adecuación de los procesos, los cuales no afecten directa o indirectamente la producción o calidad del producto

Metodología

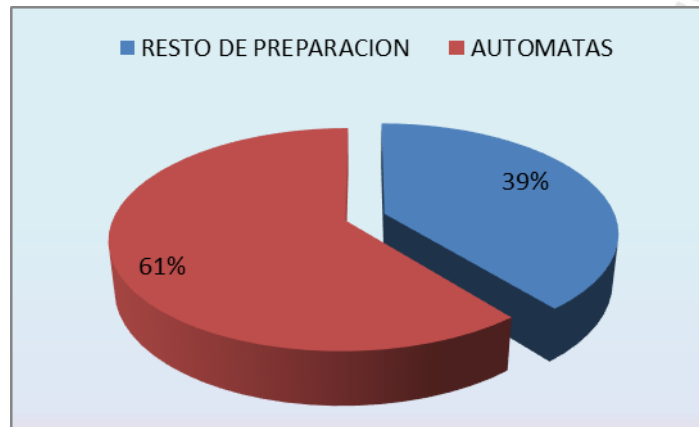
Inicialmente se desarrolló el contexto operacional de la empresa, donde se identificó los aspectos principales con los que se debió tener consideración, los cuales fueron: medio ambiente, producción, calidad y seguridad, definidos en conjunto con los ingenieros a cargo, estableciendo la capacidad inicial y las consecuencias de las fallas sobre cada uno de estos ámbitos.

Se realizó un estudio en toda la planta, tomando como prioridad la producción, identificando tiempos improductivos con el fin de establecer los activos más críticos, observando que preparación una de las 8 plantas presentes en la empresa, representó un 32% de los tiempos improductivos totales, lo cual la identificó como la sección de la producción más crítica (Ver grafica 1).



GRÁFICA 1. TIEMPOS IMPRODUCTIVOS POR PLANTAS.

A partir de este primer análisis, se profundizó en esta sección de la empresa, donde se determinó que las 19 máquinas automáticas de las 144 de la planta de preparación correspondieron a un 61% de los tiempos improductivos en la planta de producción, lo cual estableció la operación de estas máquinas como un cuello de botella.

