



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

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

**Autor**

**DANIEL ANDRÉS MARTINEZ PARODIS**

**Universidad de Antioquia**

**Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería**

**Mecánica**

**Medellín, Colombia**

**2020**



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

**DANIEL ANDRÉS MARTINEZ PARODIS**

**Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al  
título de: pregrado en ingeniería mecánica**

**Asesores (a):**

**ING. ANDRES FELIPE COLORADO GRANDA Ph. D.**

**ING. FABIO DUBAN QUINTERO MONTOYA**

**Universidad de Antioquia**

**Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería mecánica**

**Medellín, Colombia**

**2020.**



## **DEDICATORIA**

*A Gloria Patricia Parodis González por su dedicación y apoyo incondicional.*

*A Daniel de Jesús Martínez Zapata por su sacrificio, esfuerzo y consejos oportunos.*

*A María Isabel Ochoa Gómez por su compañía, ayuda y motivación a ser siempre mejor.*

## CONTENIDO

1. INTRODUCCION .....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. Objetivos generales.....	9
3.2. Objetivos específicos .....	9
4. MARCO TEORICO .....	10
4.1. Evolución de la gestión de mantenimiento .....	10
4.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM) .....	12
4.2.1. Pilares del TPM.....	13
4.2.1.1. Mantenimiento Autónomo .....	13
4.2.1.2. Mantenimiento Planeado.....	14
4.2.1.3. Mejoras enfocadas.....	14
4.2.1.4. Educación y entrenamiento .....	14
4.2.1.5. Gestión temprana- Control inicial.....	15
4.2.1.7. TPM en áreas administrativas .....	15
4.2.1.8. Seguridad, higiene y ambiente .....	15
4.3. Indicadores de Mantenimiento.....	15
4.4. Rutas de inspección .....	17
4.5. Tarjetas TPM .....	18
5. METODOLOGÍA .....	18
5.1. Plan maestro.....	20
5.1.1. Plan maestro prensas .....	20

5.1.2. Plan maestro planta 1 .....	22
6. RESULTADOS .....	24
7. CONCLUSIONES .....	33
8. REFERENCIAS .....	34

### LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Formatos de tarjetas TPM [9] .....	18
<b>Figura 2.</b> Actividades para el desarrollo del TPM.....	20
<b>Figura 3.</b> Diagrama: la prensa 30-1 VAPTSAROV, herramienta rutas de inspección .....	26
<b>Figura 4.</b> Auditoria escalonada MP .....	30
<b>Figura 5.</b> Estructura del equipo TPM: Mantenimiento Planeado, Planta 1 .....	31
<b>Figura 6.</b> Estructura del equipo TPM: Mantenimiento Autónomo, Planta 1.....	32

### LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ejemplos de indicadores de mantenimiento [8] .....	17
<b>Tabla 2.</b> Mantenimiento Autónomo área de prensas .....	21
<b>Tabla 3.</b> Mantenimiento planeado área de prensas .....	22
<b>Tabla 4.</b> Mantenimiento Autónomo planta 1 .....	23
<b>Tabla 5.</b> Mantenimiento planeado planta 1.....	24
<b>Tabla 6.</b> Ruta de inspección.....	25
<b>Tabla 7.</b> Indicador de cumplimiento del plan de tarjetas roja 2019-2 .....	27
<b>Tabla 8.</b> Formato de descripción de escuelas: Escuela TPM.....	27
<b>Tabla 9.</b> Asistencia segundo semestre 2019, capacitación rutas de inspección área prensas, planta 1 y corte y doblez.....	28

### LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Verificación de conocimiento de la ESCUELA TPM.....	35
<b>Anexo 2.</b> Verificación de conocimiento escuela TPM: MANTENIMIENTO PLANEADO .....	36

<b>Anexo 3.</b> Formato de análisis de riesgo .....	37
<b>Anexo 4.</b> Formato de diligenciamiento del análisis 5W+1H de la empresa C.I. COLAUTO S.A.S.....	38
<b>Anexo 5.</b> Formato de diligenciamiento del análisis 5 ¿Por qué? de la empresa C.I. COLAUTO S.A.S.....	39
<b>Anexo 6.</b> Formato de diligenciamiento del plan de acción de la empresa C.I. COLAUTO S.A.S.....	40

## **LISTA DE ACRONIMOS**

**CI:** Comercializadora Internacional

**MA:** Mantenimiento Autónomo

**MP:** Mantenimiento Planeado

**PLC:** Controlador Lógico Programable

**LUP:** lección de un punto

**RI:** Rutas de Inspección

**S.A.S:** sociedad por acciones simplificadas

**TPM:** Mantenimiento Productivo Total

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

**RESUMEN**

En el siguiente documento se muestra el trabajo realizado en la empresa C.I. Colauto S.A.S en la cual se implementó el sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM). El proyecto se enfocó en implementar los pilares Mantenimiento Autónomo (MA) (paso cero) y Mantenimiento Planeado (MP) (paso uno). En este escrito se enuncian los diferentes conceptos relacionados con la gestión de mantenimiento y la evolución que ha tenido con el pasar de los años hasta llegar al TPM.

Posteriormente se presentará la metodología utilizada para la implementación del TPM en función del contexto de cada una de las plantas de la empresa. Finalmente se presentan los resultados alcanzados durante la ejecución de la práctica industrial.

**ABSTRACT**

The following document shows the work done in the company C.I. Colauto S.A.S in which the Total Productive Maintenance (TPM) system was implemented. The project focused on implementing the Autonomous Maintenance (MA) (zero step) and Planned Maintenance (MP) (step one) pillars. In this paper the different concepts related to maintenance management and the evolution it has had over the years to reach the TPM are stated.

Subsequently, the methodology used for the implementation of the TPM will be presented depending on the context of each of the company's plants. Finally, the results achieved during the execution of the industrial practice are presented.

## 1. 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 dos (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.

Tiempo atrás la empresa C.I. Colauto S.A.S por medio del área de mantenimiento y con apoyo de practicantes de ingeniería han implementado en la empresa la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés). TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima, productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone: cero averías, cero tiempos muertos, cero defectos debidos a un mal estado de los equipos y sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva a causa del mantenimiento de los mismos. Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total [1].

La implementación de esta metodología tuvo inicio en la subárea de prensas medianas con las etapas Paso 0 de Mantenimiento Autónomo (MA) y Paso 1 de Mantenimiento Planeado (MP), debido a los resultados obtenidos en las implementaciones de esta metodología se decide extenderla para las subáreas de prensas pequeñas y prensas grandes.

La propuesta de trabajo para el segundo semestre del año 2019, como practicante de ingeniería mecánica en la empresa C.I. Colauto S.A.S, es fortalecer y mejorar la metodología en las subáreas de la planta 2 donde ya está implementada la metodología, también se propone extender la metodología del TPM en planta 1, donde los anteriores practicantes de ingeniería junto al equipo de trabajo del área de mantenimiento lograron un avance importante en la planta.

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

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El mantenimiento productivo total (TPM) es un sistema de gestión de mantenimiento conformado por pilares que presentan una estructura paso a paso para su implementación. La empresa C.I. COLAUTO S.A.S se encuentra desarrollando el paso 0 y paso 1 de los pilares: mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado respectivamente, estos tienen como objetivos:

- Alcanzar el cero averías en máquinas
- Eliminar los tiempos muertos en producción
- Obtener cero defectos debido a un mal estado de los equipos
- No presentar pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debido al estados de los equipos

El área de prensas de la empresa tiene en la actualidad un proceso de implementación de la metodología del TPM y sus pilares (Mantenimiento autónomo y planeado) de 2 años en los cuales han realizado actividades de conformación de estructura, capacitaciones, roles y funciones, generación de tarjetas TPM, entre otras, por consiguiente, la labor en esta área de la compañía será la de generación de cultura, mejoras y control a las actividades que ya están siendo desarrolladas. Caso contrario sucede en la planta 1 de la compañía donde la implementación del TPM a excepción de algunas acciones inicia en este periodo con la construcción de la estructura y todas las actividades que se requieran para iniciar los pasos 0 y 1 del mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado.

