

**IMPLEMENTACIÓN DE PRIMEROS PASOS DE LOS PILARES MANTENIMIENTO  
AUTÓNOMO (PASO 0) Y MANTENIMIENTO PLANEADO (ELEMENTO 1) DE TPM  
(MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) EN EL ÁREA DE PRENSAS DE C.I.  
COLAUTO S.A.S**

**Presentado por:  
JUAN DAVID RESTREPO TORRES**

**Informe de práctica académica para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**Presentado a:  
ÓSCAR DARÍO BOTERO MERINO  
Asesor U. de A.**

**YEINY MELISSA BUSTAMANTE LÓPEZ  
Asesora C.I. Colauto S.A.S**



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2019**

# **IMPLEMENTACIÓN DE PRIMEROS PASOS DE LOS PILARES MANTENIMIENTO AUTÓNOMO (PASO 0) Y MANTENIMIENTO PLANEADO (ELEMENTO 1) DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) EN EL ÁREA DE PRENSAS DE C.I. COLAUTO S.A.S**

---

## **RESUMEN**

En la empresa C.I. Colauto S.A.S se desarrolló un plan maestro con el cual se pretendía implementar TPM en sus primeros niveles (paso 0 de Mantenimiento autónomo y elemento 1 de Mantenimiento Planeado). La empresa contaba con antecedentes de haber comenzado con el programa dos años antes, pero dejó de trabajar aproximadamente a mediados de 2017, por lo que la cultura de TPM lograda hasta el momento quedó sin un horizonte fijo y se disipó. La propuesta consistió en retomar el plan maestro, adecuarlo a las necesidades actuales de la empresa (acorde a los recursos disponibles) y liderar la implementación en el área de Prensas de Planta 2 de la compañía.

Para el pilar de Mantenimiento Autónomo (MA) el objetivo principal era fomentar las actividades de inspección y detección de anomalías por parte de los operarios de producción, para lo que se desarrolló una serie de capacitaciones que explicaban la cultura de TPM y el pilar MA, la designación de roles de algunos operarios líderes, la adecuación del tablero de MA y la generación y puesta en marcha de los formatos de inspección de las máquinas llamados "rutas de inspección". Con las rutas de inspección los operarios de producción fueron responsables de limpiar e inspeccionar las máquinas para así detectar algunas anomalías y poder corregirlas.

Se llevó un seguimiento de la correcta inspección y manejo que se le da al formato de rutas de inspección de las máquinas, y de una forma global para el mes de junio se realizaba el 78% de las inspecciones aproximadamente, y posteriormente fortaleciendo este tema se logró que para el mes de noviembre en la inspección fuera de 96%, con lo que se espera afianzar la cultura de realizar el seguimiento periódico del estado de las máquinas por parte de los operarios.

El pilar de Mantenimiento Planeado (MP) consistió en trabajar con los operarios de mantenimiento y lograr mejorar sus prácticas de trabajo y de análisis de averías presentadas en el área, con la finalidad de implementar acciones que puedan solucionar eficazmente la recurrencia de algún problema. Para la implementación se ejecutó el plan maestro que tenía actividades de capacitación en fundamentos de TPM y MP, recopilación de estado inicial de averías, entrenamiento en análisis de causa raíz y llevar un plan de formación técnica para los operarios de mantenimiento.

En el desarrollo un punto importante era de dar cumplimiento a todas las tarjetas rojas generadas por el área de producción de las anomalías que ellos detectaban en las máquinas, meta que se cumplió en todos los meses por encima del 80% con excepción de octubre. Para el mes de noviembre el cumplimiento global acumulado era de 91% de gestión de tarjetas rojas. También fue muy importante el entrenamiento en análisis de causa raíz y lograr que para el mes de noviembre se realizaran 6 análisis de causa de averías en los equipos (todos los operarios participaron en al menos un (1) análisis de causa cada mes. Fue importante el progreso ya que al inicio, en el mes de julio, se comenzó con tres (3) análisis de causa.

En términos generales el proceso de implementación de ambos pilares fue satisfactorio hasta el momento, pese a dificultades que se presentaban, se logró retomar la cultura en los colaboradores de la empresa, que era el foco del proyecto.

## INTRODUCCIÓN

La empresa C.I. Colauto S.A.S, dedicada a la fabricación de motopartes y autopartes para ensambladoras de motocicletas y automóviles en la ciudad de Medellín, cuenta con 2 plantas de producción, Planta 1 y Planta 2, en ellas diferentes áreas de producción, como Prensas, Soldadura, Maquinados, Pinturas, entre otras. El área de Prensas ubicada en Planta 2, se dedica a la fabricación de piezas mediante el proceso de troquelado, y se divide en tres (3) subáreas: Prensas Pequeñas, Prensas Medianas y Prensas Grandes.

Hace dos (2) de años, y hasta aproximadamente Julio de 2017, inició la implementación de la metodología TPM en la subárea de Prensas Medianas, como un modelo piloto en la compañía, con las etapas Paso 0 de MA (Mantenimiento Autónomo) y Elemento 1 de MP (Mantenimiento Planeado). Debido a cambios en la compañía, los objetivos se enfocaron en otros aspectos, por lo que desde Julio de 2017 no se lleva un control y trabajo sobre los pilares de TPM.

La propuesta de trabajo para el segundo semestre del año 2018, como practicante en la empresa, es replantear, y retomar la metodología TPM, con una variante, ya no será sólo en la subárea de Prensas Medianas, sino en toda el área de Prensas de Planta 2 de C.I. Colauto S.A.S, que comprende Prensas Pequeñas, Medianas y Grandes, como se explicó con anterioridad.

El proceso de implementación de TPM, es bastante extenso, por lo que se pretende implementar solamente Paso 0 de MA y Elemento 1 de MP, con el

objetivo de lograr mejoras en cuanto a disponibilidad y mantenibilidad de las prensas, así como disminuir las averías y paros en las máquinas, logrando una productividad más alta.

## OBJETIVOS

### I. Objetivo general

Implementar Paso 0 de MA y Elemento 1 de MP de la metodología de TPM en el Área de Prensas Planta 2 de C.I. Colauto S.A.S.

### II. Objetivos específicos

- Evaluar el estado actual de la metodología en el área de producción de prensas.
- Reconfigurar los equipos de trabajo, así como designar los roles y actividades de cada integrante.
- Recopilar la información disponible en el área de producción y mantenimiento, que aporten a la metodología.
- Reconstruir el plan de trabajo, denominado Plan Maestro, donde se especifiquen las actividades de los pilares MA y MP en su paso inicial.
- Construir los formatos e indicadores necesarios para llevar un control de la implementación del paso, tanto en MA como en MP.
- Velar por el cumplimiento de cada una de las actividades programadas en el Plan Maestro, con un seguimiento escalonado en el área de trabajo.
- Implementar un formato de registro de averías y capacitar el personal para su diligenciamiento.
- Estratificar las averías del área (Total – Prensas Grandes – Prensas Medianas – Prensas Pequeñas).
- Planear y realizar actividades básicas de Paso 0 (SEIRI – SEITON)
- Capacitar en temas básicos de TPM a los operarios de producción y de mantenimiento (Seguridad – Funcionamiento de máquina – TPM).

## MARCO TEÓRICO

**Mantenimiento:** Disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones. [1]

**TPM (Mantenimiento Productivo Total):** Sistema japonés de mantenimiento industrial, orientado a lograr cero accidentes, cero defectos y cero averías. Es



un sistema de organización donde la responsabilidad no recae solo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa. [1]

Es una filosofía de mantenimiento industrial que combina los conceptos de calidad en las técnicas de mantenimiento y el involucramiento de todo el personal de las empresas, que logra maximizar la efectividad de los sistemas, por ende, aumentar la productividad. [3]

Los procesos fundamentales son llamados pilares, sirven de apoyo para la



Ilustración 1. Pilares de TPM. [2]

construcción de un sistema de producción orientado, siendo implementado con una metodología disciplinada, potente y efectiva. [3]

### Análisis de causa raíz

Método para la resolución de problemas que intenta evitar la recurrencia de estos a través de la identificación de sus causas raizales y medidas para prevenir su repetición.



Ilustración 2. Modelo reactivo vs modelo de análisis.

Para el ciclo de análisis es necesario seguir una serie de pasos explicados posteriormente para poder solucionar el problema con una contramedida

eficaz que evite la recurrencia del problema identificado debido a un fenómeno que se presentó.

Nota: Es importante hacer la aclaración que en el modelo de análisis de *Keikaku Hozen* [4] **Problema es diferente de Fenómeno**, siendo un problema una dificultad que evita que la máquina o el proceso siga funcionando correctamente, y dicho problema es causado por un fenómeno que es un evento de manifestaciones físicas que dan acción a que se presente la avería. Un solo problema puede ser causado por múltiples fenómenos diferentes, por lo que para solucionar el problema ocurrido es necesario identificar el fenómeno que se tuvo lugar en ese momento, con la finalidad de implementar acciones y soluciones correctas, en lugar de haber hecho suposiciones sobre fenómenos que no se presentaron en ese momento.

## **Pasos:**

### **1. Definir el problema**

Un problema es el inconveniente que permite que la máquina o proceso continúe con un desarrollo normal en su operación.

- Máquina atascada
- Banda reventada
- Polea fisurada
- Eje reventado
- Motor en corto
- Fugas en el sistema (hidráulico o neumático)

#### **1.1. Discutir capacidad de análisis (conocimiento)**

Indagar y cuestionar si la(s) persona(s) implicada(s) cuenta(n) con el conocimiento para realizar el análisis del sistema afectado, es decir, si están preparados metodológica y técnicamente en el procedimiento y sistema físico a evaluar. De lo contrario solicitar capacitación o apoyo. En las máquinas de Colauto es de importancia sistemas como:

- Sistema de transmisión principal
- Sistema de freno
- Sistema de caída
- Sistema de lubricación
- Sistema neumático
- Sistema eléctrico

## 2. Establecer el fenómeno (5W+1H)

Un fenómeno es todo evento con manifestación de una actividad que se produce en la naturaleza y es percibida a través de los sentidos. Es importante el primer contacto con las cosas para obtener la mayor información posible a través de la observación y la experiencia.

Ahora, un fenómeno físico es todo evento que en el cual un cuerpo sufre cambios debido a una actividad o acción. Implica condiciones que puede deteriorar un elemento.

- a) Temperatura
- b) Ruido
- c) Vibración

El fenómeno es descrito con la metodología 5W+1H, que es una metodología de análisis empresarial que consiste en contestar seis preguntas básicas: qué (*WHAT*), por qué (*WHY*), cuándo (*WHEN*), dónde (*WHERE*), quién (*WHO*) y cómo (*HOW*). [5]

## 3. Encontrar la causa raíz (5 por qué)

Para hallar la causa raíz de un problema se emplea la metodología 5 ¿Por qué?, que consiste en examinar cualquier problema y realizar la primera pregunta ¿Por qué sucedió el **fenómeno**?, dónde el **fenómeno** es aquel encontrado con 5W+1H. La respuesta a ese primer por qué generará otro por qué, y así sucesivamente hasta encontrar la verdadera causa raíz. Es una técnica sencilla pero poderosa, pero hay que tener cuidado en no saltar apresuradamente a la solución que se haya implementado. [6]

### Modelo Potencia-Carga.

Modelo planteado en el pilar de MP por el JIPM, con el cual busca clasificar todas las averías presentadas en una planta industrial en 5 tipos fundamentales de falla, con el objetivo de definir la contramedida adecuada de esa falla, y así garantizar que no vuelva a presentarse. [4]

#### Tipos de falla:

- a) **Deterioro natural:** Son los desgastes propios de un equipo o componente que se encuentra operando en condiciones normales y en constante funcionamiento, lo que ocasiona que algunos materiales se les cumpla su vida útil.

- b) **Deterioro forzado:** Son los desgastes que sufre un elemento cuando no se encuentra operando en condiciones normales, lo que ocasionan que fallen antes de su tiempo estimado de duración.