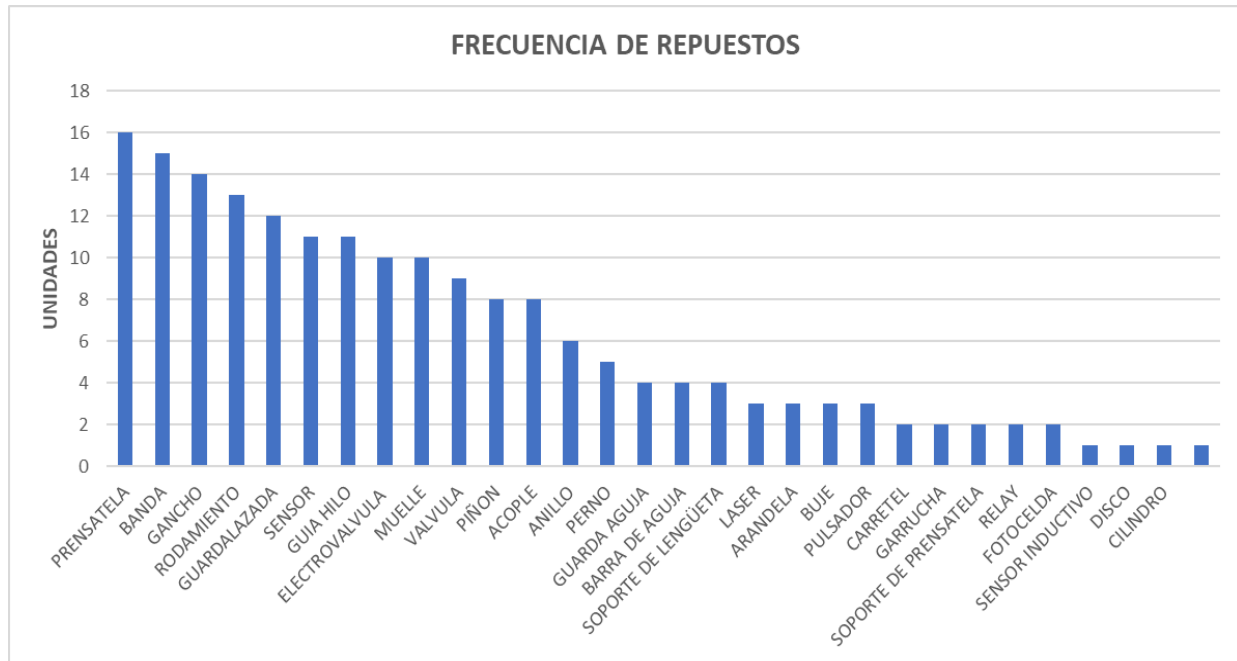


GRÁFICA 2. TIEMPOS IMPRODUCTIVOS PREPARACIÓN.

Se realizó el estudio y se tuvo en cuenta el correcto funcionamiento y los elementos de la máquina como los cilindros neumáticos, válvulas, chasis, tarjeta electrónica, entre otros, para esto se contó con la colaboración de los técnicos responsables, el manual del ingeniero y página del fabricante.

Por medio de un programa en el cual se recolectó la información cada día de los tiempos en producción, unidades producidas, y tiempos por mecánica, esto generó unos indicadores para el departamento de mantenimiento, los cuales involucraron tiempos por mecánica, tiempos de espera, tiempos productivos, consumo de agua, energía y aire comprimido por máquina, este informe permitió la generación de presupuestos para cada uno de estos indicadores y así se pudo atacar estratégicamente los posibles errores y se evaluó la reducción.

El departamento registró el mantenimiento de cada máquina por medio de una hoja de vida, en las que se llevó un historial de fallas con las que se pudo atacar los casos más críticos, se procedió a analizar dicho historial y se empezó a separar tipos de falla y fechas en las que sucedieron, con lo que se estableció patrones de falla y se evaluó los elementos involucrados, además de los repuestos de mayor frecuencia.



GRÁFICA 3. FRECUENCIA DE REPUESTOS.

A partir de este estudio se empezó a generar una valoración estratégica del proceso que se llevó a cabo para reducir los tiempos improductivos y las posibles correcciones inmediatas y a largo plazo, ya sea en el mantenimiento de las maquinas o la generación de estándares y parámetros de producción que permitieran reducir dichos tiempos, por medio de los criterios establecidos en los diferentes departamentos de producción, mantenimiento y calidad.

Para el plan de mejoramiento desarrollado se realizó un estudio funcional de la maquina identificando taxonomía, funciones, fallas funcionales y modos de falla, los cuales permitieron generar un análisis de causa – raíz, dirigido a los ingenieros y técnicos encargados de las máquinas, con el fin de que este fuera aplicado para la prevención y predicción de fallas, con la finalidad de reducir los tiempos improductivos y los sobrecostos en el departamento.

Aparte de este modelo de mejoramiento se estableció un plan de mantenimiento productivo, el cual radica principalmente bajo la frecuencia y criticidad de los repuestos. (Ver anexo 2.)

Paralelamente a este modelo de mejoramiento basado principalmente en la metodología del RCM, se desarrolla un trabajo en conjunto con los técnicos y operarios, fundamentados en los pilares del TPM: mejoras enfocadas que consistió en encontrar oportunidades de mejora dentro de la planta, focalizados en reducir o eliminar desperdicios y ubicaciones estratégicas de materiales y herramientas y el mantenimiento autónomo el cual integró el trabajo del operario con el del técnico de mantenimiento, realizando un

formato y unos estándares de mantenimiento en el cual se reportaban fallas adecuadamente junto a realizar ajustes y lubricaciones.