De acuerdo a esta situación, la práctica empresarial se desarrollará en la generación de cultura y ejecución de actividades necesarias para el desarrollo de los pilares: Mantenimiento

autónomo (Paso 0) y Mantenimiento planeado (Paso 1) del mantenimiento productivo total (TPM) en el área de prensas y planta 1 de la empresa, teniendo como foco principal el avanzar en la obtención de los objetivos planteados por la empresa.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivos generales**

- Fortalecer los pasos implementados de los pilares mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado de la metodología de TPM en el Área de Prensas Planta 2 de C.I. Colauto S.A.S.
- Implementar el paso 0 y paso 1 del mantenimiento autónomo y planeado respectivamente en la planta 1 de la empresa.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el estado actual de la metodología en el área de producción de prensas.
- Recopilar la información disponible en el área de producción y mantenimiento, que aporten a la metodología.
- Construir y ejecutar para el segundo semestre del año 2019 el plan de trabajo, denominado Plan Maestro, donde se especifiquen las actividades de los pilares MA y MP en su paso inicial.
- Monitorear y llevar a cabo acciones que permitan el debido diligenciamiento de los formatos e indicadores necesarios para llevar un control de la implementación de los pasos, 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.
- 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).
- Apoyar y gestionar las capacitaciones brindadas a los operarios de mantenimiento sobre aspectos importantes de las máquinas y los procesos mecánicos implementados en las empresas.

#### **4. MARCO TEORICO**

La gestión de mantenimiento es un conjunto de operaciones que garantizan la actividad operativa del proceso productivo de una empresa, garantizando la no aparición de fallas o averías que impliquen un atraso en la producción. [1]

##### **4.1. Evolución de la gestión de mantenimiento**

A finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, durante la revolución industrial nació el primer tipo de mantenimiento denominado correctivo, este mantenimiento constituía las acciones de reparación o cambio de elementos de las máquinas que presentaban fallas y/o averías. Debido a la frecuencia de estos fallos surgieron las preocupaciones y cuestionamiento por parte de los dueños de las industrias, los cuales para mitigar el impacto de estas fallas comenzaron a manejar los conceptos de competitividad de costos, pero fue sólo hasta los años veinte del siglo pasado donde se implementaron los reportes o datos estadísticos sobre las fallas en motores y máquinas de la industria. El mantenimiento correctivo se divide en dos tipos: paliativo o de campo y de reparación o curativo, el primero es el que sucede cuando se logra corregir la falla, pero la causa que la produce continua (Acciones temporales) y el segundo es en el cual se soluciona la falla eliminando la causa. [2]

La mayoría de los paros de los procesos de producción de las empresas se generaban debido a que las acciones de mantenimiento correctivo solo se realizaban cuando los equipos presentaban fallas, esto ocasiono un alto impacto en la industria, que llevo a la creación de estrategias para asegurar la permanencia operacional de los equipos y las capacidades

funcionales de la organización, disminuyendo los paros de producción y los costos de reparación; para mediados del año 1945 se denominó a este conjunto de acciones y estrategias mantenimiento preventivo. Durante la segunda guerra mundial el mantenimiento preventivo tuvo un gran desarrollo ya que se fue utilizado en acciones militares como la inspección de aviones antes de cada vuelo y en el cambio de componentes o elementos de maquinaria bélica. [2] [3]

En los años 60 del siglo XX se desarrolló otro tipo de mantenimiento denominado predictivo el cual consiste en acciones que evalúan el estado actual del elemento o equipo para determinar su cambio o continuación en operación, este mantenimiento implementa técnicas de verificación mecánica como el análisis de vibraciones y ruido. [4]

El mantenimiento productivo se basa en una serie de actividades planificadas para actuar antes de que se presente una falla o avería en un equipo, fue implementado por la compañía Estadounidense General Electric en los años 60's del siglo XX donde se tenía como objetivo principal evitar las paradas no previstas. El mantenimiento productivo reúne la gestión de calidad y los diferentes tipos de mantenimientos desarrollados hasta la fecha, generando así un cambio en el concepto de mantenimiento donde su principal finalidad no es solamente mantener los equipos en óptimas condiciones sino también mejorar la calidad, la fiabilidad y la mantenibilidad de estos. [2]

A mitad del siglo XX se presentaba una alta tasa de accidentes de los aviones comerciales a nivel mundial, estos accidentes eran en su mayoría debido a las averías o fallas presentadas en los aviones, por lo cual la industria de la aviación civil norteamericana a principios del año 1960 dio inicio al desarrollo de lo que luego se convirtió en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad o RCM por sus siglas en inglés : Reliability Centered Maintenance, este mantenimiento es una técnica para la creación de un plan de mantenimiento que tiene como objetivo principal aumentar la disponibilidad de máquina y disminuir los costos de mantenimiento en una empresa. [5]

Por esta época se llevaba a cabo la segunda guerra mundial y en Japón, país donde los resultados al final de la guerra fueron adversos, se desarrolló una metodología o filosofía llamada Mantenimiento Productivo Total, esta metodología nació en el proceso de

reconstrucción del país y fue gracias a la fusión de los conceptos estadísticos del profesor William Edwards Deming y los proyectos desarrollados por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE). [6]

#### **4.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

El TPM es una filosofía o gestión de mantenimiento que tiene como objetivo principal eliminar las seis (6) grandes pérdidas que se presentan en una empresa que son:

- las fallas o averías de los equipos
- la preparación o puesta a punto de los equipos
- los tiempos muertos de producción
- pérdida de rendimiento o capacidad productiva debido al estados de los equipos
- defectos de calidad
- pérdida de tiempo por re-trabajos programados

Esta metodología centra su trabajo en la optimización de las 4 M's y tiempo:

- Mano de obra (activo inteligente): Desarrollar habilidades y competencias enfocadas a la proactividad en la identificación de oportunidades de corrección o prevención, mejora continua, control de recurrencias, expansión horizontal y anticipación a problemas, también el de desarrollar habilidades poli-funcionales en el personal operativo y administrativo.
- Máquinas (activo productivo): Conseguir el cero fallas en los equipos, el puesto a punto sin pérdida de tiempo, la prolongación de la vida útil y garantizar la máxima capacidad nominal.
- Materiales (Activo dinero): Realizar la eliminación progresiva de inventarios no requeridos.
- Método (Activo conocimiento): Optimizar y estandarizar la metodología o los procedimientos que se implementan en la empresa.
- Tiempo (Activo velocidad): Reducir los tiempos de ciclo y tiempo de respuesta para garantizar un mejor uso de los demás activos.

El TPM como metodología tiene un desarrollo industrial alineado a los métodos industriales, sociales y culturales nipones y se evidencia en los resultados intangibles donde se presentan cambios importantes en las actitudes del personal involucrado, estos tendrán una postura proactiva, una autoconfianza en desarrollar actividades que tienen como objetivo el cero registro de averías o fallas en los equipos, también cero defectos y cero accidentes en la producción. [6]

#### 4.2.1. Pilares del TPM

El TPM está conformado por ocho (8) pilares para garantizar la inclusión de todas las áreas de la empresa en la metodología y así generar una eficiencia mayor en el sistema de producción.

##### 4.2.1.1. Mantenimiento Autónomo

Este pilar consiste en un conjunto de actividades dirigidas al personal encargado de operar las máquinas, estas actividades tienen como objetivo fundamental comprometer al operario en el mantenimiento de sus propias máquinas, entre las labores principales de este pilar están la inspección diaria, la lubricación, reemplazo de partes y las reparaciones menores.

Para la implementación de este pilar se considera fundamental las siguientes características:

- Identificación del deterioro, estandarización de la limpieza y la operación: Esta característica del pilar se trabaja por medio de jornadas de aseo y estableciendo rutas de inspección diarias para el operario.
- Generar conocimientos para profundizar en las labores de limpieza y la operación del equipo: Se cumple brindando capacitaciones a los operarios sobre los elementos, sistemas y componentes de la máquina, al realizar un estudio previo de los equipos el operario encargado obtendrá una autonomía respaldada por el conocimiento para realizar las actividades de este pilar y del proceso de producción.

Analizar los problemas para prevenir su recurrencia o la aparición de ellos: Con el conocimiento previo adquirido por los operarios las herramientas de análisis con el 5W-H, lecciones de un punto (LUP) y otros métodos de análisis el operario tendrá la capacidad de analizar y proponer acciones que eviten la aparición de averías, errores o fallas en el proceso y equipo. [6]

#### *4.2.1.2. Mantenimiento Planeado*

Este pilar está dirigido al personal del área de mantenimiento y tiene como misión incrementar la disponibilidad de los equipos al costo mínimo, para lograr esto se crean planes de mantenimiento que están basados en un matriz de criticidad de equipos de la planta, también se crean acciones preventivas que eviten las fallas y averías en los equipos, se establecen indicadores que miden el rendimiento del equipo de mantenimiento en la reparación de las fallas que se presentan en los equipos y que generan paros en la producción e indicadores que exponen la frecuencia con que se presentan fallas en los equipos de la empresa.

Para desarrollar las actividades de este pilar el equipo de mantenimiento cuenta con herramientas de análisis como el 5W-H, lecciones de un punto (LUP), capacitaciones en sistema de transmisión de potencia, ajustes de elementos de sujeción y procedimientos implicados en la reparación de equipos.