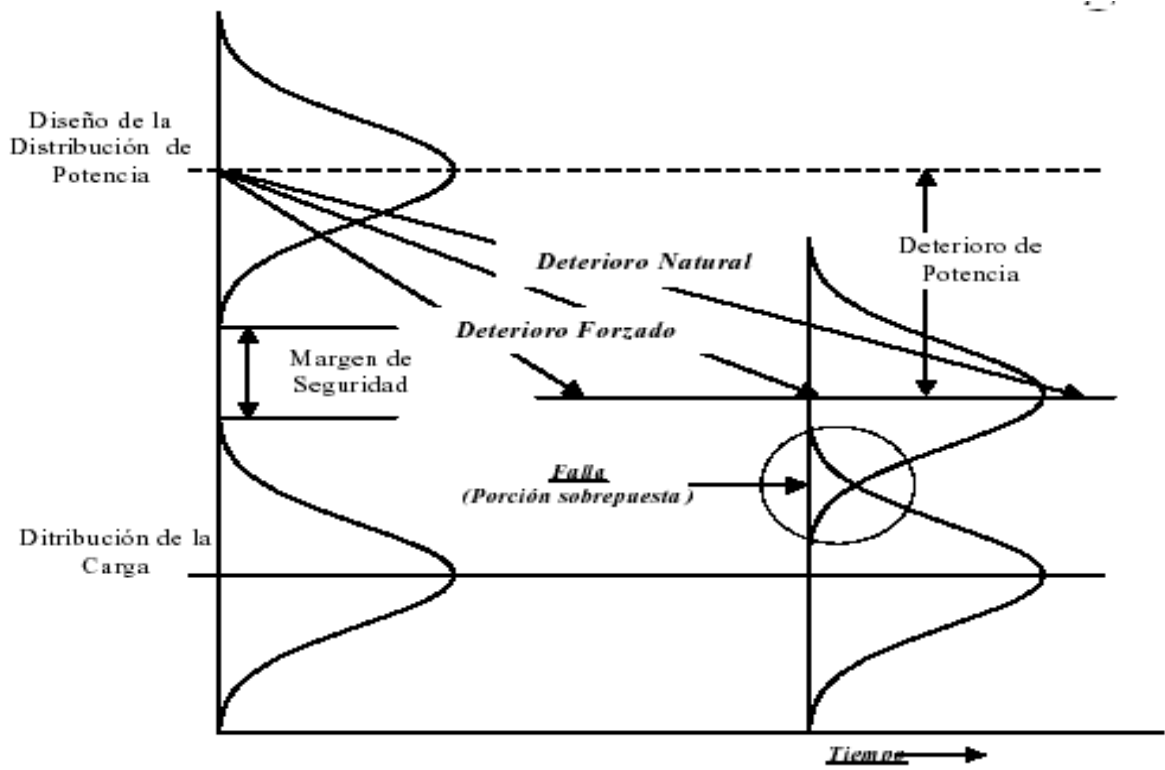


Ilustración 3. Deterioro natural y forzado. [4]

- c) **Error humano:** Es aquella falla en la que el operario/técnico no asegura el cumplimiento de los estándares del equipo ya sea por desconocimiento u omisión de estos.
- d) **Sobrecarga:** Es aquella falla que se presenta por operar el equipo por encima de la capacidad nominal que es recomendada por el fabricante.



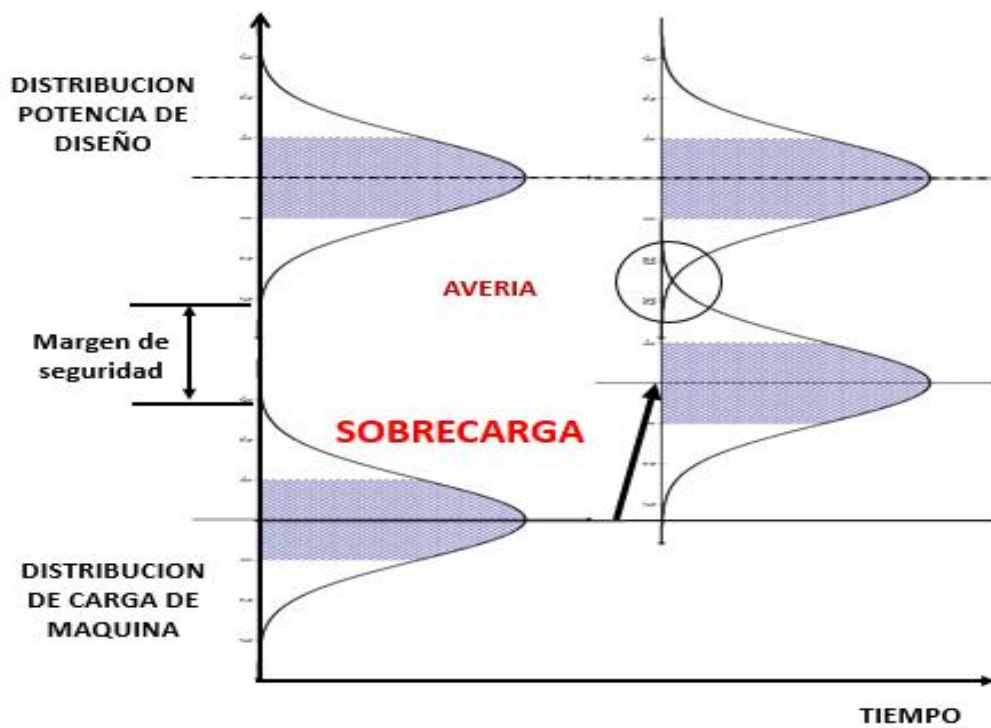


Ilustración 4. Error humano y sobrecarga. [7]

- e) **Punto débil de diseño:** Son las fallas que se presentan debido a piezas que fueron modificadas y no resisten la capacidad de la máquina, o que por diseño original no cumplen con las condiciones de trabajo.

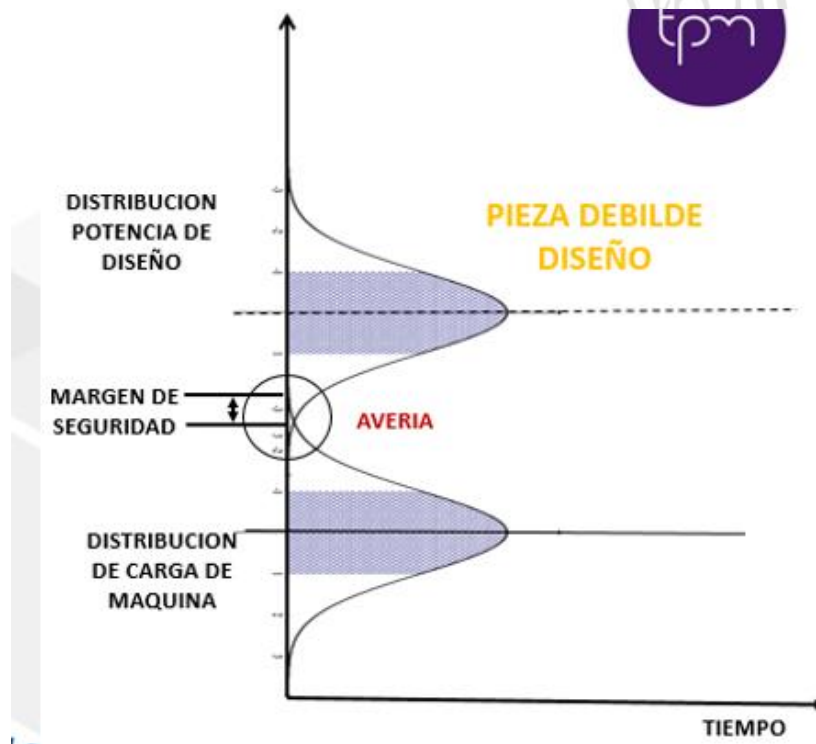


Ilustración 5. Punto débil de diseño. [7]

### **Contramedida asociada:**

Para cada tipo de avería se establece una contramedida que evita se busca solucionar y evitar el problema atacando la causa raíz.

- a) **Deterioro natural:** Estándar de mantenimiento (preventivo o predictivo).
- b) **Deterioro forzado:** Estándar LILA, Ruta de inspección.
- c) **Error humano:** LUP entrenamiento (qué hacer – qué no hacer).
- d) **Sobrecarga:** Control visual, LUP, capacitación.
- e) **Pieza débil:** Mejora de diseño, estándar de partes.

### **4. Implementar una contramedida**

La metodología basada en el pilar de Mantenimiento Planeado Keikaku Hozen [4] busca implementar una contramedida para evitar la recurrencia de ese fenómeno y problema atacado, la cual se fundamenta en el modelo Potencia-Carga.

### **METODOLOGÍA**

Para la implementación de paso 0 en MA y elemento 1 en MP se tuvo un plan maestro que detalla las actividades a realizar en cada uno de los pilares, con la finalidad de lograr los principales objetivos de la filosofía en sus pasos iniciales. Los cronogramas pueden ser revisados en los Anexos A y B.

#### **Paso 0 de Mantenimiento Autónomo**

El pilar de mantenimiento autónomo es fundamental en la implementación de TPM en cualquier compañía porque genera un vínculo entre el operario de producción y la máquina o proceso asignado, con el único fin de que el operario de producción adquiera habilidades para realizar actividades de mantenimiento de primer nivel y mejorar la disponibilidad y eficacia de la máquina o proceso.

El cronograma A detalla las actividades de este paso, realizando todas las actividades pactadas de la siguiente manera.

- **Introducción TPM y pilar de MA:** Se dictaron las primeras capacitaciones introductorias a todos los prensistas del área, con el objetivo de que los

colaboradores conozcan de una forma sencilla la metodología de trabajo y sus objetivos.

- **Presentación de roles:** Se designaron 6 prestistas que ya habían tenido conocimiento de la metodología previamente, para apoyar y guiar los demás integrantes en el proceso. Las funciones son las siguientes.

OPERARIO	ROL	FUNCIONES	Tiempo semanal
JORGE OSWALDO ZAPATA SÁNCHEZ	Tarjetas	Diligenciar tarjetas azules y el indicador de estas, comunicación con el rol de tarjetas rojas. Asegurar el correcto diligenciamiento de las tarjetas. Revisar en las reuniones con los operarios y técnicos las tarjetas que están pendientes.	3 horas semanales
MARIA CECILIA AREIZA PÉREZ			
JAIME CANO ÁLVAREZ	Estándar	Velar por el cumplimiento de las rutas de inspección y su correcta ejecución, retroalimentación en la identificación de los lugares de difícil acceso en la máquina a sus compañeros. Garantizar que estos instructivos se encuentren en los equipos y verificar que todo el personal conozca estos instructivos. Mantener organizados los estándares. Identificar con el coordinador de producción la principal pérdida o problemas en el mantenimiento autónomo y en el día a día del equipo.	2 horas semanales
ALBERTO DE JESÚS BEDOYA	SST	Estar pendiente del cierre de las tarjetas rojas con condiciones inseguras. Asegurar el correcto diligenciamiento de los incidentes y las condiciones inseguras que se puedan presentar en el proceso y que puedan generar un accidente. Organizar los pendientes de las condiciones inseguras en los equipos y reportarlas y garantizar que los del equipo reporten estas anomalías.	3 horas semanales
JORGE ELIECER GUTIERREZ URIBE			
JHON FREDY RENDÓN QUINTERO	Indicadores	Actualización del tablero y seguimiento a la ejecución del plan maestro, Llevar a las reuniones del equipo de trabajo los pendientes del equipo. Asegurar que todas las capacitaciones se realicen de acuerdo a la programación y validar que todo el equipo tenga estas transferencias. Hacer un seguimiento a las lecciones del punto y fomentar la construcción y usos de ellas.	2 horas semanales

Ilustración 6. Operarios de producción líderes de MA.

- **Adecuación del tablero:** Se adecuó y actualizó el tablero de mantenimiento autónomo con el objetivo de tener todas las herramientas y la información del PET publicada en este espacio.