Resultados y análisis

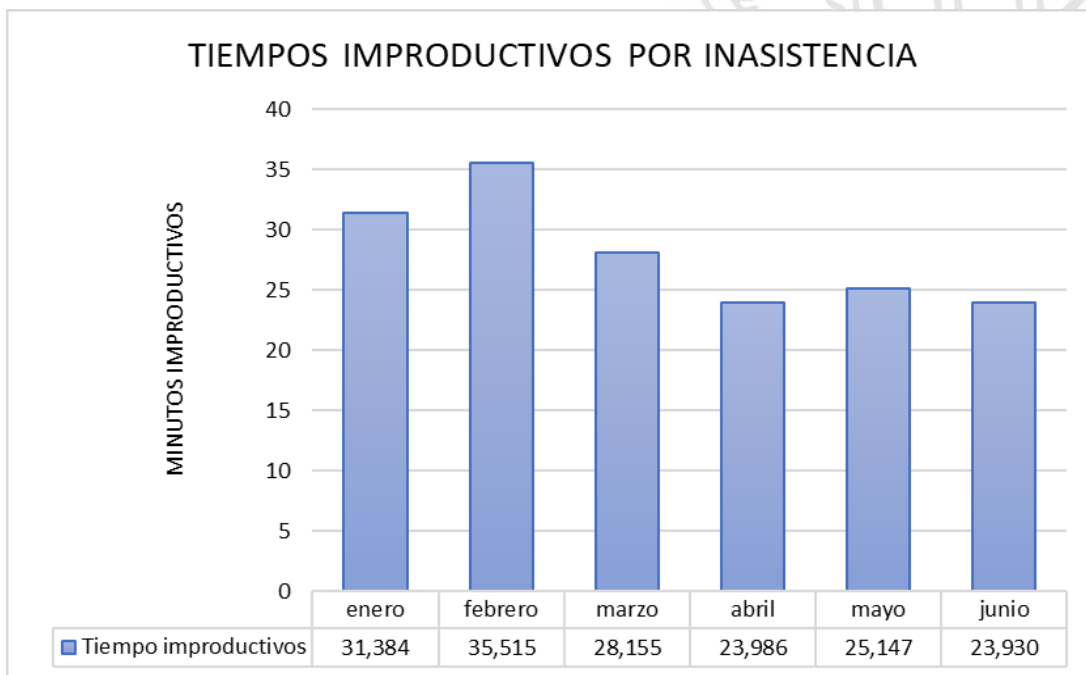
A partir de la metodología presentada para el desarrollo del plan de mejoramiento se obtiene un impacto inicial sobre los tiempos de espera llamados por el código M02, el cual se define como el tiempo que, transcurrido entre la falla y la atención del técnico mecánico, se reducen por medio de una estandarización de la atención del personal (Ver grafica 4).

Los fallos presentados se dividen en dos; cuando el fallo detiene completamente la maquina o cuando el fallo interviene negativamente en el proceso, pero no afecta la producción o su funcionamiento, según este orden de ideas se da prioridad a las máquinas para la atención del mecánico, con el fin de minimizar la afectación a la producción, para esto se estandariza un manual de atención que se estipula de la mano del supervisor y el director de la planta

A1: atención inmediata de la máquina, de ser necesario el mecánico debe interrumpir la tarea que esté realizando para atender la situación que se presente

A2: el mecánico debe atender la maquina en el momento que termine las labores o actividades que esté realizando

A3: la situación se atiende en horas extra o cuando el mecánico se encuentre libre de cualquier actividad