Los indicadores de mantenimientos y otra información del pilar como lo son la criticidad de equipos, estructura del equipo de mantenimiento planeado, plan de formación y otros, se expone en tableros o lugares donde puedan ser consultados y evaluados por todo el personal implicado. [6]

#### *4.2.1.3. Mejoras enfocadas*

El objetivo de este pilar es eliminar pérdidas y optimizar el uso de activos para esto se aplica el ciclo CAP-Do es una herramienta que permite corregir, mejorar u optimizar un proceso, esta herramienta consta de cuatro fases principales: Chequear- Analizar- Planear- Hacer. [7]

#### *4.2.1.4. Educación y entrenamiento*

Este pilar está fundamentado en la capacitación del personal para generar habilidades y competencias en todo el personal implicado con la metodología y por tanto con el proceso de producción. [6]

#### *4.2.1.5. Gestión temprana- Control inicial*

En este pilar se busca minimizar las pérdidas o costos que se generan al establecer el proceso productivo para un nuevo producto o para la instalación y puesta en marcha de un nuevo equipo en la empresa. [6]

#### *4.2.1.6. Mantenimiento de la calidad*

La misión de este pilar consiste en alcanzar cero defectos en el producto final del proceso de producción de la empresa, el enfoque principal del mantenimiento de la calidad está en prevenir e identificar los defectos de calidad en el producto. [6]

#### *4.2.1.7. TPM en áreas administrativas*

Este pilar tiene como objetivo eliminar las pérdidas que se producen en los procesos administrativos y de logística, para esta actividad se cuenta con herramientas como las 5's y la reestructuración de los procesos de trabajo [6]

#### *4.2.1.8. Seguridad, higiene y ambiente*

Promueve la cultura de prevención de accidentes y tiene como objetivo obtener cero accidentes en todos los procesos de la compañía. Para la parte ambiental se estudian y desarrollan planes que mitiguen la contaminación generada por los procesos productivos y/o administrativas de la empresa. [6]

### **4.3. Indicadores de Mantenimiento**

Los dos aspectos más importantes que se deben evaluar en el mantenimiento son, primero mejoras en la fiabilidad y preservación del equipo lo cual conlleva beneficios en la eficacia de la planta y la calidad de los productos obtenidos por la compañía; el segundo se basa en la evaluación del trabajo de mantenimiento, analizando si la labor se está efectuando utilizando los mejores y más económicos métodos, ya que es de vital importancia en las producciones sistematizar y apresurar el mantenimiento con detención y alcanzar un arranque



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
1803  
FACULTAD DE INGENIERÍA

suave y rápido y así descartar las complicaciones de éste. La tabla 1 muestra algunos ejemplos de indicadores de mantenimiento. [8]

*Tabla 1. Ejemplos de indicadores de mantenimiento [8]*

Indicador	Fórmula	Objetivo	Intervalo	Observaciones
Frecuencia de fallos.	$\frac{\text{Número total de paradas debidas a fallos}}{\text{Tiempo de carga}}$		Mensual.	Referido a las paradas de 10 minutos o más
Tasa de gravedad de fallos.	$\frac{\text{Tiempo total de paradas debido a fallos}}{\text{Tiempo de carga}} \times 100$	0.15% o menos.	Mensual.	Mantener el tiempo total de paradas dentro de 1 h/mes.
Tasa de mantenimiento de emergencia.	$\frac{\text{Número de trabajos de EM}}{\text{Número total de trabajos PM y EM}} \times 100$	0.5% o menos.	Mensual.	PM: Mantenimiento preventivo. EM: mantenimiento de emergencia.
Costos de paradas debidas a fallos.	Tiempo de paradas x costo por unidad de tiempo.	Minimizar.	Mensual.	Incluido la producción perdida, costos de energía y costos de horas perdidas de personal.
Número de pequeñas paradas y tiempos muertos.	Tendencia en el número de pequeñas paradas y tiempos muertos.	0	Mensual (media diaria).	Referido al número de pequeñas paradas y tiempos muertos de menos de 10 minutos.
MTBF.	$\frac{\text{Tiempo total de operaciones}}{\text{Número total de fallas.}}$	De acuerdo con metas anuales	Mensual.	Intervalo medio entre fallos.
MTTR.	$\frac{\text{Tiempo total de parada}}{\text{Número de paradas}}$	De acuerdo con metas anuales	Mensual.	Tiempo medio de reparaciones.

#### 4.4. Rutas de inspección

Las rutas de inspección son un instructivo paso a paso para la verificación del estado de la máquina, con esta herramienta se pretende que el operario encargado del equipo evalúe el estado actual de los sistemas o componentes de la maquinas, este instructivo está conformado por varios ítems en los cuales se proponen las actividades a realizar y el lugar donde se encuentra la máquina, las observaciones generadas por esta inspección puede ser informada al área de mantenimiento por medio de las tarjetas TPM o diligenciando una de observaciones que puede contener el instructivo.

Esta herramienta conforma el conjunto de actividades que se proponen realizar en la implementación del pilar mantenimiento autónomo y es fundamental para detener el deterioro forzado y así aumentar la vida útil de la máquina. [6]

#### 4.5. Tarjetas TPM

Son herramientas de la metodología que facilitan la comunicación al área de mantenimiento sobre una falla o avería de los equipos, esta acción se realiza mediante una tarjeta roja. Existe otro tipo de tarjetas como la tarjeta azul y la tarjeta verde que se utilizan para informar anomalías en los equipos o en el proceso de producción que deben ser solucionadas por el área de operaciones o para reportar anomalías que comprometen la seguridad de las personas o al medio ambiente [6]. En la figura 1 se observa los formatos de tarjetas TPM.



Figura 1. Formatos de tarjetas TPM [9]

### 5. METODOLOGÍA

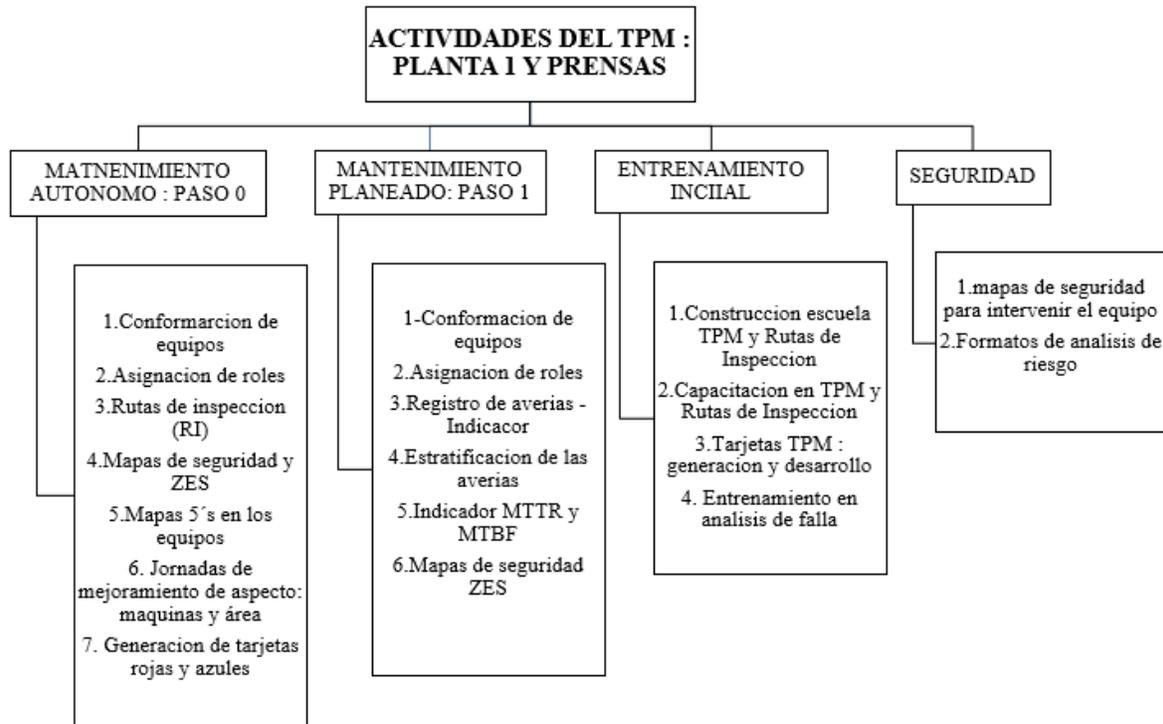
Para continuar con la correcta ejecución del proyecto en la empresa C.I. Colauto S.A.S basado en la implementación de los pasos iniciales de los pilares de mantenimiento autónomo (MA) y mantenimiento planeado (MP) del mantenimiento productivo total (TPM) en el Área de Prensas y planta 1 de la compañía, se realiza inicialmente el reconocimiento del área de trabajo y del personal tanto de producción como de mantenimiento, luego se procede con la

conformación de los roles y pequeños equipos de trabajo (PET) para continuar con la asignación de las actividades que los integrantes de cada rol y los PET deben desarrollar.