*Ilustración 7. Tablero del pilar MA.*

- **Estándar de limpieza e inspección:** Se construyen todos los formatos de limpieza e inspección de las máquinas, con el objetivo de dar un mantenimiento de primer nivel adecuado en los equipos. El formato de llama "Ruta de Inspección". Ver ejemplo de formato en el Anexo C. Las rutas de inspección posteriormente cuentan con un control que se hizo para verificar si los prestistas estaban realizando las inspecciones adecuadamente al inicio de operación de las máquinas. La importancia es fortalecer el círculo virtuoso de MA que busca por medio de la limpieza e inspección detectar las anomalías de las máquinas y hacer la corrección de las mismas.



- **Variables de operación y características de las máquinas:** Para todas las máquinas del área se recopiló toda la información para las máquinas, los catálogos que estuvieran disponibles y con información medida por el área de mantenimiento. La información recopilada es bajo el siguiente formato.

CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS PRENSA 150-5 version														
Voltaje de entrada	Potencia motor eléctrico	Presion de aire entrada	Presion de aire cojin	Presion aire estabilizadores	Presion del Embrague	Capacidad de la maquina	Shut Height (mm)	Stroke (mm)	Slide Adjustment (mm)	Dimensiones de la mesa (mm)	Cojín ?	Distancia entre agujas si tiene cojín	Velocidad del martillo (SPM)	DIMENSIONES MAQUINA ( ANCHO/PROFUNDO/ALTO) mm
220 V	20 HP	65 PSI	20-25 PSI SEGÚN TROQUEL	55-65 PSI	55-65 PSI	150 TON	762	304.8	203.2	2133.6 x 914.4	si	ver fig.	40	2600/2300/4400

*Ilustración 8. Características de la máquina.*

- **Entrenamiento en tarjetas rojas y azules:** Realizar el entrenamiento en el principio de tarjeteo de TPM, diferenciando las anomalías que se tratan con tarjeta roja y las que se tratan con tarjeta azul. Posterior al entrenamiento se realiza periódicamente un seguimiento al alcance en la creación de las tarjetas por medio de un indicador.
- **Auditorías escalonadas:** Realizando periódicamente auditorías escalonadas se pretende detectar actividades o herramientas propias del pilar MA que no están consolidadas en el área, para tener la oportunidad de levantar un plan de acción y fortalecer dicha herramienta. Ver formato de auditoría de MA en Anexo D.

### Elemento 1 de Mantenimiento Planeado

En el cronograma B se muestran todas las actividades realizadas en el pilar MP, donde principalmente se trabajaron de la siguiente forma.

- **Introducción TPM y pilar de MP:** Con el grupo de trabajo de mantenimiento, se realizó una capacitación para los técnicos de mantenimiento asignados al área de prensas (8 personas) a las cuales se les hizo una presentación de la metodología y del pilar en el que ellos trabajarían fundamentalmente.
- **Elaboración de un cronograma de mantenimiento programado:** Esta actividad se incluyó en el primer paso del pilar MP porque ya la empresa tenía un gran trabajo lanzado, donde por medio de un software SAP se definieron actividades de mantenimientos preventivos para ciertos sistemas de las prensas, asociando dichas actividades a las respectivas máquinas y definiendo una frecuencia para estos trabajos. El plan de mantenimientos

preventivos ya corre por totalidad en el área, por lo que fundamentalmente de acuerdo con los análisis que se hagan en el área se modificaron o adicionaron puntos a las hojas de ruta de intervención de los sistemas, además de llevar un seguimiento del cumplimiento las actividades programadas (tasa de servicio).

- **Recopilación inicial de información de averías:** Se desarrolló un formato para tomar la información de la avería en el momento que esta se presenta, con el objetivo que posteriormente se pueda tener a la mano para un posible análisis si se requiere. La información llevada en el formato concuerda con la notificación que se hace en la orden de trabajo de SAP, el formato se encuentra en el Anexo E. Se desarrolló un formato de estratificación de averías para desglosar mes a mes las averías del área, y de una forma gráfica y sencilla encontrar los equipos que más recurrencia tienen, el Anexo H es el correspondiente.
- **Entrenamiento en análisis de causa raíz y tipos de falla:** Para todo el grupo de mantenimiento se dictó un entrenamiento en análisis de causa, que se explicó en el marco teórico. Fundamentalmente para que los operarios de mantenimiento en planta se desarrollaron los formatos necesarios: **5W+1H** que es el descriptor de fenómenos y 5 ¿por qué? que ayuda a definir la causa raíz, en el cual se explica cuál es la contramedida adecuada según la falla. Adicionalmente se desarrolló un póster que describe el ciclo de análisis de causa para ser publicado en el cuarto de mantenimiento y que todos los operarios lo puedan visualizar y evitar dudas en el momento de hacer los análisis de causa. El póster está en proceso de impresión y se muestra en el Anexo F.
- **Plan de formación técnica:** Se apoyó también el entrenamiento técnico de los operarios de mantenimiento por medio de la escuela de mantenimiento liderada por el asesor técnico de la compañía, con la finalidad de lograr un crecimiento en las competencias técnicas de todo el personal con charlas sobre sistemas mecánicos, eléctricos y de interés particular dictadas una vez por semana, a las cuales se les realizó un seguimiento por medio de unas evaluaciones.
- **Adecuación del tablero:** Similarmente al pilar de MA, en MP también se adecuó el tablero para tener visible en la planta los indicadores de mantenimiento del área de prensas y que los operarios tengan disponibles los

formatos de análisis de causa y puedan realizarlo directamente cuando lo requieran. También se lleva el control de tarjetas rojas en este tablero.

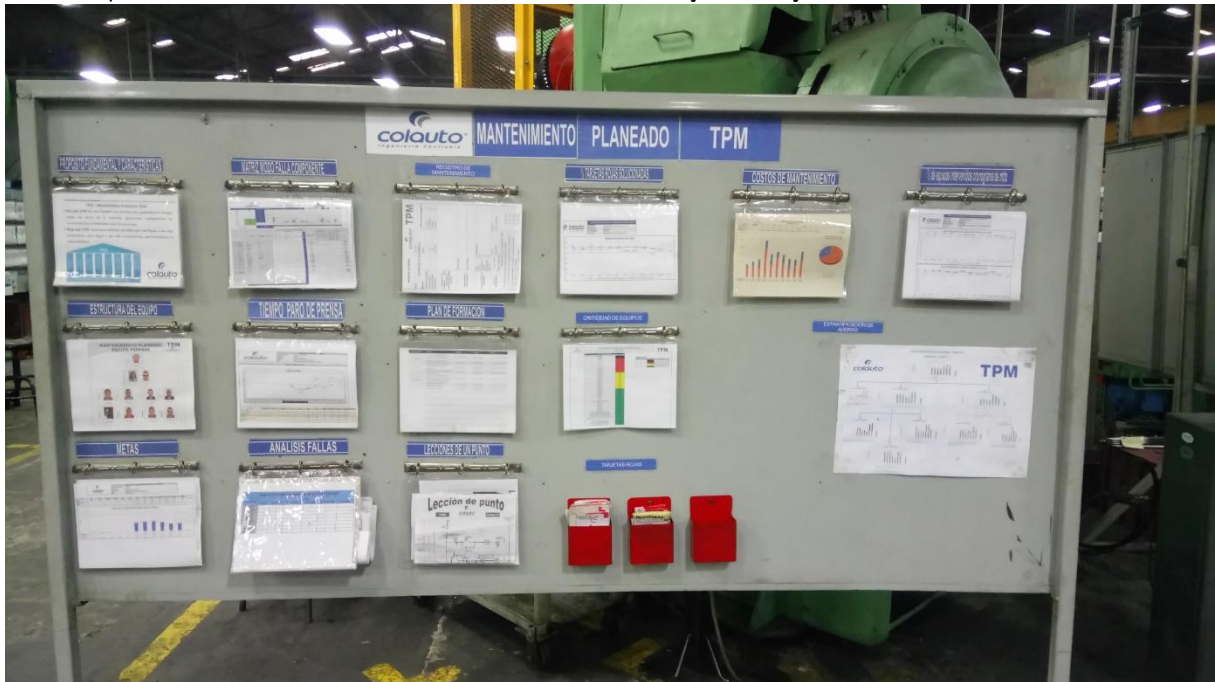


Ilustración 9. Mantenimiento del pilar MP.

- **Codificación y documentación de todos los equipos:** Para todas las prensas del área se verificó que estuvieran debidamente marcadas y de forma visible para evitar errores al momento de notificar. Las prensas que no estaban marcadas y en general todos los equipos de la compañía fueron marcados con su respectivo rótulo.

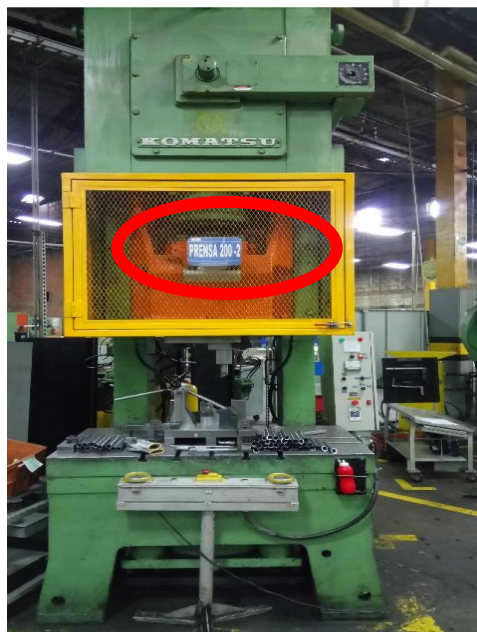


Ilustración 10. Marcación de las prensas.



- **Elaborar una matriz de criticidad de los equipos:** El área de mantenimiento tenía calificados los equipos de la empresa, en esta actividad fundamentalmente fue revisar la calificación, publicar la matriz en el tablero de MP y explicar la matriz al personal de mantenimiento para que conozcan e identifiquen las máquinas que son críticas y puedan priorizar su trabajo en el momento de tener que tomar una elección de este tipo.

PONDERACION GENERAL		
Nro	MAQUINA	PONDERACION
1	PRENSA 150-1	79
2	PRENSA 80-2	61
3	PRENSA 400-2	60
4	PRENSA 63-1	49
5	PRENSA 160 -2	47
6	PRENSA 150-3	46
7	PRENSA 160-4	45
8	PRENSA 80-4	44
9	PRENSA 40-1	43
10	PRENSA 160-3	43
11	PRENSA 100-2	42
12	PRENSA 500-1	42
13	PRENSA 40-3	41
14	PRENSA 80-1	36
15	PRENSA 150-4	35
16	PRENSA 100-5	35
17	PRENSA 110	34
18	PRENSA 200-2	33
19	PRENSA 250-2	31
20	PRENSA 40-7	29
21	PRENSA 40-5	29
22	PRENSA 40-2	39
23	PRENSA 50-2	28
24	PRENSA 200-3	27
25	PRENSA 50-1	26
26	PRENSA 30-1	24
27	PRENSA 63-3	23
28	PRENSA 1000-1	21
29	PRENSA 100-4	20
30	PRENSA 150-2	18
31	PRENSA 30-6	17
32	PRENSA 75	16
33	PRENSA 30-4	15
34	PRENSA 30-2	14
35	DFLE-006   DEVANADOR DE FLEJES BLUE SKY-6	13
36	PRENSA 40-8	12
37	PRENSA 150-5	12
38	PRENSA 250-5	12
39	PRENSA 63-2	11
40	PRENSA 25	11
41	PRENSA 40-6	11
42	PRENSA 80-3	11
43	PRENSA 80-5	11
44	AFLE-001   ALIMENTADOR DE FLEJES NEUMATICO-1	9
45	AFLE-003   ALIMENTADOR DE FLEJES NEUMATICO-3	9
46	AFLE-004   ALIMENTADOR DE FLEJES NEUMATICO-4	9
47	AFLE-005   ALIMENTADOR DE FLEJES NEUMATICO-5	9
48	AFLE-006   SERVO ALIMENTADOR DE FLEJES RAPID AIR + DESE-003 DESEMBOBINADOR RAPID AIR + ELAM 004 ENDEREZADOR DE LAMINA RAPID AIR	9
49	DFLE-002   DEVANADOR DE FLEJES BLUE SKY-2	9
50	DFLE-003   DEVANADOR DE FLEJES BLUE SKY-3	9
51	DFLE-004   DEVANADOR DE FLEJES BLUE SKY-4	9
52	DFLE-005   DEVANADOR DE FLEJES BLUE SKY-5	9

Ilustración 11. Matriz de criticidad de prensas.