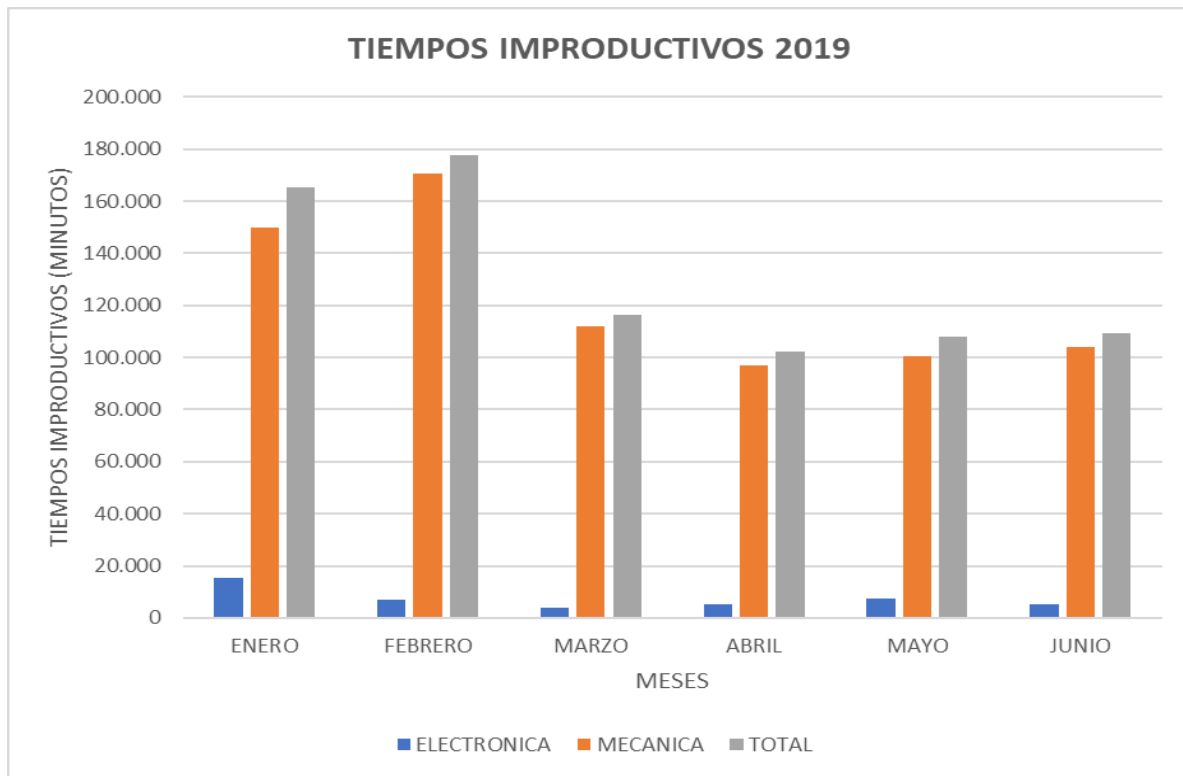
GRAFICA 4. TIEMPOS POR INASISTENCIA

Por medio del registro de fallas y repuestos, además de las hojas de vida de la maquinaria, se procedió a aplicar la metodología del RCM, identificando las operaciones mas criticas y la persistencia de estas fallas, evaluando criticidades y consecuencias de cada una de estas, lo cual permitió generar un modelo de análisis y planes de mantenimiento preventivo, los cuales fueron siendo aplicados paulatinamente conforme se presentaban estas, estudiando su valides frente a las condiciones de operación y funcionalidad en la maquinaria.

Principalmente se tomo como fallas importantes las mas frecuentes con el fin de atacar directamente este tipo de improductivos, como sucedió con el prénsatela, el cual por medio de un estudio de desgaste por contacto se estableció que su material aluminio 3003 no era adecuado para la presente operación, requiriendo un cambio de producto por medio del proveedor, pasando a un aluminio 6061, inicialmente este era un repuesto que tenia una durabilidad de 1 mes, en el momento esta pieza lleva alrededor de 3 meses y sigue activa.

Con las demás fallas criticas se inicia un seguimiento y análisis de causa – raíz para identificar la razón de su corto tiempo de vida, todo bajo los parámetros de funcionamiento del fabricante o proveedor, en este caso se sigue las recomendaciones de la empresa fabricante DURKOPP ADLER AG, estableciendo que algunas piezas excedían su vida útil, debido a que estas maquinas funcionan las 24 horas durante 6 días de la semana lo cual reduce el tiempo transcurrido entre la falla potencial y la falla funcional.

Se genera un plan de mantenimiento preventivo con la idea principalmente de revisar cada uno de estos elementos críticos y anticipar su falla ya que el departamento no cuenta con herramientas como cámaras termográficas ni sensores de monitoreo de vibraciones, revisando cada uno de los elementos críticos y realizando una limpieza y lubricación de elementos rozantes; todo esto permitió una reducción en los tiempos improductivos por mecánica correctiva ya que se logro anticipar gran cantidad de fallas respecto a los meses anteriores (ver grafica 5), inclusive reduciendo el presupuesto económico del departamento de mantenimiento (ver tabla 1), además de incluir un mantenimiento a las tarjetas electrónicas reduciendo este tipo de improductivo



GRAFICA 5. TIEMPOS IMPRODUCTIVOS 2019

Es de importancia analizar los costos que se producen en la planta con respecto a los repuestos que cada uno de estas máquinas requiere, debido a que el presupuesto de la planta se ve siempre superado al estimado, el cual está en 17 millones de pesos, por lo cual fue de importancia intervenir la frecuencia de las fallas, debido a que si se anticipa una falla y se realiza el remplazo de la pieza, esta puede evitar mayores daños en la maquinaria por lo tanto reducción en los repuestos y sobrecostos.