Posteriormente se lleva a cabo un análisis del estado actual de la metodología TPM en el área, se procede con la recopilación de la información disponible de averías, paros, tiempos y demás variables que puedan ser útiles para el desarrollo adecuado del proyecto.

Con la recopilación de la información y el análisis actual de la planta, se desarrolla un plan de trabajo, el cual se denotará como plan maestro, donde se listan las actividades desarrolladas por los equipos de trabajo y roles, se realiza un plan maestro para MA el cual es administrado por producción, y otro para MP administrado por el área de mantenimiento. Luego de la elaboración del Plan Maestro de cada pilar, se destinan todos los recursos disponibles a la ejecución de las actividades propuestas, con el fin de dar el mayor cumplimiento posible a los compromisos del plan maestro, por tanto, en su ejecución se efectúan auditorías escalonadas por parte de jefe y coordinadores de producción para MA, y auditorías escalonadas de jefe y coordinadores de mantenimiento para MP.

En la figura 2 se muestra un esquema de las actividades a desarrollar en esta etapa de la implementación del TPM.



*Figura 2. Actividades para el desarrollo del TPM*

## 5.1. Plan maestro

Luego de evaluar el estado del área de prensas y planta 1 o 2 en cuanto a la metodología TPM y el esquema de actividades se construye y se ejecuta el plan maestro de cada sector de la empresa el cual consta de actividades, objetivos, estado y por último el cronograma semanal del segundo semestre del año 2019.

### 5.1.1. Plan maestro prensas

Ya que el área de prensas de la empresa se encuentra con un proceso de implementación del TPM avanzado en cuanto a las actividades requeridas en el paso 0 del Mantenimiento Autónomo y paso 1 del Mantenimiento Planeado se construye un plan maestro enfocado en la generación de cultura para el debido desarrollo de las actividades de estos pilares.



**Tabla 3. Mantenimiento planeado área de prensas**

colauto Ingeniería Confiable		IMPLEMENTACION DE TPM: PILAR MANTENIMIENTO PLANEADO,PASO 1 - AREA : PRENSA,PLANTA 2		SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35	SEMANA 36	SEMANA 37	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40	SEMANA 41	SEMANA 42	SEMANA 43	SEMANA 44	SEMANA 45	SEMANA 46	SEMANA 47	SEMANA 48	SEMANA 49	SEMANA 50
ACTIVIDAD	OBJETIVO	ESTADO																									
Estudiar e interpretar la información del tablero TPM MP	Garantizar que el grupo de técnicos en mantenimiento interpreten y comprendan la información expuesta en el tablero TPM MP	Programado																									
		Realizado																									
Estudiar y comprender los objetivos del TPM y del pilar mantenimiento autónomo	Garantizar que el grupo de técnicos en mantenimiento comprendan los objetivos y la importancia de la metodología TPM	PRG.																									
		REAL																									
Apoyar y ejecutar el Plan de Formación Técnica	Afianzar en los técnicos de mantenimiento conocimientos sobre temas que requieran un mayor nivel de apreciación. También si son sistemas o mecanismos complejos	Programado																									
		Realizado																									
Entrenamiento en Lecciones de Un Punto (LUP) y Analisis 5W+1H (ADF)	Garantizar el debido proceso en la creación y estudio de lecciones de un punto por parte del equipo de técnicos de mantenimiento	Programado																									
		Realizado																									
Acompañar y apoyar las actividades a desarrollar por parte de los líderes	*Garantizar que los líderes de rol del pilar MP realicen las actividades que les corresponden * Proponer actividades de mejoras para los roles	Programado																									
		Realizado																									
Auditoría escalonada	*Garantizar el correcto funcionamiento de la metodología en el área *Obtener un puntaje mayor al 90% en los puntos auditados	Programado																									
		Realizado																									

### 5.1.2. Plan maestro planta 1

La planta 1 de la empresa solo cuenta con la estructura física de los tableros para la información relacionada con la metodología TPM, por lo tanto, se construye un plan maestro con el objetivo de capacitar al personal operativo y técnicos de mantenimiento sobre los conceptos y actividades a desarrollar en la implementación del TPM, en su principio con los pilares Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planeado paso 0 y paso 1 respectivamente.

En las tablas 4 y 5 se observan las actividades desarrollada en el segundo semestre del año 2019 donde se da el inicio de las capacitaciones sobre los objetivos y las actividades de la



Tabla 5. Mantenimiento planeado planta 1

colauto Ingeniería Confiable ACTIVIDAD	IMPLEMENTACION DE TPM: PILAR MANTENIMIENTO PLANEADO,PASO 1 - PLANTA 1	OBJETIVO	ESTADO	SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35	SEMANA 36	SEMANA 37	SEMANA 38	SEMANA 39	SEMANA 40	SEMANA 41	SEMANA 42	SEMANA 43	SEMANA 44	SEMANA 45	SEMANA 46	SEMANA 47	SEMANA 48	SEMANA 49	SEMANA 50	
				<b>Construcción de la escuela TPM : Mantenimiento Planeado</b> *Garantizar un proceso de aprendizaje idoneo para el personal operativo de la planta	Programado																							
	Realizado																											
<b>Capacitación en la metodología TPM : Mantenimiento Planeado</b> *Estudiar la definición y objetivo de la metodología TPM y el pilar de mantenimiento planeado	Programado																											
	Realizado																											
<b>Presentación de roles,Exposicion de herramientas del pilar</b> Presentar los lideres de roles y funciones.Dar a conocer las herramientas del pilar que se implementaran en el area	Programado																											
	Realizado																											
<b>Adecuación del tablero</b> Tener un lugar establecio con la informacion del pilar	Programado																											
	Realizado																											
<b>Entrenamiento en Lecciones de Un Punto (LUP) y Analisis 5W+1H ( ADF)</b> Garantizar el debido proceso en la creacion y estudio de lecciones de un punto por parte del equipo de tecnicos de mantenimiento	Programado																											
	Realizado																											
<b>Apoyar y ejecutar el Plan de Formación Técnica</b> Afianzar en los técnicos de mantenimiento conocimientos sobre temas que requieran un mayor nivel de apreciación. También si son sistemas o mecanismos complejos	Programado																											
	Realizado																											
<b>Estudiar e interpretar la informacion del tablero TPM MP</b> Garantizar que el grupo de tecnicos en mantenimiento interpreten y comprendan la informacion expuesta en el tablero TPM MP	Programado																											
	Realizado																											

## 6. RESULTADOS

Gracias a la disposición del personal operativo, técnicos de mantenimiento y la colaboración del personal administrativo del área de mantenimiento se logra avanzar en la implementación de la metodología TPM en la empresa C.I. COLAUTO S.A.S durante el segundo semestre del 2019 donde se consigue desarrollar de manera eficaz esta práctica académica.

Luego de analizar el estado actual de la implementación del TPM, se identifica que para el área de prensas de la compañía se presenta un avance indudable en el desarrollo de las actividades de los pilares que se desean implementar, consecuente a esto se logra construir

un plan maestro ajustado a los requerimientos necesarios para avanzar en la implementación de la metodología en el área de prensas y planta 1.

Luego de cumplir con la ejecución de plan maestro para las áreas mencionadas se observó que los resultados de esta gestión se ven reflejados en la cultura TPM que se expresa como el comportamiento frente a la metodología, al realizar actividades de acompañamiento y capacitación de las herramientas necesarias para la implementación del pilar Mantenimiento Autónomo, se observa una mejora en la disposición y actitud del personal operativo para el diligenciamiento de las rutas de inspección establecidas y un mejor desarrollo en la creación de tarjetas TPM que aplica la compañía.