Para la anterior matriz de criticidad se ponderó con los siguientes criterios: frecuencia de fallos, MTTR, impacto sobre la producción, número de fallas del año anterior, costo de reparaciones correctivas del año anterior, impacto ambiental, impacto en SST y finalmente características de seguridad y reglamentación, de los cuales se obtuvo la respectiva calificación para cada equipo.

- **Costo por tipo de mantenimiento:** Se creó un indicador con el fin de tener visible en el área de mantenimiento los costos que se han generado en cuanto a mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos para el área de prensas.
- **Auditorías escalonadas:** De igual forma que en el pilar MA se realizó un formato de auditorías escalonadas para MP para evaluar periódicamente las actividades del equipo de trabajo. El formato se encuentra en el Anexo G.

### RESULTADOS MÁS RELEVANTES

De acuerdo con ambos planes maestros para MA (Anexo A) y para MP (Anexo B) se cumplió con la totalidad de las actividades correspondientes.

En ambos planes, se llevó un seguimiento periódico de indicadores y cumplimiento de actividades. En el pilar de MA es fundamental que en sus inicios los operarios tengan un acercamiento y reconocimiento de las máquinas, por lo que en la empresa se levantaron los formularios de **Ruta de Inspección** para cada una de las máquinas, los cuales tuvieron un seguimiento de ejecución que desde sus inicios hasta el momento ha mostrado un incremento significativo, lo que indica que los operarios están realizando rutinariamente el seguimiento, ya queda como trabajo posterior validar que si estén realizando las inspecciones con el suficiente criterio.

Desde su comienzo en el seguimiento para el mes de Mayo el área de Prensas se tenía un 70% de cumplimiento en las actividades de inspección y hasta el mes de Octubre se incrementó hasta un 97% de ejecución de dichas actividades.

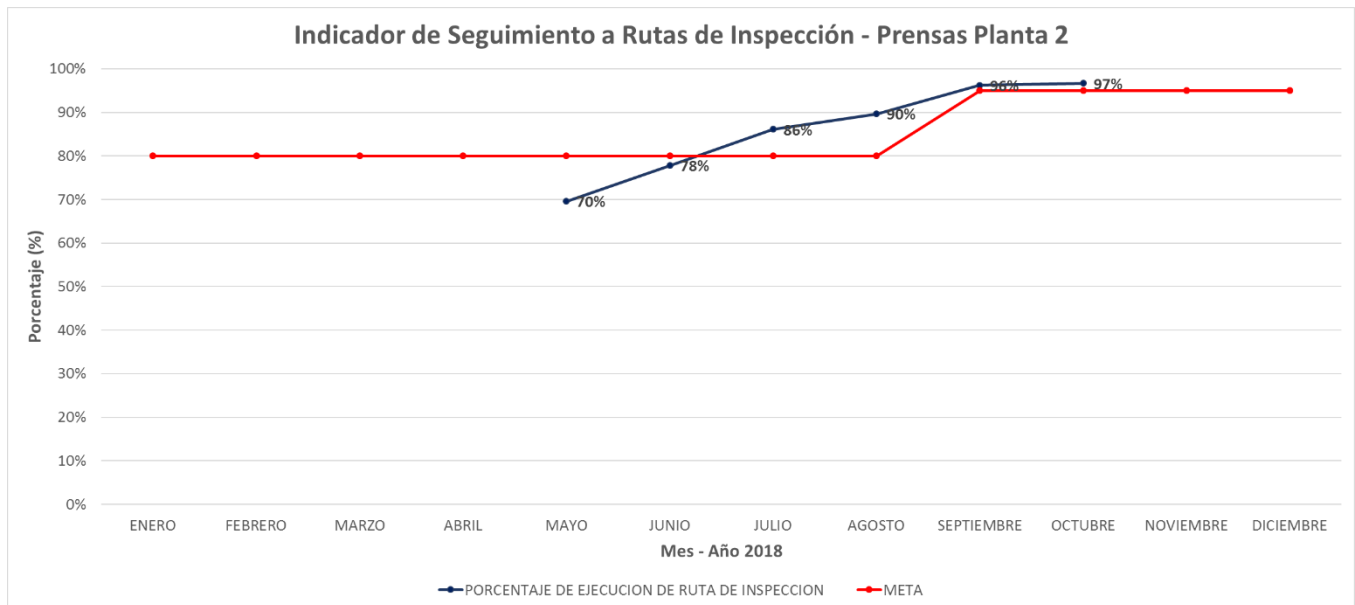


Ilustración 12. Cumplimiento de rutas de inspección.

Como últimas actividades se comenzó a capacitar a todo el personal de Colauto en Rutas de Inspección, es decir, se comenzó a implementar la inspección y reconocimiento inicial de las máquinas en todas las demás áreas de la compañía (Maquinados, Soldadura, Corte y Dobles, Pintura) con el objetivo de que se lleve un mantenimiento de primer nivel en toda la planta y no solo en Prensas como se está llevando hoy en día.

Ahora, del pilar de MP igualmente se tuvo un seguimiento de todas las actividades por parte de los operarios, en el control de tarjetas rojas el trabajo consistió en fortalecer la importancia a los operarios de generar las tarjetas rojas y que mantenimiento las pueda cerrar oportunamente corrigiendo las anomalías presentadas. En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje de cierre de tarjetas rojas creadas que se ha llevado durante el año, y a partir de agosto que se capacitó nuevamente al personal en tarjetas rojas se ha incrementado la creación de tarjetas rojas aproximadamente a 60 tarjetas rojas por mes.

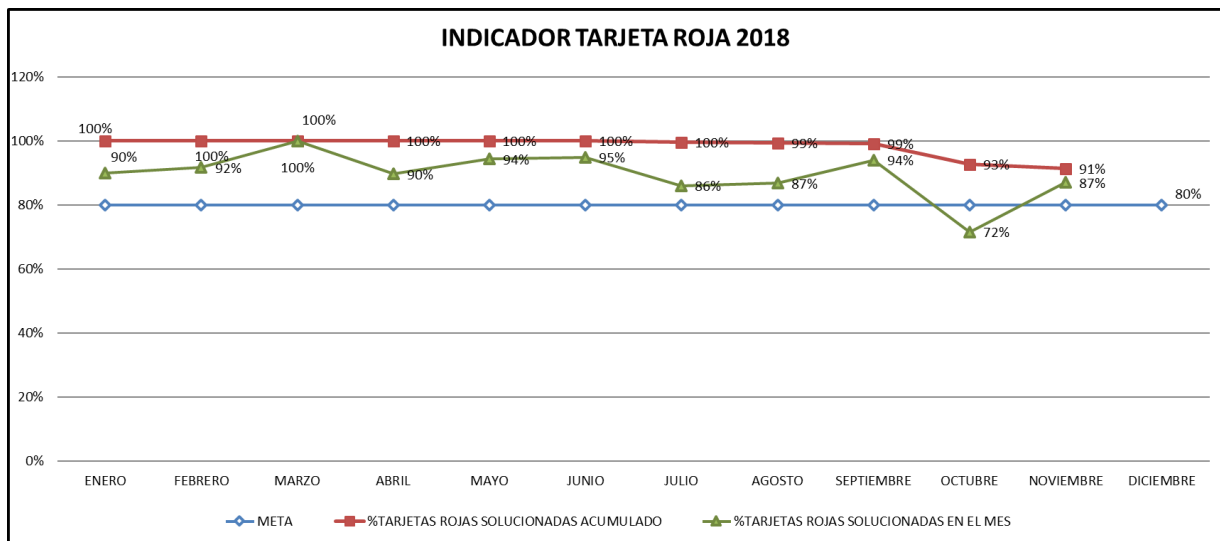


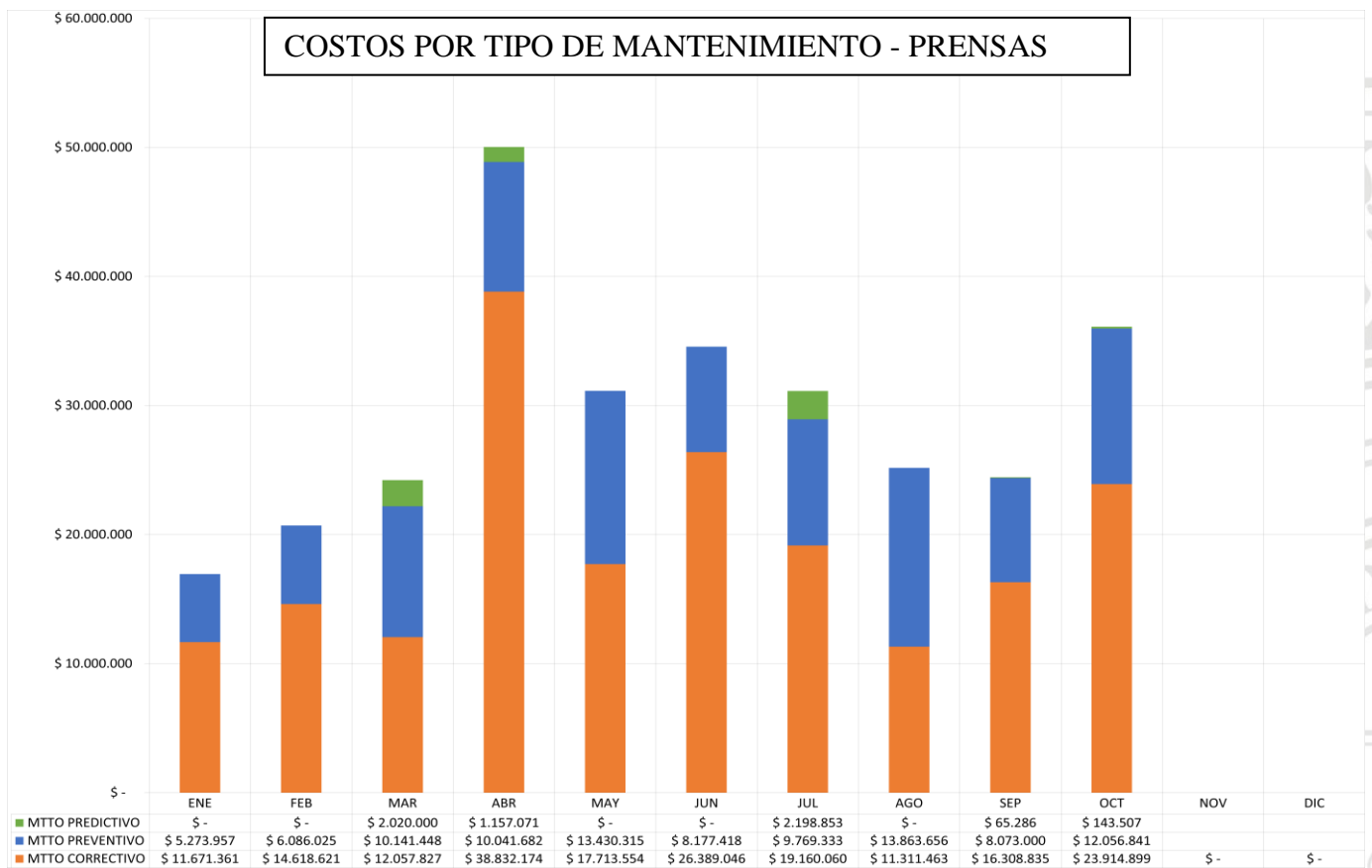
Ilustración 13. Cumplimiento de tarjetas rojas.

En cuanto a los análisis de causa raíz realizados por parte de los operarios de mantenimiento, después del entrenamiento que han recibido se comenzó a hacer análisis de causa de los paros que se presentan en la planta. Inicialmente como son alrededor de 60 u 80 averías por mes en el área de prensas no es posible analizar la totalidad de fallas, por lo que se ordenan las averías con mayor tiempo de paro y se designa para que uno o dos operarios de mantenimiento realicen un análisis de causa de los equipos con mayor tiempo de paro o que sean más críticos. El número de análisis que se han realizado llega a 22 hasta la fecha del mes de noviembre, en los que se ha tratado de garantizar que todos los operarios tengan participación en al menos un análisis por mes.