MES	COSTO (cop)
junio	19,044,900
julio	15,347,300
agosto	21,647,200
septiembre	22,200,200
octubre	20,596,014
noviembre	20,071,400
diciembre	16,075,300
enero	28,513,800
febrero	35,709,800

marzo	18,767,800
abril	16,044,200
mayo	12,165,300
junio	13,861,100

TABLA 1. COSTOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



Conclusiones

- Se logra comprender de manera funcional la máquina y los elementos que estos involucra, además de establecer los parámetros de operación de cada uno de estos, indicando su capacidad inicial de trabajo y los límites de funcionalidad
- Se estudia el seguimiento de las fallas de los activos de estudio desde enero del 2018, analizando la frecuencia, criticidad y afectaciones de cada una de estos, permitiendo la elaboración de un modelo de mejoramiento el cual logro reducir los tiempos improductivos en un 32%
- Por medio de la metodología del RCM se estableció la importancia de realizar un seguimiento de las fallas y evaluar, todos los aspectos que estas pueden involucrar como son: la seguridad de las personas, el medio ambiente, la calidad del producto o específicamente la producción estableciendo niveles de criticidad y generando un orden jerárquico sobre estas
- Se logra estabilizar el presupuesto del departamento de mantenimiento el cual se encuentra a la fecha en 17 millones de pesos, por medio del análisis de los modos de fallo y los planes preventivos debido a que estos logran reducir los fallos en cadena y reduciendo los sobrecostos en el departamento
- Se identifican los alcances y limitantes para el desarrollo de un plan de mejoramiento como lo son, el presupuesto como principal limitante junto con el personal disponible para su ejecución y la necesidad de negociación con el área de producción para la disponibilidad de la maquinaria para poder ser intervenida y realizar los planes de mantenimiento

Referencias Bibliográficas

[1] Budynas Richard G., Nisbett Keith J. Diseño en ingeniería mecánica. Octava edición. Mcgraw Hill. Mexico. 2008. Capítulos 6,7,8

[2] Detección basada en la luz. KEYENCE CORPORATION. 2019. Fundamentos del sensor. Disponible en

https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/laser_light/info/index.jsp

[3] Bahr Michael, Ruppelt Erwin. Kaeser Compresores de Colombia. Técnica del aire comprimido. 2018. Capítulos 11-13

[4] Durkopp Adler AG. SN 805. 1997. Alemania. Service manual. Disponible en

https://www.duerkopp-adler.com/export/sites/duerkoppadler/commons/download/public/805/S_805_EN.pdf

[5] The engineering society for advance mobility land, sea, Air and space. Norma SAE JA1012. Aguide to the reliability-Centered maintenance (RCM) Standar. Enero 2002.