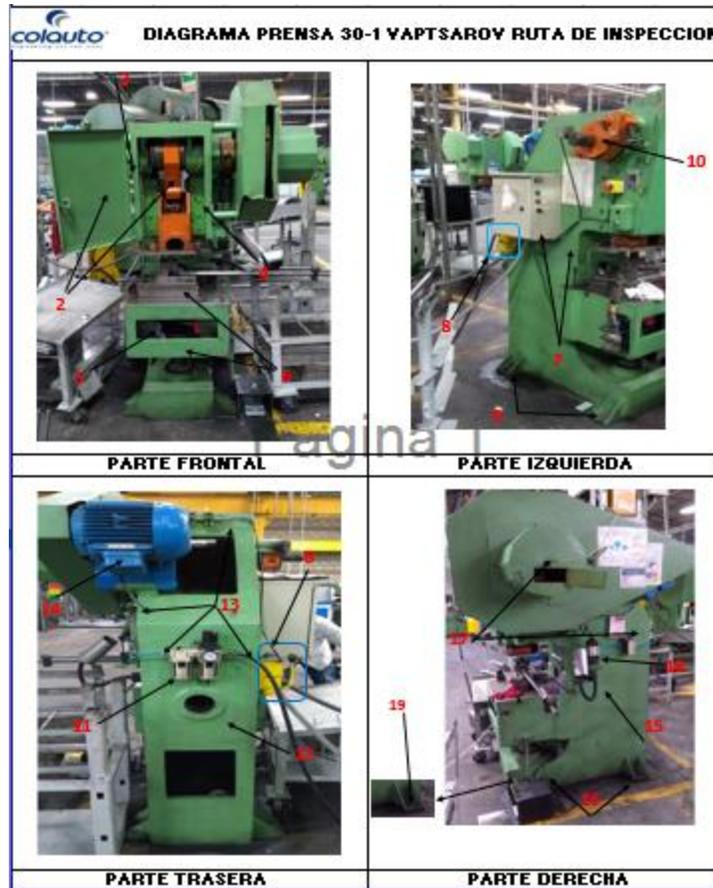
En la tabla 6 se puede observar una ruta de inspección desarrollada por el operario encargado de la prensa VAPTSAROV 30-1 perteneciente al área de prensas de la empresa:

**Tabla 6. Ruta de inspección**

colauto		RUTA DE INSPECCIÓN		MAQUINA: vapsarov 30-1	AREA:	PRESAS PEQUEÑAS	MES:	DIAS DEL MES																											
FRECUENCIA: D. Día 06: De 8 a medio D. Semanal R. Mensual O. Quincenal		Elementos de seguridad: VER MATRIZ DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL		Herramientas: kit de aseo (trapo, escoba y recogedor)																															
PRE C	Etapa principal	#	Punto	Punto clave	Razón del punto clave																														
Punto frontal	D 1	1	Verificar maquina apagada(Esto solo aplica cuando no hay empalme de la maquina)	Máquina apagada (volante quieta)	Riesgo de accidente	[Grid with inspection marks]																													
	DM 2	2	Limpilar estructura delantera superior de prensa (guarda frontal y martillo)	Libres de aceite, grasa y suciedad	Es	[Grid with inspection marks]																													
	Q 3	3	Abrir compuerta frontal de la prensa y verificar que no esté colgada y que tenga las bisagras completas y en buen estado.	Marcas enfrentadas - Bisagras en buen estado	Riesgo de accidente	[Grid with inspection marks]																													
	S 4	4	Revisar toda la tornilleria frontal de la maquina	Marcas enfrentadas	Desprendimiento accidente	[Grid with inspection marks]																													
	S 5	5	Limpilar estructura inferior de prensa (mesa, mandos, cojin y bases)	Libres de aceite, grasa y suciedad	Es	[Grid with inspection marks]																													
	S 6	6	Revisar ausencia de fugas	Sin fugas aire	Riesgo de producto no conformes	[Grid with inspection marks]																													
Punto izquierda	DM 7	7	Limpilar estructura lateral izquierda Y gabinete de control	Libres de aceite, grasa y suciedad	Es	[Grid with inspection marks]																													
	D 8	8	Revisar bomba manual	nivel y sin fugas	Daño en componentes	[Grid with inspection marks]																													
	Q 9	9	Revisar anclaje piso en la parte izquierda	Marcas enfrentadas	Daño en maquina	[Grid with inspection marks]																													
Punto trasera	S 10	10	Revisar freno	Leva sin desgaste, resorte sin reventar	Daño en componentes	[Grid with inspection marks]																													
	S 11	11	Revisar unidades de mantenimiento	Sin fugas - nivel en verde - manómetro verde - bien fijas	Daño en componentes	[Grid with inspection marks]																													
	DM 12	12	Limpilar estructura trasera	Libres de aceite, grasa y suciedad	Es	[Grid with inspection marks]																													
	S 13	13	Mangueras libre de fugas y cableado eléctrico en buen estado	Cables eléctricos sin peladuras y bien puestos, mangueras sin fugas, libres de aceite, grasa y suciedad	Riesgo de corto circuito y daño del sistema de neumático.	[Grid with inspection marks]																													
	S 14	14	Inspeccionar motor	Sin vibraciones ni ruido excesivo	Daño en componentes	[Grid with inspection marks]																													
Punto derecha	DM 15	15	Limpilar estructura.	Libre de suciedad - Debidamente marcado	Es	[Grid with inspection marks]																													
	Q 16	16	Revisar enclajes parte derecha	Marcas enfrentadas	Riesgo de accidentes	[Grid with inspection marks]																													
	S 17	17	Mangueras libre de fugas y cableado eléctrico en buen estado	Cables eléctricos sin peladuras y bien puestos, mangueras sin fugas, libres de aceite, grasa y suciedad	Riesgo de corto circuito y daño del sistema de neumático.	[Grid with inspection marks]																													

La ruta de inspección establecida para la empresa está compuesta por un cronograma de actividades a realizar, un ítem del componente o sistema a inspeccionar, información del punto clave y la razón por la que se debe realizar, este también contiene información

complementaria como la ubicación, las herramientas que se deben utilizar para desarrollar esta actividad además del diagrama que se observa en la figura 3.



*Figura 3. Diagrama: la prensa 30-1 VAPTSAROV, herramienta rutas de inspección*

En la herramienta tarjetas TPM se observa un incremento en la generación de tarjetas implementadas por la compañía, tarjetas rojas y azules. En la tabla 7 se puede observar el indicador de creación de tarjetas rojas para el segundo semestre del año 2019 de la compañía como también su solución por partes del equipo de mantenimiento:

**Tabla 7. Indicador de cumplimiento del plan de tarjetas roja 2019-2**

		PRESENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO						
		NOMBRE DEL INDICADOR:	CUMPLIMIENTO PLAN DE TARJETAS ROJAS					
		FRECUENCIA:	SEMANTAL					
		RESPONSABLE:	EQUIPO TPM-AREA MANTENIMIENTO					
		OBJETIVO:	SEGUIMIENTO DE CUMPLIMIENTO CRONOGRAMA TARJETAS ROJAS					
TARJETA ROJA								
INDICADOR TR 2019	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
TOTAL DE TARJETAS ROJAS	75	84	86	88	92	90	103	
TARJETAS ROJAS EJECUTADAS A TIEMPO	71	60	76	87	75	67	36	
PENDIENTES	0	20	10	0	16	23	65	
TARJETA ROJAS EJECUTADAS DESPUES DEL MES	4	4		1	1		2	
%TARJETAS ROJAS SOLUCIONADAS EN EL MES	95%	71%	88%	99%	82%	74%	35%	
%TARJETAS ROJAS SOLUCIONADAS ACUMULADO	100%	76%	88%	100%	83%	74%	37%	
META	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	

Las capacitaciones desarrolladas en el segundo semestre fueron establecidas y creadas siguiendo los estándares de entrega de conocimiento de la compañía, para esto se fundaron en la empresa C.I. COLAUTO S.A.S dos escuelas:

- Escuela TPM, Mantenimiento Autónomo – Mantenimiento Planeado
- Escuela Rutas de Inspección.

En la tabla 8 se observa el formato diligenciado para la escuela TPM establecido por la empresa.

**Tabla 8. Formato de descripción de escuelas: Escuela TPM**

		Formato de descripción de escuelas	
Nombre de la escuela	Escuela TPM		
Persona (s) que tienen el conocimiento de la escuela	Daniel Martinez - Jaime García - Fabio Quintero -Melissa Bustamante- Ingenieros de mantenimiento		
Persona (s) que entregará la escuela	Sebastián Ocampo - Daniel Martinez - Ingenieros de mantenimiento		
Tipo de escuela (abierto o cerrado)	Cerrada	Nota: Identificar el público objetivo de la escuela, abierta si es para toda la empresa y cerrada si los participantes son elegidos estratégicamente	
Temática	Duración de la escuela (Horas)	Descripción de la escuela (Descripción del plan de como se desarrollará la escuela y las formas de evaluación que se tendrán para verificar la transferencia de conocimiento)	
TPM MANTENIMIENTO AUTONOMO, MODULO 1	1	Hora 1: Se expondrá la definición de la escuela, los objetivos de TPM, conceptos básicos : Limpieza, inspección ,ajustes menores, estudios de mejora.	
TPM MANTENIMIENTO AUTONOMO, MODULO 2	2	Hora 1: Se expondrá los diferentes roles y quienes lo conforman, como también se presentarán las herramientas que se implementarán en el mantenimiento autónomo, se presentará y entregará botón de distinción a los encargados de cada rol del equipo TPM M.A. Hora 2: Se realizará actividades para la verificación de conocimiento, luego la retroalimentación de este proceso, finalmente conclusiones.	
TPM MANTENIMIENTO PLANEADO, MODULO 1	2	Hora 1: Se expondrá los conceptos básicos del tpm, el objetivo del pilar mantenimiento planeado, actividades y funciones que lo conforman. Hora 2: se realizará un ejemplo práctico sobre los diferentes cálculos que definen la disponibilidad de máquina.	
TPM MANTENIMIENTO PLANEADO, MODULO 2	2	Hora 1: Se expondrá los roles: funciones y líder responsable, los indicadores y el contenido y significado de la información que contiene el tablero TPM M.P.	