Tabla 1. Número de análisis de causa de operarios por mes.

Mes	Número de análisis
Julio	3
Agosto	3
Septiembre	5
Octubre	5
Noviembre	6

Para los costos que se han tenido por tipo de mantenimiento (correctivo, preventivo y predictivo) en el área de prensas, se obtuvo la información necesaria para tabular y así visualizar el panorama del dinero gastado en el área de prensas. Cuando se obtuvo la herramienta para conocer los costos se decidió sacar un histórico desde el mes de enero de 2018, que se comportó de la siguiente forma.



*Ilustración 14. Costos por tipo de mantenimiento.*

De la anterior gráfica se puede evidenciar que la empresa en el área de prensas en este momento está gastando la mayor parte de su dinero en mantenimientos correctivos (naranja) aproximadamente 20.000.000 \$/mes, pero se ha comenzado a invertir en mantenimientos preventivos (azul) 10.000.000 \$/mes, con lo que se espera en un tiempo futuro reducir el número de averías presentadas, por ende, disminuir la inversión en mantenimientos correctivos considerablemente.

Como se indicó previamente, en el Anexo H se muestra el formato de estratificación de averías, el cual fue utilizado para detectar los equipos que más averías presentarían en un periodo de tiempo de un (1) mes para evaluar puntualmente ese equipo. La gráfica es importante porque permite detectar esos equipos fácil y rápidamente.

Tanto para el pilar de MA como MP se logró establecer una auditoría escalonada, con la que se busca fortalecer puntos débiles de la metodología y poderlos corregir con los planes de acción. Los anexos D y G contienen los formatos usados para la valoración como se indicó previamente. La frecuencia de realización es mensual para ambos pilares, y los responsables



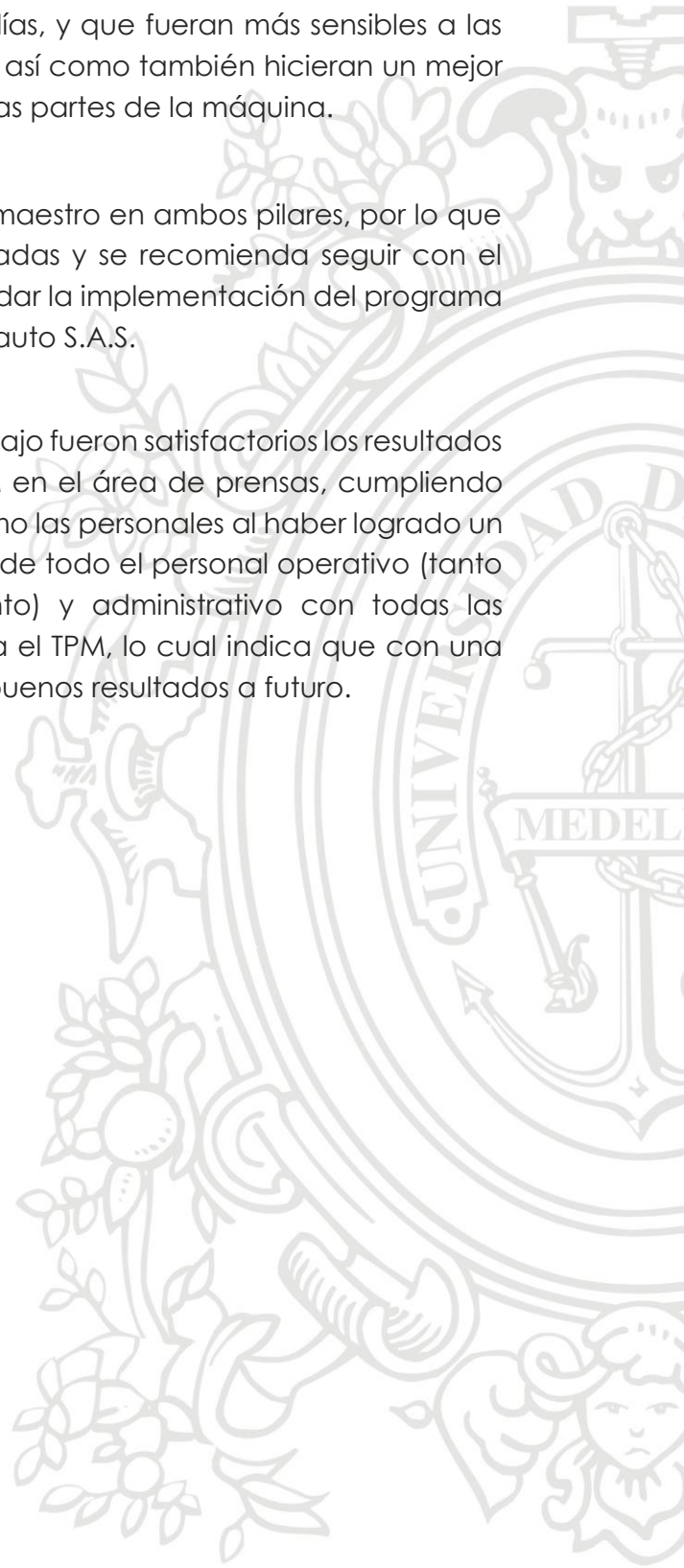
son los coordinadores y líderes tanto del área de producción como de mantenimiento. Ahora, se logró realizar dos (2) auditorías para el pilar de MP, que en noviembre arrojó un resultado de 55% de satisfacción, pero se levantó un plan de acción y en diciembre se obtuvo un resultado de 86%.

## CONCLUSIONES

- Se logró hacer una evaluación del estado inicial del proyecto, donde se corroboró la pérdida en la cultura de TPM desde su primera implementación (dos años antes), con base en lo cual se hizo la reconfiguración de los equipos de trabajo y se recopiló toda la información posible (número y distribución de operarios de producción, número de máquinas, reportes de fallos, entre otros) del área de producción, la cual sirvió de apoyo para orientar de nuevo el proyecto.
- Con toda la información recopilada inicialmente y los antecedentes de implementación de TPM en la compañía se logró formar un plan maestro que incluye actividades para los pilares de MA y MP, con el cual se busca desarrollar las competencias y herramientas necesarias para que los grupos de trabajo adopten la metodología. Durante la construcción del plan maestro, también se establecieron los formatos de seguimiento y apoyo como indicadores, registros de mantenimiento, análisis de causa y auditorías de la metodología.
- Se logró llevar un seguimiento paulatino de los puntos trabajados implementando unas auditorías escalonadas, que fundamentalmente ayudaron a detectar falencias en los puntos evaluados y generar planes de acción para corregirlos lo más pronto posible.
- Se estableció la cultura de registrar las averías presentadas en el área, inicialmente con un formato (Anexo E) y posteriormente se ingresaba la información a la base de datos en SAP, esto con el fin de obtener la mayor claridad posible y poder realizar un correcto análisis de causa de ser necesario. También se logró estratificar las averías del área, desde el nivel más alto hasta el más bajo y así determinar los equipos que más recurrencia tienen en averías.
- Las capacitaciones técnicas de los equipos de extendieron para todos los operarios de producción, con la finalidad de que ellos pudieran reconocer las partes y el funcionamiento básico de las máquinas en una primera instancia,

claramente se recomienda seguir reforzando el conocimiento vinculando el operario con la máquina directamente. Con el conocimiento técnico de las máquinas formado en los operarios de producción se logró que fueran más críticos al momento de detectar anomalías, y que fueran más sensibles a las condiciones anormales de las máquinas, así como también hicieran un mejor reporte con los nombres adecuados de las partes de la máquina.

- Finalmente, fue posible culminar el plan maestro en ambos pilares, por lo que se desarrollaron las herramientas planteadas y se recomienda seguir con el control y seguimiento para poder consolidar la implementación del programa de TPM en el área de prensas de C.I. Colauto S.A.S.
- Cabe resaltar que al final del ciclo de trabajo fueron satisfactorios los resultados obtenidos de la implementación de TPM en el área de prensas, cumpliendo tanto las expectativas de la empresa como las personales al haber logrado un inicio y adaptación en primera instancia de todo el personal operativo (tanto de producción como de mantenimiento) y administrativo con todas las herramientas y metodología que plantea el TPM, lo cual indica que con una continuidad en el trabajo se obtendrán buenos resultados a futuro.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] L. G. Alejandro Palma. "Mejoramiento de la productividad de un taller mecánico de reparación de motores de combustión interna utilizando herramientas de mejora continua". Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

[2] Los 8 pilares del TPM. [Online] Recuperado de: <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134> [Acceso 8 de Agosto de 2018].

[3] D. L. Cardona Montoya. "Estudio de casos de implantación exitosa de TPM en industrias ubicadas en el Eje Cafetero y Norte del Cauca - Colombia". Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

[4] Nakano, Kinjiro. *Comprehensive approach to Zero Breakdown: Planned Maintenance – Keikaku Hozen. First Edition. Japan Institute of Plant Maintenance. Tokyo, Japan. 2003. ISBN4-88956-243-5.*


[5] Trías, M. et al. "Las 5 W + H y el ciclo de mejora en la gestión de procesos". Laboratorio tecnológico del Uruguay (LATU). Montevideo, Uruguay.

[6] 5 porqués, análisis de la causa raíz de los problemas, (2018). [Online] Recuperado de: <http://www.progressalean.com/5-porques-analisis-de-la-causa-raiz-de-los-problemas/> [Acceso 12 Dic. 2018].

[7] Mantenimiento planeado, (2018). [Online] Recuperado de: <https://leanmanufacturing.online/planned-maintenance/> [Acceso 12 Dic. 2018].