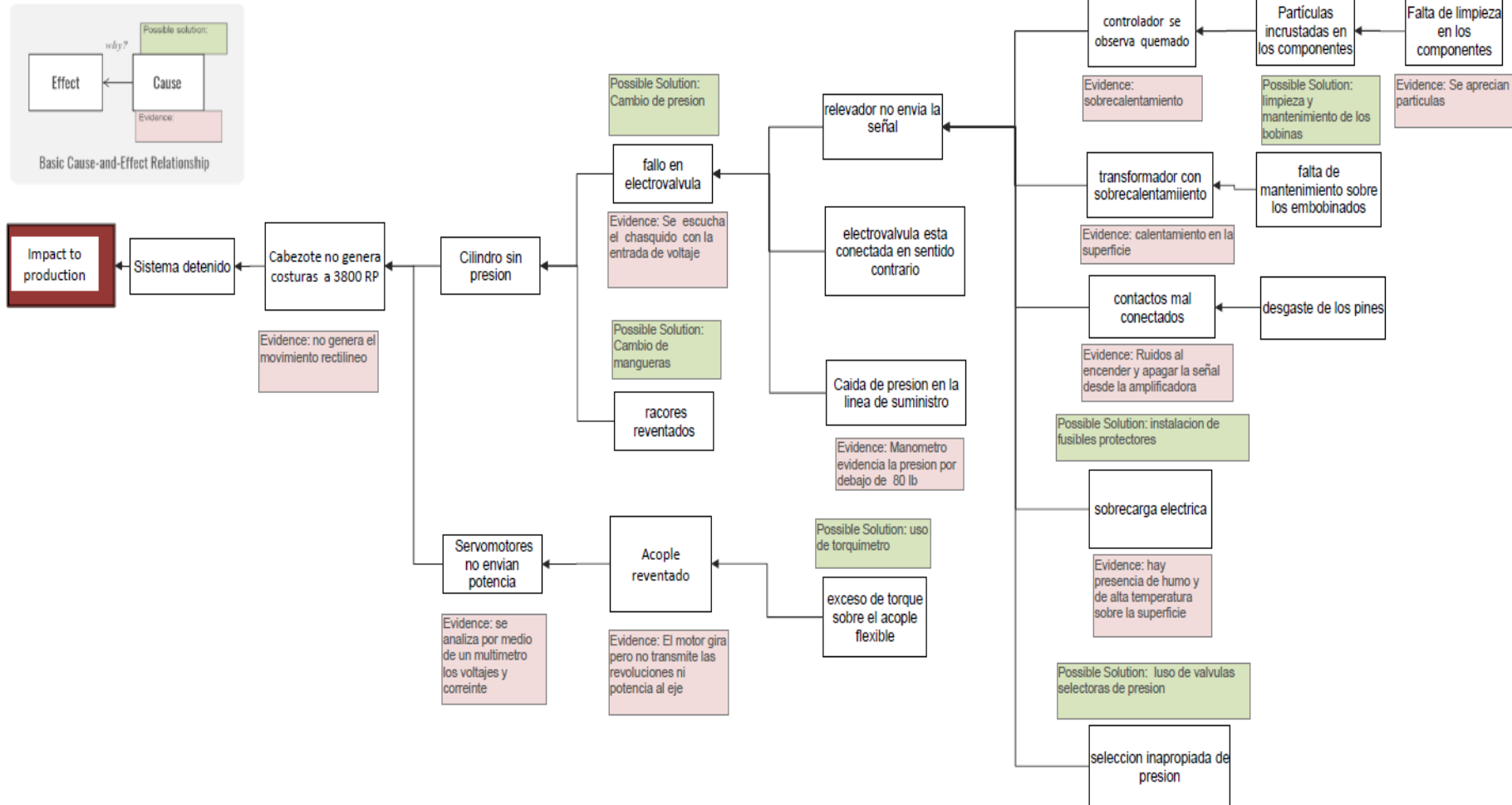
ANEXO 1. MAQUINA AUTOMATA DURKOPP ADLER 805



		MANTENIMIENTO PREVENTIVO AUTÓMATA				
		MÁQUINA No.	UBICACIÓN			
No	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	MTO 1	MTO 2	MTO 3	
1	Desarmar la máquina.		OK	OK	OK	
2	Revisar el ajuste entre las piezas.		OK	OK	OK	
3	Realizar el cambio de los repuestos que se encuentren en mal estado.	Los repuestos que por lo general se deben cambiar son:	OK	OK	OK	
		Rodamientos, garrucha, bujes, cuadrante, pernos, mecha de lubricación, banda, resortes, anillos , pistón, acople, retenedor, arandela, ejes, horquilla , empaque, tuercas, disco , piñón, barra de aguja				
		Los repuestos resaltados en negrita, no se encuentran en stock.				
4	Revisar el estado de las conexiones eléctricas.		OK	OK	OK	
5	Revisar el estado de las electroválvulas		OK	OK	OK	
6	Revisar el estado de los motores		OK	OK	OK	
7	Revisar el estado de la neumática (cilindros, mangueras y racores)		OK	OK	OK	
	Revisar el estado de la electrónica (contactos y limpieza)		OK	OK	OK	
	Revisar el estado de la estructura (soportes, apilador)		OK	OK	OK	
8	Revisar el estado de bandas		OK	OK	OK	
9	Revisar el estado de la tornillería.	En caso de que falten tornillos o estén desgastados, realizar los cambios respectivos, además de apretarlos si es necesario.	OK	OK	OK	
10	Revisar el estado de las tapas protectoras.		OK	OK	OK	
11	Realizar una limpieza general de la máquina.		OK	OK	OK	
COMENTARIOS			MECÁNICO ENCARGADO	NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE
			FECHA	DD/MM/AAAA	DD/MM/AAAA	DD/MM/AAAA

ANEXO 2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO AUTOMATA DURKOPP ADLER AG

Sistema bloqueado



ANEXO 3. ANALISIS CAUSA-RAIZ