ACOMPANIAMIENTO MANTENIMIENTO PLANEADO MODULO 3	INDEFINIDO	* Acompañamiento en el desarrollo de actividades del rol * Acompañamiento en la creación y estudio de LUP y/o análisis de falla * Socialización de indicadores TPM y demás información expuesta en el tablero TPM (Que es y cuáles son los objetivos del TPM)
ACOMPANIAMIENTO EN ACTIVIDADES MANTENIMIENTO AUTONOMO MODULO 3	INDEFINIDO	* Jornada de tarjetón: se realizará una jornada de levantamiento de tarjetas TPM en el área de pintura por parte de mantenimiento para luego realizar la retroalimentación de esas tarjetas * Acompañamiento en la creación de tarjetas TPM en el área de trabajo
<b>Notas:</b>		
* Si al momento de diligenciar este formato o planear esta escuela tiene dudas o comentarios sobre alguno de los puntos, no dude en contactarse con el comité de escuelas: Sebastián Ocampo y Brandon Álvarez de SGI y Laura Arroyave de Talento Humano.		

En todo el proceso de capacitación o jornadas de acompañamiento realizadas en planta 1 y el área de prensas, se realizó la toma de asistencia, en la tabla 9 se da constancia de este procedimiento

**Tabla 9.** Asistencia segundo semestre 2019, capacitación rutas de inspección área prensas, planta 1 y corte y doblez

NOMBRE ENTRENAMIENTO O CAPACITACION	FACILITADOR/EMPRESA QUE CAPACITA	FECHA	DURACION EN MINUTOS	CEDULA	NOMBRE	AREA	
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1 PINTURA	DANIEL MARTINEZ	28/08/2019		80	98627271	TORRES RESTRESPO NELSON DE JESUS	PROYECCION
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1 PINTURA	DANIEL MARTINEZ	28/08/2019		80	1036629192	PATIÑO MUÑOZ RENEIRO	PLANTA 1
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1 PINTURA	DANIEL MARTINEZ	28/08/2019		80	94226824	VILLALBA WILSON	PLANTA 1
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1 PINTURA	DANIEL MARTINEZ	28/08/2019		80	1028024592	MONTALVARO DURANGO MIGUEL CLEMENTE	PLANTA 1
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1 PINTURA	DANIEL MARTINEZ	28/08/2019		80	71664472	ROJAS DAVID MARTIN ALONSO	PRENSA
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	3111069	CARO RUEDA ALEXIS DE JESUS	PRENSA
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	80903451	AMAYA GONZALEZ WILMAR FERNANDO	PRENSA
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	1026140587	CANO AGUDELO JHOAN SEBASTIAN	PRENSA
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	98552155	HENAO MEJIA DIEGO LEON	PROYECCION
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	1036612554	CASTRO VELEZ CESAR AUGUSTO	PRENSA
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	71691807	MONTOYA LAVERDE SANTIAGO ANTONIO	PROYECCION
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	8063983	PIEDRAHITA SALGADO JORGE ARMANDO	PRENSA
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	15334034	ARENAS OSPINA CARLOS FERNANDO	PRENSA
RUTAS DE INSPECCION PLANTA 1	DANIEL MARTINEZ	27/08/2019		90	71713196	PULGARIN GRISALES EDWIN	PROYECCION
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	9594313	ARROYAVE RAMIREZ LUIS EDUARDO	CORTE Y DOBLEZ
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	15909166	GIRALDO LOAIZA FERNANDO	CORTE Y DOBLEZ
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	98661480	LONDOÑO RAMIREZ DIEGO ALEXANDER	PRENSA
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	8102578	CARDENAS CARDENAS JHEYSON JACOB	CORTE Y DOBLEZ
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	1036652839	ESCOBAR CASTAÑO ROGER STEVEN	CORTE Y DOBLEZ
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	71375760	OSORIO CASTAÑO ANDERSON	CORTE Y DOBLEZ
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	71263841	TAPIAS SUAZA JAVIER IGNACIO	CORTE Y DOBLEZ
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	1036602087	ESTRADA CUARTAS JONNY ARVEY	PROYECCION
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	70001931	RESTREPO ESCOBAR NESTOR JHONSON	CORTE Y DOBLEZ
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	70727044	BUSTAMANTE GIRALDO EDISON	CORTE Y DOBLEZ
RUTAS DE INSPECCION	WILMAN JARAMILLO/ DANIEL MARTINEZ	14/08/2019		60	1042066298	BEDOYA CARDONA JHOAN ARLEY	CORTE Y DOBLEZ

Al final del segundo periodo del año 2019 se logró capacitar a todo el personal de planta 1 (Anexos lista de participantes presentaciones realizadas), prensas y otras áreas de la compañía en la herramienta rutas de inspección, esta información fue procesada por el área de talento humano quien en el informe final comunicó que el personal operativo total capacitado fue de 143, por otra parte, informó que en su totalidad las áreas de prensas y planta 1 están capacitadas en la metodología TPM.

Para el pilar de Mantenimiento Planeado los resultados de la gestión realizada en el segundo semestre del año 2019 se pueden observar en la AUDITORIA M.P que realiza el área de mantenimiento al proceso de implementación del TPM: Mantenimiento Planeado. Esta auditoria tiene una frecuencia mensual y fue realizada por los ingenieros del área de mantenimiento. Los puntos que se evalúan en esta auditoria son los siguientes:

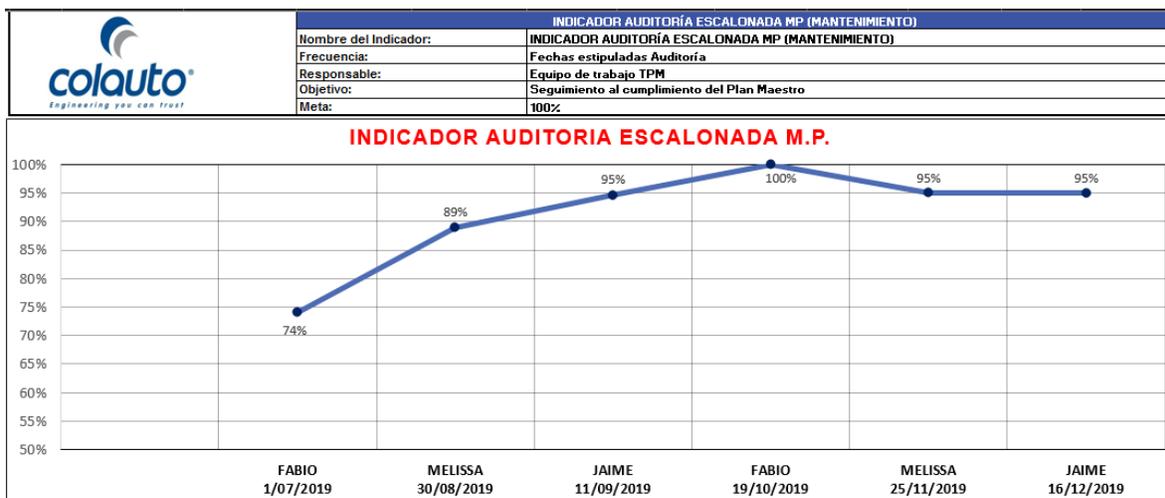
- Todas las máquinas en reparación o fuera de servicio tienen la demarcación
- Los operarios de mantenimiento tienen conocimiento de los objetivos de TPM (se indaga con 2 operarios del turno)
- Los operarios de mantenimiento distinguen las funciones asignadas de acuerdo a su rol (se indaga con 2 operarios de turno)
- Existe un cronograma de mantenimiento programado en SAP que genera OT's periódicamente. El personal operativo sabe consultar las OT's pendientes por ejecutar (se indaga con 1 operario de turno)
- El indicador de cumplimiento de actividades del cronograma preventivo cumple con la meta establecida y está publicado
- Los operarios de mantenimiento realizan el análisis de falla de los equipos con paros mayores a 8 horas y todos participan en los análisis (se revisa en el listado de análisis de falla que todos los operarios hayan participado al menos 1 análisis)
- Los operarios de mantenimiento cuentan con un nivel mínimo de destreza y conocimiento en ADF. Se revisa con 2 ADF y se valida que el plan de acción esté implementado de acuerdo a la fecha de compromiso
- Existe un plan de formación técnica vigente apropiado para el perfil del operario de mantenimiento. Los operarios de mantenimiento reciben 4 formaciones por mes de 1 hora c/u
- 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.
- Los operarios de mantenimiento reconocen el material publicado en el tablero de TPM y explican su contenido (evaluar con 1 operario)
- El tablero de TPM está actualizado con indicadores (MTTR, MTBF, Tiempos de Paro, MMFC)
- Se realizan LUP's periódicamente para el conocimiento de los operarios de mantenimiento
- Se tienen todas las prensas debidamente marcadas con el letrero en buen estado y visible
- Se cuenta con un listado que determina la criticidad de todos los equipos del área