## ANEXOS

### ANEXO A. Plan maestro de Paso 0 de mantenimiento autónomo.

	ACTIVIDAD RUTINARIA	<b>PLAN MAESTRO 2018 - MANTENIMIENTO AUTÓNOMO - PASO 0</b>								
	PROGRAMADO	<b>PASO 0. Objetivo: Organización y orden. Establecer y mantener en el tiempo un área de trabajo ordenada, segura y eficiente</b>								
	EJECUTADO									
	EN EJECUCIÓN									
	ATRASADO									
		ACTIVIDAD	¿EN QUÉ CONSISTE?	OBJETIVO	¿CÓMO SE HACE?	RECURSO	HERRAMIENTAS PARA REALIZAR ESTA ACTIVIDAD	PERSONAS PARA EJECUTAR LA ACTIVIDAD	HORAS SEMANALES	EVALUACIÓN
MA		<b>Introducción al tpm, introducción al Paso 0</b>	Realizar una introducción al paso 0 de TPM	Conocer los principales objetivos de paso y sus entregables	Por medio de una presentación dirigida a todo el personal operativo, dando a conocer la importancia y los objetivos de la metodología a implementar	Brandon Álvarez	Presentación en sala	Todo el personal operativo involucrado	1,5	2 PROG. 2 REAL
		<b>Presentación de roles</b>	Presentar al personal los roles y las funciones que van a desempeñar en el PET (Pequeño Equipo de Trabajo)	Cada integrante se debe apersonar de sus labores en el PET	Presentación ante el personal de la planta. El coordinador debe verificar que si se cumplan las funciones asignadas.	Coordinador de producción	Presentación	Todo el personal operativo involucrado	2	2 PROG. 2 REAL
		<b>Construcción y gestión del mapa de organización y orden del área de trabajo (Mapa 5's)</b>	Identificación de elementos que se encuentran en la zona de trabajo	Tener la zona de trabajo organizada para generar mejor ambiente de trabajo y generar mas espacio en la zona de trabajo	Primero se identifican lo elementos necesario en el puesto de trabajo y se eliminan los que no se necesitan, luego se construye un mapa o formato de los elementos que deben de tener en el área (demarcaciones en el equipo, etiquetado, demarcaciones en el piso), este formato se debe de validar por el lider al iniciar el turno y verificar que los puestos de trabajo si cumplan con el mapa	Operario rol de estándares	Computador y excel. Formato para cada máquina	1 persona por equipo	4	2 PROG. 2 REAL
		<b>Adecuación del tablero</b>	En este punto se adecua el tablero con las herramientas y los documentos que queremos ver de gestión	Mostrar la gestión del equipo de trabajo y que los indicadores sean visibles para sus integrantes	Se identifican los indicadores que deben de ir en el tablero, despues de esto se construye el tablero y se distribuye los formatos de seguimiento de estos indicadores. Hacer seguimiento semanal por el coordinador y el PET	Operario rol de indicadores y Mantenimiento	Computador y excel. Tablero ubicado en planta	1 persona por equipo	4	2 PROG. 2 REAL
		<b>Entrenamiento en Lecciones de Un Punto (LUP)</b>	Entrenamiento en qué consiste una lección de un punto	Desarrollar la habilidad de desarrollar LUP en todo el equipo de trabajo	Se realiza por medio de una presnetación, y una sesión práctica con el personal.	Coordinadores y PET	Computador y LUP's físicas	Todo el personal operativo involucrado		2 PROG. 2 REAL
		<b>Estándar de limpieza básico (Rutas de inspección)</b>	Se construye un estándar de limpieza básico sin tiempos de ejecución	Capacidad de detectar anomalías visualmente	Se construye un formato de estándar de limpieza e inspección que debe desarrollar el operario antes de cada turno; además debe de estar validado por el coordinador por lo menos 1 vez a la semana.	Operarios roles de indicadores y estándares, junto con Mantenimiento.	Computador y excel. Formato para cada máquina. Nota: Verificar si los estándares actuales son válidos	2 personas por equipo	4	2 PROG. 2 REAL
		<b>Variables claves de operación</b>	En este punto se definen las variables críticas del equipo, de acuerdo al producto en ejecución	Definir las variables claves de los equipos, de acuerdo al producto; con el fin de evitar sobrecarga en los equipos	Se construye un formato con las variables del equipo como por ejemplo, presión aire, niveles de aceite, velocidad de operación, temperatura de operación, voltaje, presión hidráulica, caída del martillo, golpes por minuto, etc. Esta operación se realiza con un operario experto, acompañado de mantenimiento	Operarios expertos en cada máquina junto con Mantenimiento	Computador, excel y equipos de medición	Definidas en ejecución	Definido en ejecución	2 PROG. 2 REAL
		<b>Construcción de lugar para el herramental</b>	Definir un lugar adecuado para almacenar las herramientas básicas necesarias en cada proceso y/o equipo	Garantizar que el operario tenga las herramientas en el proceso y disminuir tiempos de alistamiento	Se construye un listado de herramientas necesarias para los operarios, y se adecua un lugar en la planta para su almacenamiento. En el lugar establecido debe haber un control de inventario de las herramienta	Operarios de planta en conjunto con Mantenimiento	Definidas en su ejecución	Definidas en su ejecución	Definido en su ejecución	2 PROG. 2 REAL
		<b>Entrenamiento en tarjetas azules y rojas</b>	Entrenar y capacitar al personal operativo en el diligenciamiento de las tarjetas azules y rojas (si es necesario)	Contar con un operarios hábiles en la elaboración de las tarjetas, y detectar anomalías en los equipos mediante una inspección básica	Capacitación teórica (presentación) y práctica (limpieza e inspección) al personal operativo, con énfasis en Operarios Rol Tarjetas. En el transcurso de la limpieza e inspección, el operario detecta con sus 5 sentidos las anomalías de los equipos, realizando la respectiva tarjeta para dicha anomalidad	Brandon Álvarez, y posteriormente Operario Rol Tarjetas al resto del personal	Presentación en salón de entrenamiento	Todo el personal operativo involucrado	1,5	2 PROG. 2 REAL
		<b>Capacitación técnica en los equipos</b>	Capacitar los operarios en el funcionamiento técnico de los equipos de la planta	Generar aprendizaje y conocimiento sobre el funcionamiento de los equipos y sus componentes, preparando al personal para detectar fácilmente una anomalía en las máquinas o componentes	Capacitación teórico-práctica a todos los operarios del equipo, se usan recursos como una presentación para la parte teórica, y una explicación en la planta por parte de Mantenimiento para la parte práctica.	Mantenimiento	Presentación y Lecciones de Un Punto	Todo el personal operativo involucrado	2	2 PROG. 2 REAL
		<b>Seguimiento al cumplimiento de las rutas de inspección</b>	Verificar el cumplimiento de las rutas de inspección	Garantizar y promover el hábito de realizar las rutas de inspección por parte de los operarios	El coordinador de producción verifica al inicio del turno que los operarios realicen la ruta de inspección de su respectivo equipo. El recorrido será en un día aleatorio semanal.	Coordinador de producción junto con Mantenimiento	N/A	1 persona por equipo	0,5	2 PROG. 2 REAL
		<b>Auditoria escalonada</b>	Verificar periodicamente los entregables e indicadores de los ítems anteriores	garantizar el correcto funcionamiento de la metodología en el área	Diseñar metodología para adecuado seguimiento y acompañamiento de los indicadores y los operarios en sis diferentes roles	Mantenimiento y coordinador de producción	Computador y formatos	1	2	2 PROG. 1 REAL
		<b>Auditoria formal</b>	Se audita cada punto de paso 0 y se verifica en campo el cumplimiento. Se solicitan todos los entregables	Certificar el equipo de trabajo en Paso 0 de MA	Se realiza un listado de los puntos para auditar con los entregables, revisando uno por uno. Si se encuentra un cumplimiento del 96%, se certifica el equipo de trabajo, y se programa el cierre de los puntos restantes	Jefe de planta con previo entrenamiento para la auditoria	Archivo de todas las actividades a evaluar	Todo el personal operativo y logístico involucrado	2	0 PROG. 0 REAL
	<b>Porcentaje de cumplimiento de acuerdo al programado de Paso 0 - MA</b>									
	<b>96%</b>									
	24 TOTAL PROG. 23 TOTAL REAL									



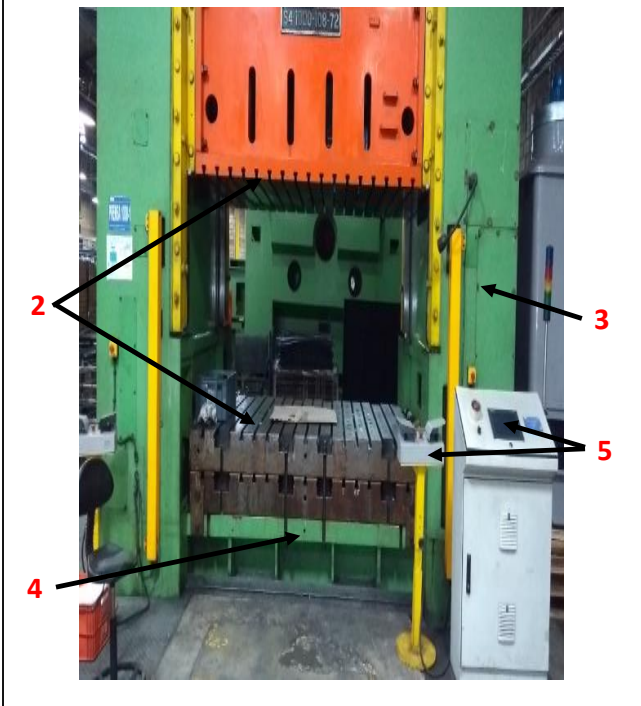
## ANEXO B. Plan maestro de paso 1 de mantenimiento planeado.

	ACTIVIDAD RUTINARIA	<b>PLAN MAESTRO 2018 - MANTENIMIENTO PLANEADO - PASO 1</b>							
	PROGRAMADO								
	EJECUTADO								
	EN EJECUCIÓN								
	ATRASADO								
<b>PASO 1. Objetivo: Conocer y entender la situación actual del equipo</b>									
	ACTIVIDAD	¿EN QUÉ CONSISTE?	OBJETIVO	¿CÓMO SE HACE?	RECURSO	PERSONAS PARA EJECUTAR LA ACTIVIDAD	HORAS SEMANALES	EVALUACIÓN	
MP	Introducción al paso 1 de MP. Conocimientos básicos del paso	En este punto se da a conocer al personal para que la implementación y los objetivos a los que se quiere llegar con la implementación del área	Lograr un entendimiento por parte de los integrantes de mantenimiento, y se apersonen de la metodología	Se da una capacitación por parte del coordinador de mantenimiento, dirigida al personal. Se utiliza una sala de capacitaciones, para proyectar la presentación	Coordinador de mantenimiento	Todo el personal de mantenimiento	2	2	PROG.
								2	REAL
MP	Elaborar un cronograma de Mantenimiento Programado	En este punto se debe de realizar un cronograma basado en inspecciones periódicas en los sistemas. La idea es mediante SAP generar las OT, para llevar un indicador del porcentaje de preventivos de las máquinas	Crear un cronograma de mantenimiento preventivo y predictivo basado en el tiempo	Se construye un cronograma de los equipos, los equipos se dividen en subconjuntos, registrando las inspecciones realizadas y sus respectivas frecuencias. Llevar el registro mediante el software SAP	Coordinador de mantenimiento y auxiliar de mantenimiento	2 personas por equipo	6	2	PROG.
								2	REAL
EYE	Entrenamiento en 5 causas de averías y 5 medidas para cero fallas	En esta parte de entrena al personal de las 5 causas de averías y cuáles son las 5 medidas para contrarrestarlas	Desarrollar el conocimiento a los técnicos de mantenimiento sobre las 5 causas de avería y 5 medidas para cero fallas	El coordinador de mantenimiento realiza una capacitación por medio de una presentación, mostrando ejemplos concretos encontrados en la planta, de cada una de las averías	Brandon junto con mantenimiento	2	4	2	PROG.
								2	REAL
EYE	Entrenamiento en análisis de fallas y ejecución de análisis	Entrenamiento al personal sobre el análisis de las fallas con las herramientas 5W+1H, Por qué por qué y espina de pescado	Desarrollar el conocimiento a los técnicos sobre el sobre como deben de analizar una avería y que cada técnico este en capacidad de desarrollar un análisis de una avería	Se hace por medio de una presentación y se analiza alguna falla repetitiva y se cre un formato para realizar , estos analisis deben de tener lup de principio de funcionamiento del sistema , y lup del mecanismo de la avería que nos sirve como ejemplo.	Brandon junto con Coordinador de producción	Todo el personal de mantenimiento	2	2	PROG.
								2	REAL
MP	Elaboración y seguimiento de un Plan de Formación Técnica	Esta herramienta es un pénum que sirve para llevar un control de las capacitaciones o formaciones técnicas dictadas al personal de mantenimiento. Los temas dictados son competencia directa para las labores cotidianas en la empresa	Afianzar en los técnicos de mantenimiento conocimientos sobre temas que requieran un mayor nivel de apreciación. También si son sistemas o mecanismos complejos	Se realiza un formato con las habilidades técnicas de las personas de acuerdo a la MCYH, en este cronograma deben quedar registrados todos los operarios de mantenimiento	Mantenimiento	Todo el personal de mantenimiento	Definido durante su ejecución	2	PROG.
								2	REAL
MP	Adecuación de tablero	El tablero es el sitio donde se llevaran los indicadores de mantenimiento	Tener los indicadores de mantenimiento visibles para todo el equipo de trabajo, y en la zona de trabajo disponible para su revisión	Se construye el tablero con la distribución necesaria de los indicadores y se llevan estos indicadores semanales, se adecua con los indicadores que el coordinador considere convenientes. Se realiza una actualización del tablero actual	Mantenimiento	Todo el personal de mantenimiento	4	2	PROG.
								2	REAL
MP	LUP's de principios de funcionamiento de cada conjunto (Materiales-Función+Estado Normal) y realización de LUP's	Esta herramienta ayuda a contruir referencias del principio de funcionamiento de los equipos de la planta	Conocer como funcionan los equipos, sus partes, conjuntos y demas componentes, tanto la parte mecánica como la parte eléctrica	Se realiza en un formato donde se encuentran todos los elementos de la maquina dividida en conjuntos-material y como es el estado normal. La actividad la realizan los técnicos de mantenimiento. La idea es afianzar mediante las LUP's el conocimiento de los equipos	Mantenimiento	Todo el personal de mantenimiento	4	2	PROG.
								2	REAL
MP	Matriz Modo Falla Componente (Averías clasificadas por severidad)	Esta matriz sirve para hacer un seguimiento a las fallas de los equipos, además de registrar y observar la frecuencia de las averías por conjunto	Identificar y enfocar acciones de acuerdo a los focos que se observan. Mejorar la gestion de mantenimiento por conjunto	Se construye un formato donde deben de estar las averías de cada maquina por sistema y por elemento que falló. Determinar el tipo de avería(mecánica, eléctrica, electrónica) y su respectivo tiempo. Este formato lo debe de llevar el rol de estándares y el líder. Todo el personal debe estar atento de informar la avería	Operario Rol de Estándares, junto con Mantenimiento	2	4	2	PROG.
								2	REAL
MP	Codificación de todos los equipos. Marcação de los equipos	Marcar todos los equipos que hacen parte del área de trabajo, para una fácil identificación por conjunto	Identificar visual y rápidamente los equipos que hacen parte del área de trabajo	Se marcan todos los equipos y se hace un listado para tener los equipos claros.	Operario Rol de Estándares, junto con Mantenimiento	2	4	2	PROG.
								2	REAL
MP	Listado de documentación de equipos	Reunir toda la información disponible de los equipos para una posible consulta. Fichas técnicas con las variables de operación	Tener toda la información técnica de los equipos, permite hacer una consulta del estado de diseño inicial de la máquina, para solucionar cualquier inconveniente presentado. Entender las condiciones de diseño de la máquina	Se debe de tener loscatálogos y fichas técnicas de los equipos en una ruta de fácil acceso para el personal de mantenimiento, para una eventual consulta	Mantenimiento	Todo el personal de mantenimiento	2	2	PROG.
								2	REAL
MP	Elaborar criticidad de equipos de implementación	En este punto se define la criticidad de cada equipo para definir el tipo de mantenimiento	Definir los tipos de mantenimiento según la criticidad y revisar cuales de los equipos son mas criticos.	Se construye con todos los equipos de la linea teniendo en cuenta el impacto que se genera en la productividad , calidad , seguridad esto lo construye el coordinador y se le da a conocer al personal	Coordinador de producción conjunto con Mantenimiento	2	2	2	PROG.
								2	REAL
MP	Definición del tipo de mantenimiento según la criticidad del equipo	Definir los tipos de mantenimiento de acuerdo a la evaluación de criticidad de los equipos	Priorizar los tipos de mantenimiento de los equipos y poder tomar decisiones	De acuerdo a la criticidad se definen los mantenimientos , de esta forma el personal puede priorizar las maquinas que deben de atender.	Mantenimiento	Todo el personal de mantenimiento	2	2	PROG.
								2	REAL
MP	Listado de repuestos (máximos y mínimos)	Realizar el listado de repuesto de cada máquina y sistema. Este listado debe estar disponible para el almacén para poder mantener los repuestos necesarios	Contar con una organización en el inventario, para tener siempre la disponibilidad de los repuestos. La cantidad de repuestos depende de la criticidad de los equipos o del sistema	El listado se realiza según los principios de funcionamiento de las maquina. Según la criticidad de los equipos, se determina la cantidad mínima y máxima disponible en el almacén. Se recomienda tener el listado el software y con acceso para mantenimiento y el almacén	Mantenimiento	Todo el personal de mantenimiento	2	2	PROG.
								2	REAL
MP	Seguimiento de indicadores de MTTR y MTBF	Llevar el indicador de las variables MTTR y MTBF, realizando el respectivo seguimiento. Definir las metas de cada uno de los puntos	Realizar un seguimiento periódico de MTTR y MTBF en el área de la empresa, y si es necesario, plantear acciones de mejora	Se calcula el MTTR y MTBF según fórmula. Se debe hacer en todos los equipos del área. El registro lo lleva el auxiliar de mantenimiento, y la actualización se lleva con una periodicidad mensual	Auxiliar de mantenimiento	1	1	2	PROG.
								2	REAL
MP	Costo por tipo de mantenimiento	Discriminar el costo de mantenimiento, por tipo de mantenimiento (preventivo, correctivo, predictivo y mejoras)	Realizar un seguimiento de los costos por equipo para contar con el histórico del costo de mantenimiento	El registro del costo de mantenimiento de lleva por parte del líder del área, y este definirá viabilidad en el plan actual	Lider del área en conjunto del auxiliar	2	1	2	PROG.
								2	REAL
MP	Auditoria escalonada	Verificar periódicamente los entregables e indicadores de los ítems anteriores	Garantizar el correcto funcionamiento de la metodología en el área	Diseñar metodología para adecuado seguimiento y acompañamiento de los indicadores y los operarios en s diferentes roles	Coordinador de producción con previo entrenamiento para la auditoría	1	2	2	PROG.
								2	REAL
MP	Auditoria formal	Se audita cada punto de paso 1 y se verifica en campo el cumplimiento. Se solicitan todos los entregables	Certificar el equipo de trabajo en Paso 1 de MP	Se realiza un listado de los puntos para auditar con los entregables, revisando uno por uno. Si se encuentra un cumplimiento del 96%, se certifica el equipo de trabajo, y se programa el cierre de los puntos restantes	Jefe de Infraestructura para la auditoría	1	2	0	PROG.
								0	REAL
<b>Porcentaje de cumplimiento de acuerdo al programado de Paso 1</b>									
<b>- MP</b>									
<b>100%</b>									
								32	TOTAL PROG.
								32	TOTAL REAL

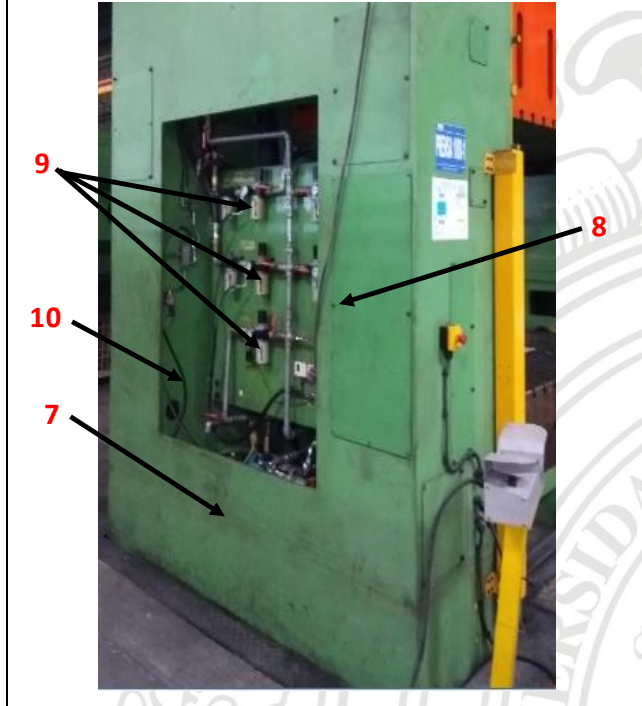
ANEXO C (a). Formato de Ruta de Inspección – Fotograma.



DIAGRAMA PRENSA 1000-1 RUTA DE INSPECCION



PARTE FRONTAL



PARTE IZQUIERDA



PARTE TRASERA



PARTE DERECHA

**ANEXO C (b). Formato de Ruta de Inspección – Puntos a inspeccionar.**

		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">RUTA DE INSPECCIÓN</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">MAQUINA; 1000-1</div>		
<b>FRECUENCIA</b> D: Diaria S: Semanal M: Mensual		<b>Elementos de seguridad:</b>  <b>VER MATRIZ DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL</b>				
	FREC	Etapa principal		Punto clave	Razón del punto clave	Tiempo en seg
		#	Punto			
<b>Parte frontal</b>	D	1	Verificar maquina apagada(Esto solo aplica cuando no hay empalme de la maquina)	Máquina apagada (volante quieta)	Riesgo de accidente	
	DM	2	Limpiar estructura delantera y superior de prensa ( martillo, cama...)	Libres de aceite, grasa y suciedad	5s	
	S	3	Revisar toda la tornillería frontal de la máquina	Marcas enfrentadas	Desprendimiento-accidente	
	DM	4	Limpiar estructura inferior de prensa (mesa, mandos y base)	Libres de aceite, grasa y suciedad	5s	
	S	5	Revisar sistema electrico y mandos manuales( que tenga todos sus botones)	Cables sin peladuras y bien puestos	Riesgo de accidente	
	S	6	Revisar ausencia de fugas.	Sin fugas aire	Riesgo de producto no conforme	
<b>Parte izquierda</b>	DM	7	Limpiar estructura lateral izquierda	Libres de aceite, grasa y suciedad	5s	
	S	8	Revisar tornillería lateral izquierda	Tornillos completos - Marcas enfrentadas	Daño en máquina	
	S	9	Revisar unidades de mtto	Sin fugas - nivel en verde - manómetro verde - bien fijas	Daño en componentes	
	S	10	Mangueras libre de fugas y cableado eléctrico en buen estado	Cables electricos sin peladuraas y bien puestos, mangueras sin fugas, libres de aceite, grasa y suciedad	Riesgo de corto circuito y daño del sistema de neumatico.	
	S	11	Revisar y limpiar acumuladores,el alimentador y el gabinete	Sin fugas, libres de aceite, grasa y suciedad	5s	
<b>parte trasera</b>	DM	12	Limpiar estructura trasera	Libres de aceite, grasa y suciedad	5s	
	DM	13	Limpiar estructura inferior de prensa (mesa y base)	Libres de aceite, grasa y suciedad	5s	
	S	14	Revisar cableado y mandos ( que tenga todos sus botones)	Cables sin peladuras y bien puestos	Riesgo de accidente y daño en máquina	
	S	15	Revisar tornillería trasera	Tornillos completos - Marcas enfrentadas	Daño en máquina	
<b>Parte derecha</b>	DM	16	Limpiar estructura	Libre de suciedad	Daño en máquina	
	S	17	Revisar y limpiar gabinete de control	Botones completos, en buen estado, marcados	Daño en maquinaria	
<b>Durante y fin turno</b>	D	18	Verifique durante todo el turno que no se presenten anomalias	sin ruidos extraños, humo y que no repita	Daño en maquinaria	
	D	19	Entregue el puesto de trabajo cumpliendo el estandar de 5' s	Mantener Estándar	Aumento en productividad	