- Existe un listado con código SAP que define la cantidad mínima de repuestos de los equipos críticos
- Se realizan las notificaciones de OT's oportunamente. Se cumple la meta establecida para el tiempo de notificación
- Se tiene el seguimiento de Tarjetas Rojas en el tablero por medio de un indicador actualizado
- El cumplimiento de 90% de solución de Tarjetas Rojas es el esperado
- Revisar el correcto diligenciamiento de las tarjetas y validar en SAP

La evaluación de esta auditoria está establecida de la siguiente manera:

Se considera un resultado insatisfactorio al cumplimiento menor o igual del 60% de los puntos evaluados, un cumplimiento aceptable al rango del 61% al 79% y cumplimiento satisfactorio al cumplimiento de los puntos mayor igual del 80%.

Los resultados de la auditoria del segundo semestre del 2019 se pueden observar en la figura 4.



**Figura 4.** Auditoria escalonada MP

En el indicador de la auditoria escalonada MP se puede observar el avance presentado en el pilar de Mantenimiento Autónomo en la empresa, es importante resaltar que durante todo el

proceso de implementación de la metodología no se había logrado obtener una aprobación de la totalidad de los puntos evaluados, este resultado se obtuvo en la auditoria del mes de octubre la cual fue desarrollada por el ingeniero Fabio Duban Quintero Montoya; otro de los resultados obtenidos que evidencia el avance en la implementación del pilar Mantenimiento Planeado es la permanencia a excepción del primer mes ( calificación ACEPTABLE) del segundo semestre del año en la calificación SATISFACTORIA.

En el transcurso del segundo semestre del año 2019 se logró conformar para planta 1 la estructura para los pilares del TPM en implementación, en las figuras 5 y 6 se evidencia el resultado de esta acción, además de esto, se entregó para esta planta dos tableros físicos con la información expuesta de la metodología.

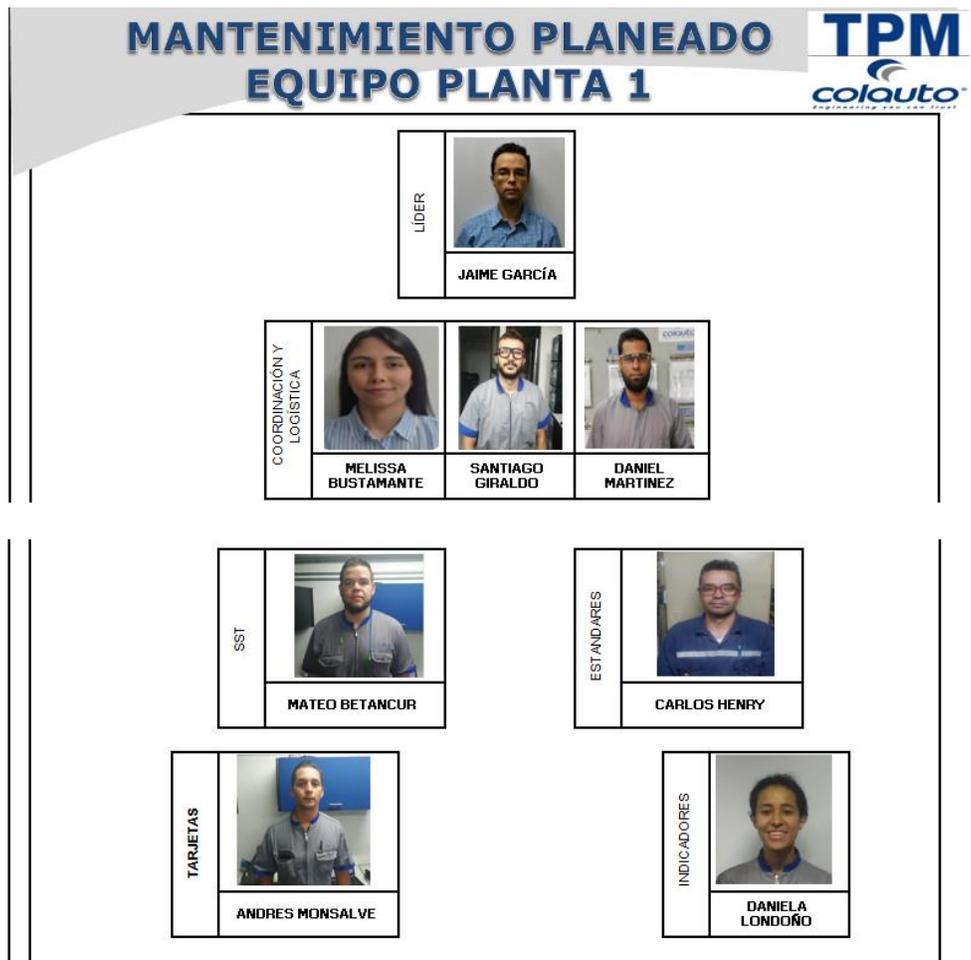


Figura 5. Estructura del equipo TPM: Mantenimiento Planeado, Planta 1



*Figura 6. Estructura del equipo TPM: Mantenimiento Autónomo, Planta 1*

Para la implementación de la metodología es importante en el pilar del Mantenimiento Planeado generar conocimiento al personal de mantenimiento sobre aspectos importantes de las máquinas y procesos mecánicos, para cumplir con este requerimiento al final de la gestión del segundo semestre del 2019 se realizaron en total 13 capacitaciones y entrenamientos en temas como: Variadores de velocidad, Plc's, Electricidad Básica, entre otros.

El avance general de la implementación del TPM en la empresa C.I. COLAUTO S.A.S en el segundo semestre del año 2019 es positivo en el ámbito cultural del desarrollo de las actividades que se deben realizar en los pilares de la metodología. Este avance también se

evidencia en el proceso de transferencia de conocimiento al personal operativo y de mantenimiento en los temas relacionados con la metodología y el proceso de producción.

## **7. CONCLUSIONES**

Al finalizar la etapa de ejecución del plan maestro construido para la implementación de los pilares de Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planeado de la metodología TPM en la planta 1 y el área de prensas de la empresa C.I. COLAUTO S.A.S se observa un incremento cultural y de compromiso por parte del personal operativo, técnicos e ingenieros del área de mantenimiento con la metodología. Es evidente el incremento presentado durante el segundo semestre del 2019 en la generación de tarjetas TPM y el debido desarrollo de la herramienta Rutas de Inspección.

Con la construcción y ejecución de las escuelas TPM y de Rutas de Inspección se garantizó un excelente proceso de transferencia de conocimiento al personal operativo y por medio de capacitaciones se avanzó en el entrenamiento y entrega de conocimiento para el personal técnico del área de mantenimiento.

En la planta 1 de la compañía se realizó un proceso inicial de conformación de estructura, fabricación y puesta a punto de tableros e información que cumplió las expectativas en la compañía, el inicio de la implementación de la metodología en esta planta estuvo acompañada por la escuela TPM garantizando así el conocimiento base de la metodología.