## ANEXO D. Auditoría escalonada MA.

<b>REVISIÓN AVANCE DE PROGRAMA TPM - PRENSAS PRODUCCIÓN</b>				
CRITERIO DE EVALUACIÓN: 1: CUMPLE 0: NO CUMPLE N/A: NO APLICA		SEMANA	MES	AÑO
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL PROCESO A AUDITAR				
<b>ITEM</b>	<b>Auditado por:</b>			
	<b>Área:</b>			
	<b>Fecha de auditoria (Mes /Dia)</b>	<b>Criterio</b>	<b>Calificación (0 o 1)</b>	<b>Observación</b>
1	Los operarios de producción conocen los objetivos de TPM (indagar 2 prensistas de turno)	1: explican brevemente el objetivo del programa Ver hoja de apoyo		
2	Los operarios de producción líderes de TPM distinguen sus funciones asignadas de acuerdo al rol (2 operarios líderes de turno, nombres publicados en el tablero)	1: explican brevemente todas sus funciones. Ver hoja de apoyo		
3	Existe un mapa de 5'S en los equipos del área	1: Todas las prensas operativas		
4	Los elementos de producción como canastas y mesas están ubicados de acuerdo al mapa 5'S en el área	1: Evaluar cumplimiento de 2 prensas y comparar con el mapa 5s		
5	Los operarios líderes de MA reconocen la documentación del tablero (1 operario)	1: Explica 6 documentos del tablero		
7	Las máquinas del área cuentan con el estándar de ruta de inspección diligenciado a la fecha	1: Revisar 5 máquinas y que tengan el estándar diligenciado a la fecha		
6	Se revisa y se mantiene actualizado el tablero de MA (indicadores de seguimiento de rutas de inspección a la fecha)	1: Actualizados al último mes finalizado		
8	La ejecución del estándar de ruta de inspección es satisfactorio. Revisar el Indicador en el tablero y su tendencia (crece o decrece)	1: Se cumple la meta establecida del último mes finalizado		
9	Las máquinas cuentan con una lista que define las condiciones críticas de ellas	1: Disponible para los coordinadores		
10	Las máquinas cuentan con un lugar definido para las herramientas de producción	1: De 3 operarios, 3 reconocen la ubicación y la dinámica del préstamo de herramientas (validar veracidad con el coordinador)		
11	Las herramientas que no están en uso están debidamente ubicadas en el lugar establecido y marcadas	1: Cumple		
12	Los operarios de producción hacen el reporte de tarjetas rojas de las máquinas (Revisar 2 máquinas del área y comparar las tarjetas físicas vs las anomalías visibles)	1: En las 2 maquinas revisadas tener los reportes para anomalías visibles		
14	Se lleva un control de las tarjetas rojas de las 2 máquinas revisadas del punto anterior (revisar que las tarjetas esten reportadas en SAP)	1: Cumple		
15	Se realizó una capacitación técnica de prensas para los operarios de producción. Indagar a 2 operarios	1: Ambos operarios reconocen al menos 3 partes de una prensa con el nombre correcto. Validar con área de Mto		
16				
17				
	<b>Total ítems auditados</b>			
	<b>Total ítems en 1</b>			
	<b>% Cumplimiento= (Ítems 1/Total auditoria)*100</b>	<b>#iDIV/0!</b>		
<b>NOTA: Para todo ítem calificado en "0" debe haber un plan de acción en la hoja de soluciones inmediatas pero solo una vez por mes.</b>				
<b>Cumplimiento &lt;= 60% Insatisfactoria</b>		<b>61% &lt;= Cumplimiento &lt;= 79% Aceptable</b>		<b>Cumplimiento &gt;= 80% Satisfactoria</b>



**ANEXO E. Formato de registro de avería.**

<b>REGISTRO DE AVERÍA</b>			
Fecha:		OT SAP:	
<b>INFORMACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>			<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>
Máquina:		Área:	
Parte de la máquina:			1. Avería <input type="checkbox"/>
Tiempo de paro:	min.		2. Preventivo <input type="checkbox"/>
Tiempo de trabajo:	min.		3. Mejora <input type="checkbox"/>
Hora de inicio:	Hora final:		4. Ajuste <input type="checkbox"/>
<b>Descripción del Problema:</b> (Qué parte, cómo se encontró, qué estaba anormal)			
<b>Causa probable y Acción tomada</b>	Causa de fallo:		
	Acción tomada:		
<b>Acción para tratar la Causa Raíz</b>	ADF <input type="checkbox"/>	Observación:	
	LUP'S <input type="checkbox"/>		
	Propuesta de mejora <input type="checkbox"/>		
	Estándar MP <input type="checkbox"/>		
	CAP DO <input type="checkbox"/>		
<b>Costo de Mantenimiento</b>	Tipo de trabajo	Interno	Externo
		Horas Mtto:	Horas Contratista:
	Costo de Repuestos:		
<b>ANÁLISIS DE LAS 5 CAUSAS DE AVERÍA</b>			
1. ¿Se evidencia una correcta limpieza, lubricación y ajuste?			SÍ / NO / N.A.
2. ¿La parte dañada ha sido intervenida previamente con preventivos?			SÍ / NO / N.A.
3. ¿La partes dañada estaban operando en condiciones correctas?			SÍ / NO / N.A.
4. ¿La parte dañada ha sido modificada?			SÍ / NO / N.A.
5. ¿La parte dañada fue debida a un error humano?			SÍ / NO / N.A.

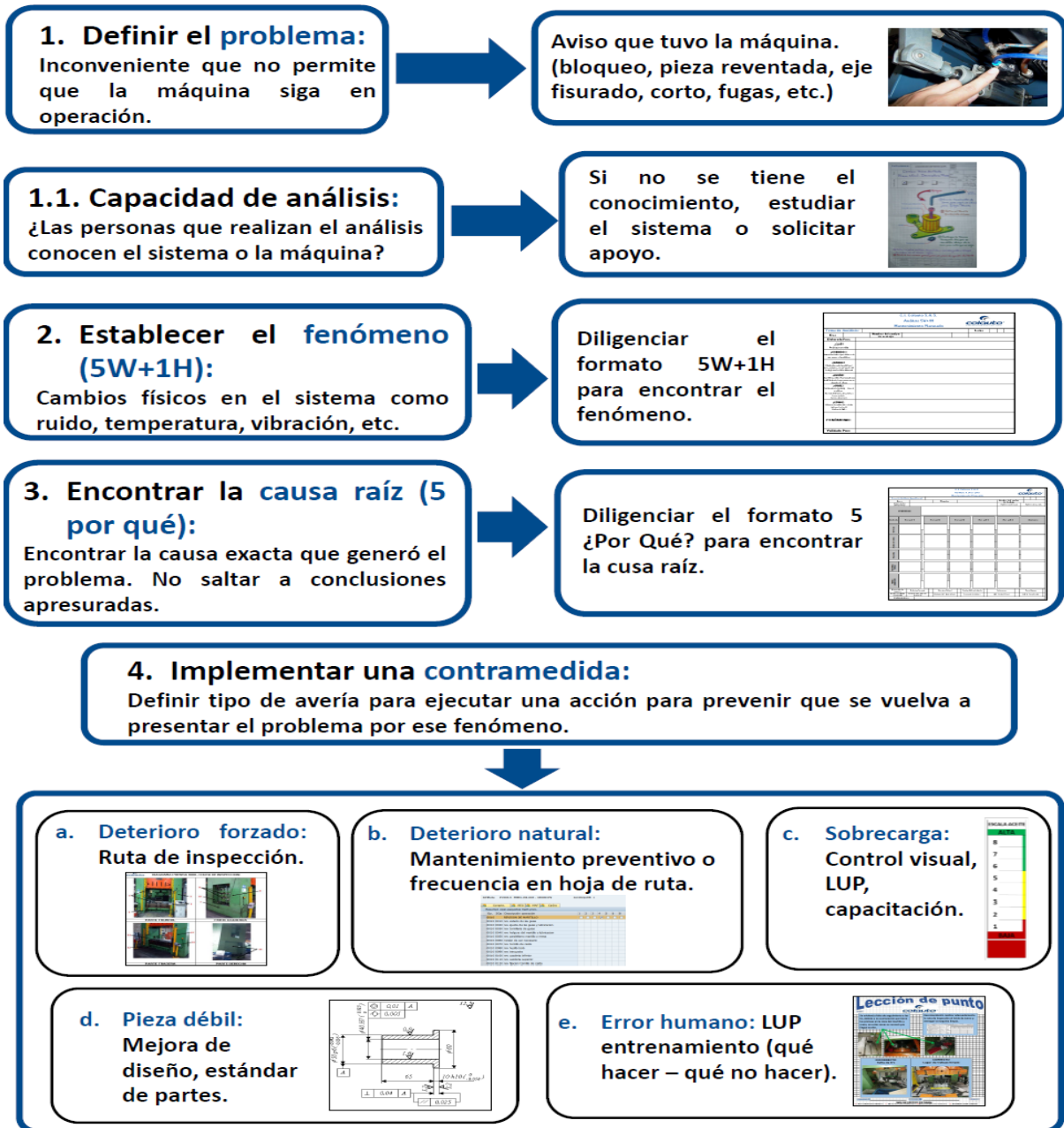
ANEXO F. Póster de ciclo de análisis de causa.

# CICLO DE ANÁLISIS DE CAUSA

**METODOLOGÍA:** Método para la resolución de problemas que intenta evitar la recurrencia de los mismos a través de la identificación de sus causas raízales y aplicar medidas para prevenir su repetición.



## PASOS:



## ANEXO G. Auditoría escalonada MP.

<b>REVISIÓN AVANCE DE PROGRAMA TPM - PRENSAS MANTENIMIENTO</b>				
CRITERIO DE EVALUACIÓN: 1: CUMPLE 0: NO CUMPLE N/A: NO APLICA		SEMANA	MES	AÑO
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL PROCESO A AUDITAR				
<b>ITEM</b>	<b>Auditado por:</b>			
	<b>Área:</b>			
	<b>Fecha de auditoria (Mes /Dia)</b>		<b>Criterio</b>	<b>Calificación (0 o 1)</b>
1	Todas las máquinas en reparación o fuera de servicio tienen la demarcación		1: Todas las máquinas	
2	Los operarios de mantenimiento tienen conocimiento de los objetivos de TPM (indagar con 2 operarios del turno)		1: explican brevemente 2 objetivos del programa Ver hoja de apoyo	
3	Los operarios de mantenimiento distinguen las funciones asignadas de acuerdo a su rol (2 operarios de turno)		1: explican brevemente todas sus funciones. Ver hoja de apoyo	
4	Existe un cronograma de mantenimiento programado en SAP que genera OT's periódicamente. El personal operativo sabe consultar las OT's pendientes por ejecutar (indagar con 1 operario de turno)		1: Conocen la transacción IW39 y los filtros para revisar los preventivos ZPR1	
5	El indicador de cumplimiento de actividades del cronograma preventivo cumple con la meta establecida y está publicado		1: Cumple con la meta publicada en el indicador	
6	Los operarios de mto realizan el análisis de falla de los equipos con paros mayores a 8 horas y todos participan en los análisis (revisar en el listado de análisis de falla que todos los operarios hayan participado al menos 1 análisis)		1: Realizan ADF en el 50% de paros mayores a 8 horas	
7	Los operarios de mto cuentan con un nivel mínimo de destreza y conocimiento en ADF. Revisar 2 ADF y validar que el plan de acción estén implementados de acuerdo a la fecha de compromiso		1: Implementación de acciones revisadas en un 90%	
8	Existe un plan de formación técnica vigente apropiado para el perfil del operario de mto. Los operarios de mto reciben 4 formaciones por mes de 1 hora c/u		1: mínimo 3 registros de asistencia a capacitaciones por mes	
9	Los operarios demuestran los conocimientos obtenidos en las capacitaciones. El resultado de las evaluaciones debe ser un promedio de 4 para al menos 6 operarios.		1: 6 operarios con promedio superior a 4	
10	Los operarios de mantenimiento reconocen el material publicado en el tablero de TPM y explican su contenido (evaluar con 1 operario)		1: Un operario reconoce al menos 6 campos del tablero	
11	El tablero de TPM está actualizado con indicadores (MTTR, MTBF, Tiempos de Paro, MMFC)		1: Actualizados al último mes finalizado	
12	Se realizan LUP's periódicamente para el conocimiento de los operarios de mto		1: Ejecución de 1 LUP el último mes finalizado	
14	Se tienen todas las prensas debidamente marcadas con el letrero en buen estado y visible		1: Todas las máquinas	
15	Se cuenta con un listado que determina la criticidad de todos los equipos del área		1: Disponible para consulta de operarios	
16	Existe un listado con código SAP que define la cantidad mínima de repuestos de los equipos críticos		1: Disponible para el coordinador o jefe	
17	Se realizan las notificaciones de OT's oportunamente. Se cumple la meta establecida para el tiempo de notificación		1: Se cumple con la meta (96% <= 3 días)	
18	Se tiene el seguimiento de Tarjetas Rojas en el tablero por medio de un indicador actualizado		1: Se tiene el indicador actualizado hasta el último mes finalizado	
19	El cumplimiento de % de solución de Tarjetas Rojas es el esperado		1: Se cumple con la meta establecida	
20	Revisar el correcto diligenciamiento de las tarjetas y validar en SAP		1: Revisar 5 tarjetas aleatorias y que tengan la OT y cerradas en SAP	
<b>Total ítems auditados</b>				
<b>Total ítems en 1</b>				
<b>% Cumplimiento = (Ítems 1/Total auditoria)*100</b>			<b>#¡DIV/0!</b>	

**NOTA:** Para todo ítem calificado en "0" debe haber un plan de acción en la hoja de soluciones inmediatas pero solo una vez por mes.

Cumplimiento <= 60% Insatisfactoria

61% <= Cumplimiento <= 79% Aceptable

Cumplimiento >= 80%