## 8. REFERENCIAS

- [1] Gestion de Mantenimiento. (n.d.). Retrieved January 11, 2020, from <https://bsginstitute.com/area/Mantenimiento/Gestion-del-Mantenimiento>
- [2] Evolución de la gestión de mantenimiento. (n.d.). Retrieved January 07, 2020, from [https://www.fractal.com/blog/2016/05/28/evolucion-de-la-gestion-de-mantenimiento?adgroupid=83388359666&term=&matchtype=b&network=g&device=m&content=396913312030&utm\\_source=Google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=1395075837&utm\\_term=&hsa\\_ad=396913312030&hsa\\_ca](https://www.fractal.com/blog/2016/05/28/evolucion-de-la-gestion-de-mantenimiento?adgroupid=83388359666&term=&matchtype=b&network=g&device=m&content=396913312030&utm_source=Google&utm_medium=cpc&utm_campaign=1395075837&utm_term=&hsa_ad=396913312030&hsa_ca)
- [3] Mantenimiento Industrial: ¿Conoces el origen del Mantenimiento Preventivo? (n.d.). Retrieved January 05, 2020, from <http://www.grupoditecsa.com/es/mantenimiento-industrial-conoces-el-origen-del-mantenimiento-preventivo/>
- [4] Mantenimiento Predictivo. (n.d.). Retrieved January 14, 2020, from <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>
- [5] El Camino hacia el RCM - Reliabilityweb: A Culture of Reliability. (n.d.). Retrieved January 14, 2020, from <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-camino-hacia-el-rcm/>
- [6] Palacio Posada Álvaro. Total Productive Maintenance-TPM- Tercera edición (2013).. Bogotá D.C, Colombia.
- [7] El Ciclo de Mejora Continua | Action Group, Education & Consulting. (n.d.). Retrieved January 06, 2020, from <http://www.actiongroup.com.ar/el-ciclo-de-mejora-continua/>
- [8] Juan Francisco Morales Zamora. (n.d.). Estudio sobre el Estado de Situación de la Implementación del TPM en Chile, 63–80. Retrieved from [http://www.mantenimientoplanificado.com/tpm\\_archivos/4.6 indicadores TPM.pdf](http://www.mantenimientoplanificado.com/tpm_archivos/4.6%20indicadores%20TPM.pdf)

[9] Tipos de Tarjetas TPM | Control de inventarios. (n.d.). Retrieved January 06, 2020, from <https://controlinventarios.wordpress.com/2017/01/11/tipos-de-tarjetas-tpm/>

## ANEXOS

En el anexo 1 se expone la verificación de conocimiento de la ESCUELA TPM: MANTENIMIENTO PLANEADO desarrollada por un técnico de mantenimiento de la planta 1

### Anexo 1. Verificación de conocimiento de la ESCUELA TPM



OK  
Daniel M.

**VERIFICACION DE CONOCIMIENTO  
ESCUELA TPM: MANTENIMIENTO PLANEADO.**

**Nombre completo:** Carlos Henry Ramirez Janamillo

**Área:** m.m.ta M4 **Turno:**           

1. CALCULAR PARA EL SIGUIENTE CASO LOS INDICADORES CORRESPONDIENTES A LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINA (MTTR, MTBF, TIEMPOS DE PARO).

De acuerdo con los registros presentes en SAP Logon 740 se tiene que para el mes de julio del presente año, se presentaron las siguientes averías en los equipos del área de pintura y pretratamiento.  
Información de interés: El área de pintura tiene establecido una disponibilidad de equipo de 8 horas, días calendario. *248 horas*

EVENTO	PARO	TIEMPO DE PARO (HORA)	TIEMPO EN REPARACION (HORA)
Porta disco de la pistola de pulir fisurado	X	3.5	1
Se presenta fuga de liquido en tanque de pretratamiento	X	4	2.5
Obstrucción en pistola de pintura	X	2	2
Conveyor presento falla en la transmisión	X	3.5	3.2
Pines de seguridad de la cadena del polipasto reventados	X	2.3	2.1
	5	15.3	10.9

**COMITÉ TPM, CONTAMOS CONTIGO!**

**Anexo 2. Verificación de conocimiento escuela TPM: MANTENIMIENTO PLANEADO**



2. EXPONGA CON SUS PALABRAS LA FUNCION Y EN QUE CONSISTE EL ROL EN MANTENIMIENTO PLANEADO QUE LE CORRESPONDE.

Estandarización

mejorar la organización de los elementos, la optimización de espacios y la clasificación buscando una mejora continua garantizando que todas estas mejoras se sostengan mediante la disciplina de la cultura.

3. COMPLETE CON LA INFORMACION ADECUADA EL CUADRO SOBRE EL ÉXITO DEL TPM

Éxito del TPM	
$\frac{80\%}{\text{cultura}}$	+
	$\frac{20\%}{\text{Metodología}}$

4. DEFINA ¿QUE ES EL T.P.M.? Y ¿CUALES SON SUS OBJETIVOS?

aptitud y actitud para mantener disposición de equipos y herramientas produciendo a su máximo nivel garantizado la calidad en las piezas fabricadas; seguridad para los operadores antes, durante y después del proceso mediante buenas prácticas de mantenimiento siguiendo el desarrollo de las actividades establecidas por las hojas de ruta

Análisis de riesgo: Una de las actividades que se realizan desde el pilar de Mantenimiento Planeado para brindar procesos seguros y eficientes en el proceso de reparación de las maquinas es el diligenciamiento del formato análisis de riesgo, este formato fue mejorado y trabajado en el desarrollo del segundo semestre del 2019-1, el anexo 3 muestra el formato de análisis de riesgo de la compañía.

Anexo 3. Formato de análisis de riesgo

	<b>ROL DE SEGURIDAD, SALUD Y TRABAJO ANALISIS DE RIESGO</b>	
NOMBRE:		
FECHA-LUGAR- MAQUINA		
¿QUÉ VOY HACER?		
¿QUÉ ME PUEDE PASAR?		
¿CÓMO LO VOY A REALIZAR?		
Enuncie las herramientas que va utilizar y responda con una X si conoce o no su principio de funcionamiento	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Conoce los riesgos asociados a la actividad que se realizará?		
Cuenta con las habilidades para realizar la tarea o esta acompañado de un experto?		
Tiene los Elementos de protección personal ( EPP) necesarios		
Ha verificado el cumplimiento de los estándares de seguridad que aplican a la actividad que se va a realizar?		
SUGERENCIAS O RECOMENDACIONES		
ANALISIS REALIZADO POR MOTIVO DE TARJETA AZUL <input type="radio"/>		
VALIDADO POR:		

Análisis de Falla: la compañía adopto un conjunto de acciones para el análisis de falla este está compuesto por 3 formatos, en los anexos 4,5 y 6 se observa el formato del análisis de falla 5W+1H, análisis 5 ¿Por qué? y plan de acción respetivamente, estos análisis hacen parte de las actividades propuestas en los pilares Mantenimiento Planeado y Mantenimiento Autónomo.

**Anexo 4. Formato de diligenciamiento del análisis 5W+1H de la empresa C.I. COLAUTO S.A.S**

C.I. Colauto S.A.S.			
Análisis 5W+1H			
Mantenimiento Planeado			
Tema de Análisis:			Fecha de avería
Área	Maquina		O.T
Elaborado Por:			
¿QUÉ? Aviso generado			
¿CUÁNDO? Momento o fecha específica en la que ocurre el problema			
¿DÓNDE? Dónde observó el problema: Línea, máquina, en qué parte del trabajo o material lo observó			
¿QUIEN? El problema está relacionado con habilidades de las personas o no depende de ellas			
¿CUÁL? Cuál tendencia (patrón) tiene el problema Es esta tendencia aleatoria o hay un patrón Crecer o decrece			
¿CÓMO? Cómo es el cambio del estado óptimo al actual. Cuál es el GAP			
FENÓMENO:			
Validado Por:			

Anexo 5. Formato de diligenciamiento del análisis 5 ¿Por qué? de la empresa C.I. COLAUTO S.A.S

C.I. Colauto S.A. S.						
Análisis 5 ¿Por qué?						
Mantenimiento Planeado						
Tema de Análisis (problema):		Máquina			Fecha de creación del Análisis 5 ¿por qué?	
Tiempo de paro de la máquina					Hipótesis confirmada	
Máquina intervenida por					Hipótesis descartada	
CONCLUSIONES DEL ANALISIS 5 ¿POR QUE?						
Entrada	Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	Acciones
METODO						
MANO DE OBRA						
MAQUINA						
MATERIA PRIMA						
MEDIO AMBIENTE						
Causa de la avería	Deterioro Forzado	Deterioro Natural	Puntos débiles de diseño	Sobrecarga	Error Humano	
Contramedida asociada	Estándar MA - Reglas de Inspección	Estándar MP - Hoja de Ruta	Propuesta de Mejora	LUP - Control Visual	LUP de Capacitación	
Validado por:						

Anexo 6. Formato de diligenciamiento del plan de acción de la empresa C.I. COLAUTO S.A.S

TEMA DE ANÁLISIS:		INSTRUMENTOS Y VERIFICATIVOS				FECHA DE ENTREGA DEL ANÁLISIS														
Situación presentada: ( sucesos y acciones realizadas)																				
Causa raíz Cuál	Acción Qué	Dónde Escrito dónde voy a ejecutar la acción	Responsable Quién	Detalle de la acción Cómo	Orden Seguimiento	Cronograma Cuándo														
						Sem														
					P															
					R															
					P															
					R															
					P															
					R															
					P															
					R															
					P															
					R															

Validado Por: