

Propuesta para la implementación de pilares del mantenimiento productivo total (TPM) en
una fábrica de pinturas.

Brayan Andrés Pataquiva Cortes

Zammy David Riaño Guerrero

Universitaria Agustiniana
Facultad Ingeniería
Programa Ingeniería Industrial
Bogotá D.C.
2019

Propuesta para la implementación de pilares del mantenimiento productivo total (TPM) en
una fábrica de pinturas.

Brayan Andrés Pataquiva Cortes

Zammy David Riaño Guerrero

Tutor

John Jairo González Bulla

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana
Facultad Ingeniería
Programa Ingeniería Industrial
Bogotá D.C.
2019

Resumen

El objeto central del texto es diseñar una propuesta de implementación con base al modelo TPM (Mantenimiento Productivo total) en una empresa del sector industrial de pinturas, dicha propuesta tiene una finalidad orientada a minimizar las averías, defectos y pérdidas en el proceso productivo, en relación al desarrollo del mantenimiento, de esta manera poder disminuir costos que generan el mantenimiento correctivo y las pérdidas en el proceso. Dicho modelo se implementa bajo una metodología impartida de las “5s”, esta es una filosofía japonesa orientada a la adecuación necesaria con respecto a la limpieza y otros factores en diferentes escenarios, en donde se cubren aspectos de Clasificación (Seiri), Ordenar (Seiton), Limpieza (Seito), Estandarizar (Seiketsu) Disciplina (Shitsuke). En conjunto son una excelente base para el desarrollo del TPM, se pretende acoplar la metodología de las “5s” con tres pilares fundamentales del TPM, estos pilares son los de mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado y mejoras enfocadas, que son estos los pilares que se pueden desarrollar dentro de la organización y que mediante estos se da el desarrollo para la obtención de los objetivos.

Palabras clave: Pérdidas, averías, mejoras enfocadas, lubricación, orden y limpieza.

Abstract

The central object of the text is an implementation proposal based on the TPM model (Total Productive Maintenance) in a company of the industrial paint industry, Said proposal has a purpose aimed at minimizing breakdowns, defects and losses in the productive process in relation to the development of maintenance. In this way to reduce costs that generate of corrective maintenance and Losses in the process. This model is implemented under a methodology taught by the "5ss". This is a maintenance-oriented Japanese philosophy oriented to maintenance, where aspects are covered Classification (Seiri), Order (Seiton), Cleaning (Seito), Standardize (Seiketsu), Discipline (Shitsuke). Together they are an excellent basis for the development of the TPM, the methodology of the "5ss" is intertwined with three fundamental pillars of the TPM. These pillars are those of Autonomous Maintenance, Planned Maintenance and Focused Improvements that are these pillars that can be developed within the organization and that through these is the development to obtain the objectives.

Keywords: Losses, breakdown, Focused improvements, Lubrication, Order and cleaning.

Tabla de contenidos

1. Introducción.....	7
2. Justificación.....	8
3. Descripción del problema.....	9
3.1. Fallas o averías por máquina	10
3.2. Ineficiencia en el mantenimiento.....	11
4. Pregunta problema.....	12
4.1. Alcance	12
5. Marco teórico	13
5.1. Total productive maintance (TPM).....	13
5.2. Las 5 “ss”	17
6. Marco conceptual.....	19
7. Marco normativo.....	21
8. Marco legal	23
9. Marco contextual	24
10. Marco metodológico.....	26
10.1. Tipo de investigación.....	26
10.1.1. Componente de la investigación descriptiva.....	26
10.1.2. Formulación de hipótesis	26
10.3. Fases de la investigación	26
10.3.1. Fase 1.	26
10.3.2. Fase 2.	27
10.3.3. Fase 3.	27
11. Objetivos	28
11.1. Objetivo general	28
11.2. Objetivos específicos	28
12. Diagnóstico.....	29
12.1. Check list pilares (TPM).....	29
13. Pasos para implementar 5´ss en el área de producción y mantenimiento en una fábrica de pintura.	51
13.1. Sensibilización y capacitación	51

13.2. Implementación y diagnóstico.....	53
13.2.1 Seiri (clasificar).....	54
13.2.2. Seiton (ordenar).	58
13.2.3. Seiso (limpiar).	60
13.2.4. Seiketsu (estandarizar).....	63
13.2.4.1 Como auditar esta S.	64
13.2.5. Shitsuke (disciplina).	70
13.2.5.1. Plan de auditoria.	71
14. Mantenimiento autónomo.....	73
14.1. Generalidades del mantenimiento autónomo.....	73
14.1.1. Preparación.....	73
14.1.2. Limpieza e inspección inicial.	86
14.1.3. Fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.	93
14.1.4. Estándares provisionales de inspección.	94
15. Mantenimiento planificado.....	96
15.1. Generalidades del mantenimiento planificado.....	96
15.2. Desarrollo.....	97
15.2.1. Análisis actual operativo del equipo.	97
15.2.3. sistema de control de la información.....	102
15.2.4. sistema para el mantenimiento periódico.....	102
15.2.5. sistema para el mantenimiento predictivo.	102
16. Mejora enfocadas.....	103
16.1. Selección de tema de estudio.....	104
16.2. Estructura del proyecto.....	105
16.3. Situación actual.....	105
16.4. Formulación de plan de acción.....	106
16.5. Implantar mejoras.....	107
16.6. Evaluar resultados.....	110
Conclusiones.....	112
Recomendaciones.....	113
Referencias.....	114

1. Introducción

La presente investigación se desarrolla en una empresa fabricante de pintura, ubicada en la ciudad de Bogotá, dedicada a la fabricación y comercialización de diferentes tipos de pintura y recubrimientos. Lo que se busca en la compañía es realizar una propuesta para optimizar la gestión del mantenimiento con parte del contenido de la filosofía y pilares del TPM, para lo cual es necesario contar con una base sólida que permita establecer dichos pilares aplicables a la empresa. Una de las bases más usadas son las “5s”, que son consideradas una herramienta que promueve la limpieza y organización del ambiente de trabajo, haciéndolo más agradable y seguro, obteniendo así una mayor calidad. Lo que genera a su vez que la empresa desarrolle habilidades que la vuelven competitiva en medio de un mercado tan cambiante, de ésta forma, la estrategia de este tipo de mantenimiento está enfocada en obtener la máxima efectividad de cada uno de los equipos productivos, generando así reducción de averías y de paradas no programadas.

Para lo anterior se requiere la participación de los trabajadores de la organización según la capacidad y el conocimiento en la operación de la maquinaria, puesto que aún existen organizaciones donde solo los encargados del mantenimiento son los que conocen como funcionan las máquinas, lo que se busca ahora es que cada operador conozca de manera clara el proceso y no solo que lo conozca sino que desarrolle tareas de poca complejidad como la auto supervisión de la operación que resulta de alta importancia para dar lugar a uno de los objetivos del TPM cero averías. Dentro de los trabajos de poca complejidad también se encuentran la limpieza, lubricación, ajuste y pequeñas reparaciones, esto es posible desarrollarlo con los trabajadores porque el TPM se basa en la formación, trabajo en equipo y la motivación del personal en vez de la tecnología. En Colombia se han encontrado empresas que desarrollan la filosofía del TPM, una de ellas es la multinacional HENKEL, que cuenta con ocho plantas en el mundo, adicionalmente tiene una planta en Bogotá que exporta casi el 60% de su producción, es una fábrica de champús, produciendo a nivel Colombia 49000 toneladas al año (Revista Dinero, 2014), otra empresa con premio a la excelencia nivel 1 TPM es CORONA que ha desarrollado este modelo en sus plantas de producción desde el año 2005, YAMAHA también desarrolla este sistema en sus plantas de producción incolmotos desde 1996, lo que permite observar que la herramienta del TPM nos aporta al desarrollo y crecimiento empresarial.

2. Justificación

Este proyecto se realiza al evidenciar una serie de pérdidas, defectos y fallas presentados por la maquinaria en esta empresa fabricante de pintura, identificados al analizar e indagar con los colaboradores, a su vez se evidencia que dicha empresa no cuenta con un plan de mantenimiento establecido y en cambio cuenta con algunas herramientas implementadas como cronogramas y formatos los cuales no se ejecutan según lo planeado; Por lo tanto, se pretende elaborar una propuesta para la futura implementación de un mantenimiento integral basado en algunas de las herramientas del TPM, con la finalidad de disminuir estas pérdidas y contribuir a la mejora de la empresa.

Para nosotros como ingenieros industriales es de suma importancia realizar este trabajo de grado para poner en práctica y profundizar los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación, principalmente de algunas herramientas del TPM, aprendiendo del funcionamiento, análisis y desarrollo en una empresa perteneciente al sector real.

3. Descripción del problema

La compañía se dedicada a la fabricación de diferentes tipos de pintura y recubrimientos que dentro de su sistema productivo cuenta con áreas específicas e independientes como lo son cargue, pesas, envase, resinas y molinos.

Dentro de la organización se cuenta con un departamento de mantenimiento que son los que se encargan de atender cualquier tipo de falla o avería, en dicha instancia se ha evidenciado que el desarrollo del mantenimiento se realiza en su mayoría de manera correctiva, lo que ha generado que en estas áreas se presente un atraso de actividades de forma global por falta de disponibilidad de las máquinas.

Por lo cual se realiza la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento bajo la filosofía del TPM con aplicación de algunos de los pilares como mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, formación y adiestramiento, que atacan directamente las causas de los problemas en relación al mantenimiento y disponibilidad de la maquinaria.

Esta problemática se presenta en las diferentes aéreas de la compañía y con diferentes componentes de las mismas, a continuación, se relacionan las principales máquinas por área.

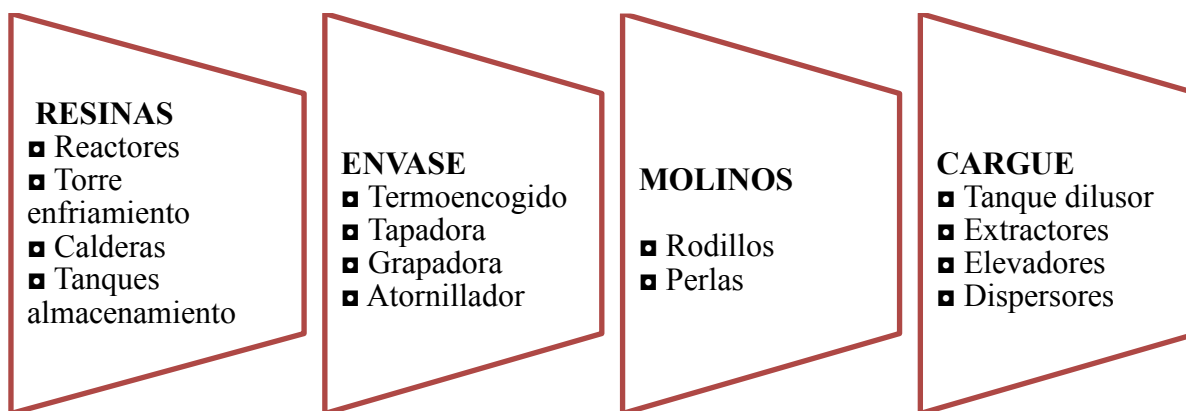


Figura 1. Máquinas por áreas, fuente: autoría propia.

Después de la clasificación de las máquinas por área, se ha identificado que de éstas dos dependen otras áreas para que se pueda realizar el ciclo productivo. Las primeras máquinas comprenden los reactores donde se fabrican la mayoría de las resinas que son utilizadas como materia prima en los diferentes productos. Las segundas máquinas relevantes son los

molinos, pues en estos es donde se fabrican semielaborados como las pastas maestras y las bases que son utilizadas para dar el color deseado a los diferentes productos.

Sin embargo, no solo se tomaron dichas máquinas para la propuesta de implantación, adicionalmente se tomaron todas aquellas que presentaron averías o fallas durante el año 2018 y que se hubiesen podido prevenir con un óptimo desarrollo del mantenimiento.

Por lo tanto, revisando las hojas de vida de las máquinas se pudo clasificar información acerca de las veces que se les realizó mantenimiento en lo corrido de este año y durante todo el año pasado, además se tuvo en cuenta el valor del mantenimiento realizado, las piezas que se cambiaron y el tiempo que tardó nuevamente la puesta en marcha de la máquina, así como los lotes que se dejaron de fabricar por falta de disponibilidad. En esa instancia, por la avería del reactor la empresa debió comprar la resina que se fabrica en esta máquina con el fin de no detener el proceso productivo. En la siguiente tabla se relacionan las máquinas con sus respectivas fallas, costos de mantenimiento y lo que se dejó de fabricar.

3.1. Fallas o averías por máquina

Tabla 1.

Fallas en maquinaria

Máquina	Código	Falla	Tiempo arreglo	Costo arreglo ó repuesto	Fabricación semanal	Se dejó de fabricar	Pérdidas
REACTOR 1	REPR01	correa de motor	3 semanas	\$500.000	3 lotes semanales	9 lotes	117 Toneladas no elaboradas
MOLINO DE PERLAS	MPPM06	sello mecánico	3 semanas	\$8.845.000	2 semanles	6 lotes	3 toneladas de pastas maestras
		junta rotativa	3 meses	\$5.606.000		24 lotes	12 toneladas de pastas maestras
ENVASADORA DE CATALIZADOR	ENPE04	diseño	no se arregla aún	N.A	3 lotes semanales	900 galones semanales	diponibilidad del producto en menor tiempo
CALDERA ACEITE TÉRMICO	CAPR02	cableado	6 días	\$1.300.000	3 lotes semanales	3 lotes	44 toneladas de resina alquídica y maleica
REACTOR 2	REPR02	eje del motor	6 días	\$1.566.000	3 lotes semanales	3 lotes	12 toneladas de resina PVA
		tubería obstruida	6 días	se contaba con material en inv	3 lotes semanales	3 lotes	12 toneladas de resina PVA
GRAPADORA	GRPE01	daño cilindro	4 horas	\$109.243	200 cajas hora	800 cajas	disponibilidad de cajas armadas
CHAROLA	CHPE01	taponamiento valvulas	15 horas	\$290.693	65 galones hora	975 galones	disponibilidad en producto terminado
	CHPE04	taponamiento valvulas	10 horas	\$169.456	88 galones hora	880 galones	disponibilidad en producto terminado

Nota. Autoría propia.

Estos datos recopilados nos facilitan la percepción de lo que sucede en la compañía en desarrollo del mantenimiento y permite cuantificar las principales pérdidas.

3.2. Ineficiencia en el mantenimiento

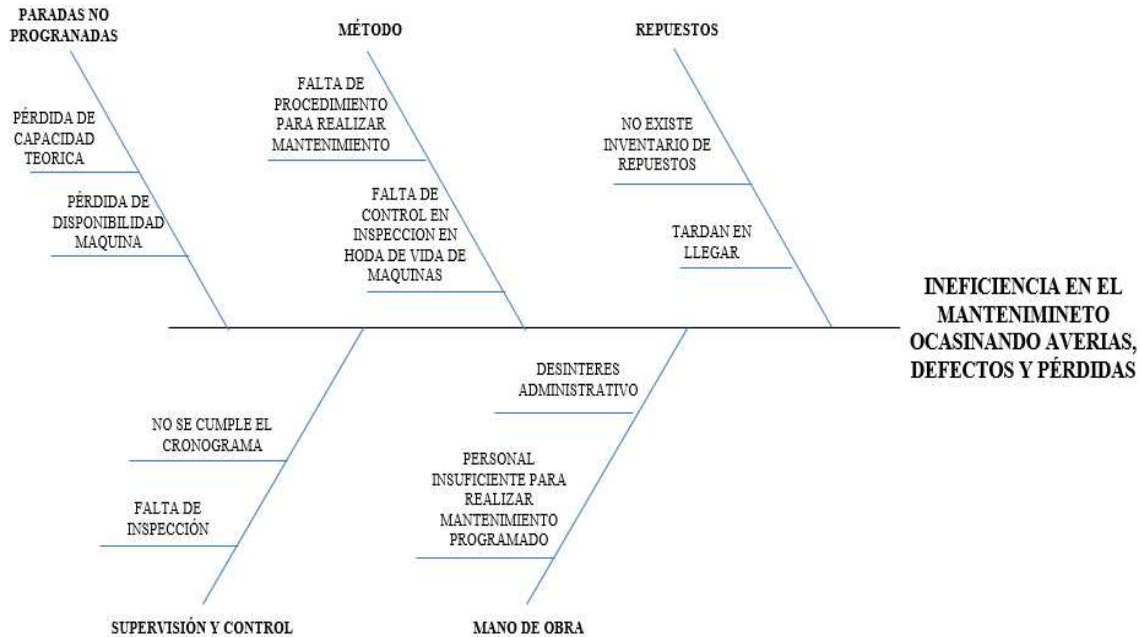


Figura 2. Diagrama causa efecto con algunos factores relevantes. Nota. Autoría propia.

Con el anterior diagrama se clasificaron los elementos que afectan el desarrollo de manera fluida de los procesos productivos en la empresa, y que afectan directamente el objetivo de reducir la presencia de averías, defectos y pérdidas así que serán estos factores los que se tratarán de mejorar para que se reduzca la afectación que se está teniendo en la compañía.

4. Pregunta problema

¿Cómo reducir la presencia de averías, defectos y pérdidas en una fábrica de pintura en la ciudad de Bogotá, desarrollando una propuesta de gestión del mantenimiento bajo algunas herramientas de la filosofía TPM?

4.1. Alcance

El proyecto consiste en realizar la propuesta de implementación de los ocho pilares del TPM; Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen), mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen), mantenimiento planificado, mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen), prevención del mantenimiento, actividades de departamentos administrativos y de apoyo, formación y Adiestramiento y Gestión de Seguridad y Entorno, acompañados de las 5'S (estandarizar, clasificar, organizar, limpiar y mantener) en la empresa, exactamente en los procesos de producción, talento humano y control de la calidad, igualmente se menciona que algunas herramientas presentaran alto espectro en otras áreas pero básicamente se fundamentan las anteriormente descritas que son donde se puede tener la mayor relación y oportunidad de mejora conforme a esta filosofía japonesa.

Cabe resaltar que para ello se basa en primera instancia desde una herramienta diagnóstica del estado crítico de las máquinas en cuanto a la cantidad de mantenimiento que ha sido empleado en ellas a modo de reparación, retrasando así las demás líneas de producción dependientes de dichas maquinarias.

5. Marco teórico

5.1. Total productive maintenance (TPM)

El mantenimiento productivo total es la traducción de (Total Productive Maintenance), ésta metodología basa sus conceptos en el mantenimiento preventivo, como lo asegura el autor Luis Hernández (2017), “Busca lograr cero averías, cero defectos, cero accidentes y la involucración del personal en la eliminación de desechos” (2017, p 100), en profundidad, se puede decir que el método consiste en realizar una serie de tareas o actividades centradas en la revisión de tipo parcial y programada en donde se realizan cambios, lubricaciones entre otras, previniendo que se materialicen fallas y posibles pérdidas.

Para este tipo de revisiones parciales se requiere una programación periódica, donde se aconseja acudir a las recomendaciones técnicas del fabricante y realizar el registro histórico de las averías de los equipos también es fundamental.

El método TPM ha destacado por ser un sistema eficiente para incrementar los índices de producción a los niveles óptimos de cada máquina o proceso, así como del ahorro de costos tanto en operaciones como en maquinaria, recursos físicos e incluso en personal, pues como aseguran las investigaciones (García, 2011):

TPM pretende aumentar la disponibilidad y eficacia del equipo existente en cualquier situación, que busca la mejora del equipo de producción, mantenerlo en el nivel óptimo de servicio y así reducir su costo de ciclo de vida; y por ende, también con la inversión mínima en recurso humanos (p. 130).

Por lo tanto ésta metodología de mejora permite a las organizaciones mantener la disponibilidad y confiabilidad esperada en el desarrollo de las operaciones del equipo y del sistema, esto se logra gracias a la aplicación de conceptos que promueven la prevención, cero accidentes y cero defectos con la participación de todas las personas, pues así lo asegura María Rojas (2011), para lograr un adecuado uso de los equipos, es necesario que el empleado luego de usarlo lo deje como nuevo, esto con el fin de evitar averías y retrasar los procesos.

El TPM es un sistema orientado a lograr:

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías
- Cero pérdidas

Fuente: (Rey, 2001).

Igualmente se pueden identificar en el programa de TPM 8 pilares o ejes fundamentales por los cuales se moviliza y adecua una correcta programación de mantenimiento a equipos mecánicos, de ésta forma, para el autor Luis Hernández los 8 pilares son:

1. Mejoras Enfocadas. Definir la situación actual, la meta alcanzable y los pasos para lograrla.
2. Mantenimiento autónomo. La persona debe realizar tres tipos de acciones: La operativa habitual, el mantenimiento básico de su equipo e inspección de calidad.
3. Mantenimiento planeado. El equipo de mantenimiento realiza labores de mantenimiento preventivo, orientado a reducir las averías.
4. Control inicial. Aplicar lo aprendido, asegurando que los equipos funcionan adecuadamente desde el principio y son fáciles de mantener.
5. Mantenimiento de calidad. Realizar acciones para lograr cero defectos.
6. Entrenamiento de equipos de trabajos sobre las tareas de cada persona.
7. TPM en las oficinas. Implementar todos los puntos en la administración.
8. Seguridad y medio ambiente. Realizar acciones para lograr cero errores.

(Hernández, 2017).

De ésta forma, el TPM tiene como intención llevar al *mantenimiento autónomo*, éste consiste en que el usuario del equipo hace una apropiación del mismo, como dice Carola Santos (2001), “implica un cambio cultural en la empresa, especialmente en el concepto: <Yo fabrico y tu conservas el equipo> en lugar de <Yo cuido mi equipo>” (p. 60), ello determina que el personal debe saber en conjunto con el funcionamiento de su equipo, González (2005) también afirma adicionalmente se asegura su respectivo cuidado y mantenimiento, y que dicho mantenimiento debe estar en aporte al cuidado del operario mismo (pp. 106-108).

En consecuencia, implementar el TPM ha impulsado al desarrollo y crecimiento de grandes empresas, tal es el caso de Fonseca, Holanda, Cabral & Reyes (2015), en donde luego de haber implementado un diagnóstico y posteriormente el sistema TPM han determinado que “Después de las implementaciones de los programas, se ha demostrado, a través de la mejora de los indicadores de mantenimiento, la solución de un problema en una situación real con la continua disminución de mantenimiento correctivo en un año”. Lo anterior afianza la efectividad del programa cuando se adecua a una necesidad de la empresa, ésta necesidad como bien lo aseguraron, está enmarcada desde un diagnóstico.

Cabe resaltar que el TPM tiene una vertiente que está demarcada en el mantenimiento preventivo, como asegura los autores (Olarte & Botero, 2011), el mantenimiento preventivo “permite detectar y localizar los problemas en los equipos mucho antes de que éstos ocasionen interrupciones en la producción que acarrearán grandes pérdidas económicas”, ello da cuenta de la importancia de su implementación, igualmente éste punto se equipara con el mantenimiento en otras instancias, puesto que se reducen gastos al prevenir averías y al asegurar el mantenimiento efectivo de las máquinas en lugar de dar mantenimiento para su reparación, pues, como se afirma “El costo del mantenimiento predictivo es menor comparado con los costos que genera el mantenimiento correctivo en cuanto a la reparación de equipos y al tiempo muerto que se produce cuando se detiene la producción” (Olarte, Botero, & Cañón, 2010), lo anterior contrasta con la postura por la cual se plantea el TPM, haciendo énfasis en cómo puede beneficiar también en términos de recursos económicos a las empresas.

Igualmente, se puede afirmar que el mantenimiento autónomo implantado mediante el TPM conlleva a que el empleado tenga en cuenta **LIL**. LIL es el estado Ideal de la maquinaria para que no sufra deterioro forzado y ocasione averías. Establece las normas de, cómo y qué se tiene que **Limpiar, Inspeccionar y Lubricar** (Carola Gómez, 2001, pp. 64-72). Las Normas son establecidas por los operadores ya que ellos son los mejores conocedores de los equipos.

Sin embargo, pueden llegar a existir circunstancias en las que implementar el programa de TPM dentro de un contexto Colombiano no asegure necesariamente su efectividad, ello puede deberse a diversas variables que no son tenidas en cuenta al momento de identificar la

necesidad de la organización, tal es el caso de Arango, Alzate & Zapata (2012, p.169), quienes en una investigación realizada en empresas de la región del oriente de Antioquia y Medellín, encontraron que “The results show that there is no effective correlation between the positive impacts of TPM methodology in major productivity indicators” (Arango, Alzate, & Zapata, 2012). Lo que quiere decir que los resultados muestran que no hay una efectiva correlación entre un impacto positivo del método TPM con indicadores de mayor producción, a su vez agregan que “they have not been able to convert these increases in evidence of improvements in the ROA or ROE indicators”, lo que quiere decir que en suma tantos los gastos así como el retorno de la inversión no varían una vez implementado éste programa.

Lo anterior se debió a que las industrias no pudieron adecuar el método TPM desde la necesidad de la organización, partiendo desde la premisa que la organización misma requería de una renovación, “it suggest a greater need for technological renovations in companies, that in the middle of product cycles, much lower today, they cannot survive only with the same machinery” lo que quiso decir fue: “Esto sugiere una gran necesidad por renovaciones tecnológicas en las compañías, puesto que la media de los ciclos de producción, muy bajos hoy, ello no puede sobrevivir con el mismo tipo de maquinaria” (Arango, Alzate, & Zapata, 2012).

En suma, existen autores que afirman que una incorrecta aplicación del sistema puede ser contraproducente:

“cuando no se implementa adecuadamente TPM, entonces se corre el riesgo de incurrir en las seis grandes pérdidas, (...) las averías frecuentes en maquinaria, grandes tiempos en preparaciones entre un lote y otro, microparadas, velocidad de proceso menor y cuellos de botella, calidad reducida del producto y tiempos elevados de arranque” (García, 2011).

Por ello no se puede extralimitar a salvaguardar todo el proceso de mantenimiento bajo un parámetro de aplicación del TPM, por eso es necesario profundizar e indagar con respecto a otros procesos que puedan acompañar el programa y que se ajusten a las necesidades corporativas. Para ello se ha hecho alusión a la filosofía japonesa enmarcada en las 5 “ss”, como veremos a continuación, traerá consigo un papel fundamental en el acompañamiento del programa TPM como eje de mantenimiento industrial.

5.2. Las 5 “ss”

Por lo tanto, para efectos de la construcción de la propuesta, se usa como referente al autor Francisco Rey (2005), quien mediante una clara explicación de los fundamentos nos dice que los componentes de ésta filosofía, las 5ss son:

1. *Seiri*. Organizar y seleccionar: Consiste en que se hace una separación de absolutamente todos los elementos, se organizan y se generan espacios en donde cada uno de estos elementos está a disposición. Al tener los elementos ordenados se pueden contabilizar, generar inventarios y también regular el uso de los mismos mediante normas que nos permitan trabajar con ellos de forma autónoma.
2. *Seiton*. Ordenar y clasificar: Tomamos los objetos y luego de ordenarlos podemos clasificarlos mediante categorías de uso, cuales son dispendiosos, cuales son esenciales y cuáles de los objetos pueden estar almacenados, esto con el fin de poder acceder a ellos de forma rápida y eficiente. Adicionalmente los elementos que ya no nos sean útiles y los deseamos, incluso los desechos se clasifican para no generar un impacto ambiental.
3. *Seiso*. Limpiar: Realizar una labor de limpieza a profundidad del área del trabajo. Éste punto en particular hace énfasis en que el empleado se hace cargo de su sitio de trabajo, de tal manera que se identifique conjuntamente con el mismo. No es necesario que deje las máquinas pulidas y el suelo blanco, solo se debe destacar que es clave retirar toda clase de desechos en los focos de suciedad que puedan alterar el normal funcionamiento del área o de las máquinas.
4. *Seiketsu*. Mantener la limpieza: A través de diferentes medios de señalamiento, así como de instrucción al personal y brindar instrucciones, se da a entender la importancia de tener el área completamente despejada y aseada. Así mismo se mantiene mediante índices de control, de ésta forma se puede crear un estándar de limpieza para la compañía al cual los empleados puedan ajustarse y adquirir como parte de su labor.
5. *Shitsuke*. Rigor en la aplicación de consignas y tareas: Consiste en que el empleado debe ajustarse a un parámetro de limpieza riguroso, en el cual en cualquier momento pueda ser inspeccionado y que tenga la certeza de mantenerse siempre en el estándar o por encima de éste. Para dicho esquema es necesario tener hojas de control de los

lineamientos, así como de tener en cuenta que cada empleado puede realizar una auto-inspección para prevenir eventualidades.

En contraste, para dar cabida a una propuesta sólida, se determina el uso de las 5ss en conjunto con los componentes que determinan el TPM. Para efectos de dichos componentes los identificaremos también como *Pilares MTP (Mantenimiento Productivo Total)* (Cabrera, 2014), p. 422), cuyos componentes fueron explicados anteriormente. Cabe mencionar que en la implementación industrial existe un margen de conocimiento técnico de dicha metodología, por lo que debe ir acompañado del lenguaje empresarial y lo que acarrea, como veremos a continuación.

6. Marco conceptual

Base: Material de recubrimiento al agua tipo emulsión con diferentes contenidos de dióxido de titanio o exento de éste que se usa en los puntos de venta o en la planta para los sistemas de coloración.

Bases pastel y bases Tinte o Medium: Pinturas coloreadas que llevan en su composición pigmentaria un contenido alto y medio de dióxido de titanio, respectivamente, que se usan en los sistemas de coloración/tintométricos para obtener colores pasteles y medios.

Bases profundas (Deep) y bases acentuadas (Accent o Clear): Pinturas coloreadas que llevan en su composición pigmentaria un contenido bajo de dióxido de titanio o exento de éste, que se usan en los sistemas de coloración / tintométricos para obtener colores fuertes o concentrados, respectivamente.

Etiqueta: Cualquier rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada, adherida, o fijada al producto, o cuando no sea posible por las características del producto a su unidad de empaque, siempre y cuando la información contenida en la etiqueta esté disponible por lo menos hasta el momento de su comercialización al consumidor.

Etiquetado: Colocación o fijación de la etiqueta en algún sitio visible del producto, envase o empaque.

Lavabilidad: Propiedad de la pintura –en estado seco- que describe su capacidad para permitir la remoción de manchas comunes en el hogar sin sufrir deterioro.

Pintura al agua tipo emulsión: Material de recubrimiento en el que el aglomerante orgánico es una dispersión acuosa. Dispersión de pigmentos en un vehículo que es diluible con agua y seca por evaporación.

Pinturas para uso arquitectónico: Material de recubrimiento empleado para recubrir superficies tales como mampostería, pañete, estuco y materiales de fibrocemento, con fines de protección y decorativos.

Producto: Aquellas pinturas producidas y listas para ser comercializadas y entregadas al consumidor final para su uso. Se trata de pinturas que ya tienen etiquetas, marcas, marca comercial y si es del caso otras características o signos distintivos, de presentación hacia el consumidor

La avería, de acuerdo con la RAE, es el daño, rotura o fallo que impide o perjudica el funcionamiento del mecanismo de una máquina, una red de distribución u otra cosa.

Se entiende por defecto la imperfección o falta que tiene un objeto en alguna parte o de una cualidad o característica.

Las pérdidas son gastos o sobrecostos en los cuales se incurre cuando se genera un error, falla y/o falta de calidad.

7. Marco normativo

Tabla 2.

Normas vigentes.

NORMA	NOMBRE	DEFINICIÓN
ISO 55000	Gestión de activos	<p>como norma internacional provee los aspectos generales para realizar la gestión de activos y el sistema de gestión de activos (sistemas de gestión para la gestión de activos), adicionalmente contiene el contexto para las normas ISO 55001 y 55002, a través de la cooperación internacional se identificaron practicas comunes que pueden aplicarse en gran medida a los activos de culturas y organizaciones, esta norma es de gran importancia ya que si se implementa de manera adecuada permite a las organizaciones alcanzar sus objetivos a través de la gestión eficaz y eficiente de sus activos, los cuales se logran de manera consistente y sostenible con el paso del tiempo, cabe resaltar que esta gestión a pesar de ser una gran herramienta no está implementada en muchas empresas, aplicando esta metodología se logran los resultados que pretende la presente propuesta (ISO-55000, 2019).</p>
ISO 9000-9001	Sistema de gestión de calidad fundamentos y requisitos	<p>esta norma por si busca que la empresa genere un éxito sostenido a través de la implementación de un sistema de gestión de la calidad, basado en la estandarización, selección, evaluación y retroalimentación; esta norma se utiliza a nivel mundial y es de vital importancia ya que día tras día con la globalización la competencia se hace más exigente y los campos más competitivos, ya que los clientes buscan establecer una relación de confianza a través de la capacidad de una organización la cual proporciona al mercado sean productos o servicios conformes a sus requisitos, tanto a nivel micro como proveedor de materia prima hasta el vendedor final lo que busca es crear confianza a lo largo de la cadena de suministros, adicional a mejorar la comunicación mediante un vocabulario común utilizando la gestión de</p>

		<p>la calidad; en general Esta Norma Internacional especifica los términos y definiciones que se aplican a todas las normas de gestión de la calidad y de sistemas de gestión de la calidad desarrolladas por el Comité Técnico ISO/TC 176 (ISO-9000, 2015).</p>
ISO 14001	Gestión Ambiental	<p>las organizaciones a nivel mundial de todas las clases se muestran en creciente preocupación por obtener y demostrar un buen desempeño ambiental, enfocados en controlar el impacto de sus actividades y productos en el medio ambiente, teniendo en cuenta sus objetivos organizacionales en pro de los objetivos ambientales, hoy en día en varias organizaciones las presentan como requisitos para hacer parte de algún eslabón de la cadena de suministros, sea por conciencia ambiental, regulaciones gubernamentales, interés organizacionales etc., ya que con la evolución de los mercados las empresas compiten por generar mayor valor agregado en sus productos y servicios (ISO-14001, 2015).</p>

Nota. Tabla construida de varios aportes.

8. Marco legal

Tabla 3.

Leyes y estatutos vigentes.

LEY	NOMBRE	DEFINICIÓN
Ley No. 1562 11 Julio 2012	Modificación riesgos laborales	Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional; en la cual se tienen en cuenta los temas concernientes al sistema general de riesgos laborales, donde se encuentran las entidades públicas y privadas, normas y procedimientos los cuales tan destinados a prevenir, proteger ya tender a los trabajadores, salud ocupacional entendida como aquella disciplina que se encarga de prevenir lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, programa de salud ocupacional más conocido como sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo SG-SST (Ley-1562, 2012).
Artículo 78	Constitución política de Colombia.	“La ley regulará el control de calidad de bienes y servicios ofrecidos y prestados a la comunidad, así como la información que debe suministrarse al público en su comercialización. Serán responsables, de acuerdo con la ley, quienes en la producción y en la comercialización de bienes y servicios, atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios. El Estado garantizará la participación de las organizaciones de consumidores y usuarios en el estudio de las disposiciones que les conciernen. Para gozar de este derecho las organizaciones deben ser representativas y observar procedimientos democráticos internos” (CCP, 2019).

Nota. Tabla construida de varios aportes.

Adicionalmente se tiene en cuenta la Resolución 1154 de (22 JUN 2016) “Por la cual se expide el reglamento técnico aplicable a la etiqueta de pinturas base agua tipo emulsión de uso arquitectónico, para interiores o exteriores, que se fabriquen, importen o comercialicen en Colombia” (Ministerio de comercio, 2016).

9. Marco contextual

Para entrar en contexto, la empresa originalmente es familiar que lleva en el mercado y la industria de pinturas más de sesenta años, se ha caracterizado por su calidad y excelente prestación de servicios a un precio asequible manteniendo así una buena posición en el mercado. Con el paso del tiempo se ha movilizad con otras empresas que han incursionado en el mercado volviéndolo cada día más competitivo.

Cabe mencionar que la empresa en el transcurso del año ha presentado dos problemas con relación al mantenimiento, uno de ellos sucedió cuando de un tanque de almacenamiento se le fisuro un serpentín por donde circula aceite térmico, el cual la mantiene en una viscosidad óptima para su fácil manejo, lo que ocasionó un reproceso. Por lo tanto pudo haberse perdido toda la resina que estaba en este tanque de almacenamiento que aproximadamente fueron 15 tambores de 55 galones cada uno.

Adicionalmente, el otro incidente que se ha evidencia en el transcurso del año, este consiste en una falla en la máquina envasadora de tintes, la cual por su mantenimiento regular a presentado fugas y al momento de envasar el producto y se han ocasionado regueros y pérdidas de dicho producto. Es allí donde se evidencia aún más la necesidad de proponer un modelo bajo la filosofía del TPM, para prevenir este tipo de errores en el proceso productivo.

Igualmente, la compañía tiene un portafolio con diferentes líneas de pintura en el mercado, las principales son:

Línea arquitectónica: ofrece una amplia gama de colores con productos de alta calidad, de uso exterior e interior, vinilos tipo1, tipo2 y tipo3, que cumplen las Normas Técnicas Colombianas y el Reglamento Técnico 1154 de 2016.

Madera: Cuenta con una extensa línea de productos de alta calidad, en sistemas nitro y catalizado, especialmente diseñado para la industria del mueble y la madera.

Industrial: Incluye productos para demarcación de vías (Tráfico), pinturas Epóxicas para pisos, tanques y paredes en restaurante, hoteles, plantas industriales, etc., Caucho Clorado para piscinas y zonas húmedas, entre otros productos cuya función es proteger y decorar.

Automotriz: Variedad de productos para el repinte de automóviles, y de productos complementarios.

Además, la empresa cuenta con puntos de venta en diferentes lugares del territorio nacional, en la autopista sur, en zona industrial, Venecia, Madrid, Chía, Funza, Cali y Santander. También la compañía cuenta con puntos de venta en dos de nuestros países vecinos en Perú y en Ecuador.

10. Marco metodológico

10.1. Tipo de investigación

La investigación que se va a realizar es del tipo cuantitativo descriptivo, dado que según los autores (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2003) las investigaciones cuantitativas pretenden evaluar causa y efecto en términos numéricos, ya que en este caso puede dirigirse a explorar, relacionar o explicar problemas y a fin de los mismos implementar un tratamiento óptimo y finalmente verificar un resultado. (Hernandez J. A., 2003).

10.1.1. Componente de la investigación descriptiva.

Se utilizará este tipo de investigación para relatar con claridad el proceso que se lleva a cabo para desarrollar la propuesta de mejora en la empresa, realizando una descripción del proceso paso a paso, para dar a conocer el recorrido y la importancia de esta propuesta en la empresa, abarcando todos los conceptos aplicados a la realidad de los procesos.

10.1.2. Formulación de hipótesis.

Las averías, defectos y pérdidas relacionadas con el mantenimiento de la empresa, pueden restar mediante la aplicación de una propuesta a través del Plan de mantenimiento total (TPM) en los datos recolectados en un diagnóstico de los ocho pilares (véase anexo 2).

10.3. Fases de la investigación

Las fases de esta investigación inician con el levantamiento de datos y concluye en la entrega de una propuesta de implementación de algunas herramientas del TPM, acompañado de análisis costo beneficio, para llevarlo a cabo se realizó un cronograma especificando las actividades a realizar el cual se encuentra en los anexos (ver anexo 2)

10.3.1. Fase 1.

La primera fase está dada por la observación, recolección y análisis de datos de los procesos, en la cual es parte fundamental la verificación de los procedimientos, identificación de maquinaria, las labores de los colaboradores y las prácticas que se lleven a cabo; con la finalidad de establecer un estado inicial y entender el modo de desarrollo de las actividades y su finalidad.

Para efectos de la recolección de datos se pretenden cuantificar las averías, accidentes y pérdidas.

10.3.2. Fase 2.

La segunda fase consiste en elaborar una propuesta basada en algunas herramientas del TPM (Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen), mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen), mantenimiento planificado, mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen), prevención del mantenimiento, actividades de departamentos administrativos y de apoyo, formación y Adiestramiento y Gestión de Seguridad y Entorno, acompañados de la estructuración de las 5'S (estandarizar, clasificar, organizar, limpiar y mantener)

10.3.3. Fase 3.

La tercera fase básicamente consiste en realizar un análisis costo beneficio de la propuesta de implementación de algunas herramientas del TPM en la empresa, con la finalidad de verificar si su impacto es positivo en la organización.

11. Objetivos

11.1. Objetivo general

- Diseñar un plan basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la fábrica de pintura, con algunos elementos de los ocho pilares de esta filosofía japonesa, que puedan ser aplicados al proceso productivo.

11.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico para dar a conocer el nivel de implementación del mantenimiento productivo total (TPM).
- Estructurar un programa de 5's (estandarizar, clasificar, organizar, limpiar y Mantener) con su respectivo plan de auditoría, como base principal para cualquier sistema de gestión.
- Según el diagnóstico inicial seleccionar algunas de las herramientas del TPM que pueden ser aplicadas, para elaborar un plan de trabajo.
- Documentar los elementos seleccionados para la futura propuesta de implementación del TPM, junto a los indicadores para su respectivo control.
- Realizar un análisis costo-beneficio con la finalidad de verificar si la propuesta de implementación realmente impactaría de manera positiva a la compañía.

12. Diagnóstico

Se realiza lista de chequeo (check list) en función de los ocho pilares del TPM y se gráfica el estado actual según los resultados obtenidos.

12.1. Check list pilares (TPM)

Como se puede apreciar a continuación en las tablas, de acuerdo con cada uno de los pilares se realiza una breve descripción en términos numéricos respecto al funcionamiento del mismo. Inicialmente se inicia con el cumplimiento de las actividades encaminadas al pilar de Mejoras enfocadas, la Tabla 4 explica mejor esta información:

Figura 2.

Cumplimiento de actividades en pilar de Mejoras Enfocadas.

pilar	#	actividad	cumple	no cumple
mejora enfocada	1	selección tema mejora enfocada		x
	2	objetivos superiores de la dirección industrial		x
	3	criterios organizativos para la selección		x
	4	posibilidades de replicación en otras áreas de la planta	x	
	5	relación con otros procesos de mejora continua		x
	6	mejoras significativas	x	
	7	factores innovadores	x	
	8	estructura del proyecto		x
	9	equipo interdisciplinar	x	
	10	tablero de control visual		x
	11	aspectos motivacionales y de presión		x
	12	identificación situación actual	x	
	13	análisis problema en forma general	x	
	14	identificación de pérdidas principales	x	
	15	análisis de capacidad y tiempos de operación para identificar cuellos de botella	x	
	16	definición objetivos		x
	17	diagnostico del problema		x
	18	condiciones básicas del equipo		x
	19	Método Why & Why conocida como técnica de conocer porqué.		x
	20	Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFES)		x
	21	Análisis de causa primaria		x
	22	Método PM o de función de los principios físicos de la avería		x
	23	Técnicas tradicionales de Mejora de la Calidad: siete herramientas		x
	24	Análisis de flujo y otras técnicas utilizadas en los sistemas de producción Justo a Tiempo como el SMED o cambio rápido de herramientas.		x
	25	plan de acción formulado		x
	26	alternativas para las diferentes acciones	x	
	27	actividades y tareas para los objetivos	x	
	28	implantación de mejoras	x	
	29	consultas de mejoras con el equipo		x
	30	evaluación de resultados		x
	31	publicación en cartelera		x
total pilar mejora enfocada			11	20

Nota. Autoría propia.

Así mismo se pueden apreciar éstas cifras en términos porcentuales, como se evidencia a continuación, en donde se destaca que tanto del Pilar de mejoras enfocadas se está cumpliendo y cuanto no.

Figura 3.

Resultados de cumplimiento de actividades del Pilar Mejoras Enfocadas

pilar mejora enfocada	
cumple	no cumple
11	20
35%	65%

Nota. Autoría propia.

Figura 4.

Porcentaje de cumplimiento del pilar Mejoras Enfocadas



Nota. Autoría propia. Como se puede apreciar, casi dos terceras partes del pilar están en incumplimiento.

Igualmente se puede destacar dentro del pilar de Mantenimiento Autónomo el nivel de cumplimiento mediante la tabla 5, en donde se determina que tanto de las actividades se culminan con éxito al momento del diagnóstico y cuáles no.

Figura 5.

Cumplimiento de actividades en Pilar Mantenimiento Autónomo

mantenimiento autónomo	1	actividad		x
	2	condiciones básicas de limpieza	x	
	3	condiciones básicas de lubricación		x
	4	condiciones básicas de ajuste		x
	5	uso correcto de herramientas y su método		x
	6	inspección diaria		x
	7	cambio de piezas diaria si es necesario		x
	8	detección temprana de anomalías	x	
	9	reparación	x	
	10	revisión de alineación y precisión del equipo	x	
	11	mejora de anomalías	x	
	12	comprende el funcionamiento y la estructura del equipo	x	
	13	capacidad de descubrir posibles causas de la anomalía	x	
	14	capacidad de predecir las anomalías de la calidad y descubrir sus causas		x
	15	capacidad de hacer mejoras	x	
	16	conocimiento general del equipo	x	
	17	mapa de seguridad		x
	18	detecta fuentes de energía y puntos de riesgo	x	
	19	diagrama de componentes		x
	20	diagrama de proceso		x
	21	conocimiento de proceso	x	
	22	análisis previo al riesgo		x
	23	bloqueo y candado		x
	24	capacitación para prevenir situaciones de riesgo	x	
	25	diagrama de seguridad		x
	26	one point lesson		x
	27	indicador de averías y paros menores		x
	28	indicador de defectos de calidad mas comunes		x
	29	indicadores de productividad	x	
	30	indicadores registro de accidentabilidad	x	
	31	tarjeta operación		x
	32	tarjeta de mantenimiento		x
	33	tarjeta seguridad		x
	34	inicio de tarjeteo		x
	35	minuta de reuniones		x
	36	mapa de fuentes de contaminación		x
	37	mapa de áreas de difícil acceso		x
	38	administración visual del equipo	x	
	39	administración visual e indicadores		x
	40	formato norma lila		x
	41	evaluación nivel de auto control		x
total pilar mantenimiento autónomo			15	26

Nota. Autoría propia.

Igualmente, se pueden apreciar éstas cifras en términos porcentuales, como se evidencia a continuación, en donde en términos numéricos y porcentuales se aprecia el nivel de cumplimiento de dicho pilar.

Figura 6.

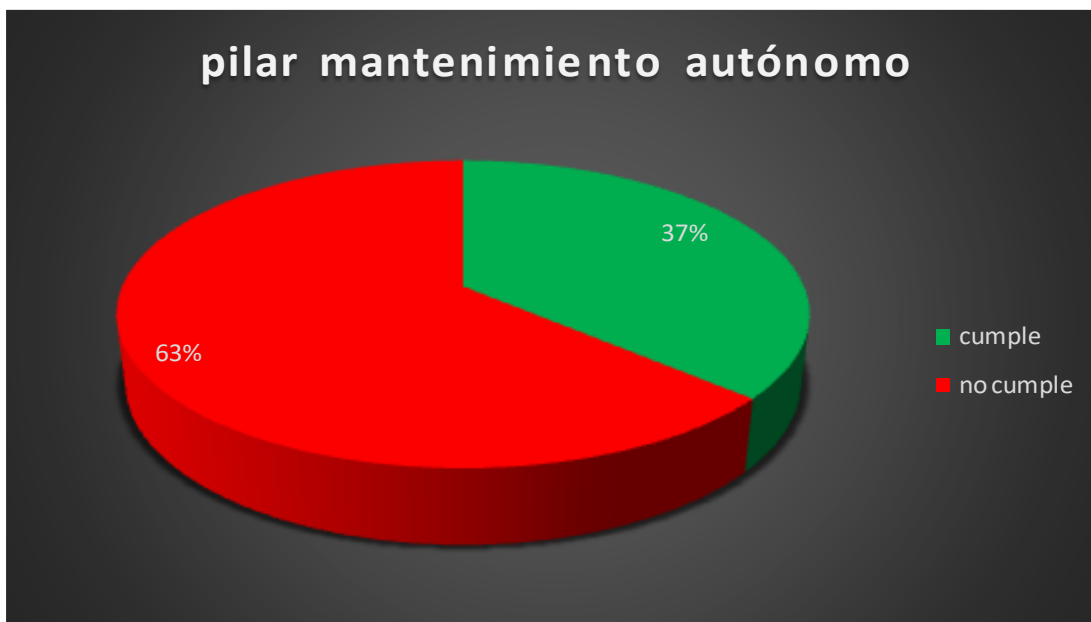
Resultados de cumplimiento de actividades del Pilar Mantenimiento Autónomo

pilar mantenimiento autónomo	
cumple	no cumple
15	26
37%	63%

Nota. Autoría propia.

Figura 7.

Porcentaje de cumplimiento del Pilar Mantenimiento Autónomo



Nota. Autoría propia. Como se puede apreciar, existe un resultado predominante de incumplimiento del pilar.

Seguidamente, dentro del pilar de mantenimiento planificado el nivel de incumplimiento de dicho pilar, en donde se destacan cifras que evidencian una situación en realidad preocupante que liga el incumplimiento de las actividades programadas.

Figura 8.

Cumplimiento de actividades en Pilar Mantenimiento Planificado

mantenimiento planificado	1	mantenimiento preventivo	x	
	2	mantenimiento diario		x
	3	inspecciones periódicas	x	
	4	servicio periódico		x
	5	Orden, limpieza e identificación defectos latentes	x	
	6	Ajuste de Elementos fijación	x	
	7	Inspección diaria de Condición de uso y deterioro		x
	8	Servicios Menores		x
	9	Mantenimiento en base a la Condición	x	
	10	Evaluación de Tendencias		x
	11	Servicios en periodos irregulares		x
	12	Mantenimiento Correctivo	x	
	13	Mantenimiento Versátil		x
	14	Reparaciones Esporádicas	x	
	15	Mantenimiento de Mejora		x
	16	Incremento fiabilidad	x	
	17	Mejora Precisión	x	
	18	Reducción de Carga		x
	19	Mejora del Programa	x	
	20	Mejora de Mantenibilidad	x	
	21	Desarrollo "monitoring" de Condiciones		x
	22	Mejora de las Acciones de Inspección	x	
	23	Mejora de las Actividades de Servicios		x
	24	MTBF		x
	25	aumento MTBF		x

Nota. Autoría propia.

En suma, se aprecian en términos numéricos y porcentuales que tanto del pilar de Mantenimiento Planificado se está cumpliendo, como veremos a continuación.

Figura 9.

Resultados de cumplimiento del Pilar Mantenimiento Planificado

pilar mantenimiento planificado	
cumple	no cumple
12	13
48%	52%

Nota. Autoría propia.

Figura 10.

Porcentaje de cumplimiento del Pilar Mantenimiento Planificado.



Nota. Autoría propia. Como se puede apreciar en la gráfica, más de la mitad de las actividades están en incumplimiento.

Consecuentemente, para el pilar de Mantenimiento de la calidad se realizó el mismo proceso de chequeo, con el fin de evidenciar que tanto de las actividades relacionadas con dicho pilar se está cumpliendo, el resultado obtenido es el siguiente:

Figura 11.

Cumplimiento de actividades del pilar Mantenimiento de Calidad

mantenimiento de la calidad	1	identificación estado actual de la máquina	x	
	2	diagrama proceso de calidad		x
	3	carta de capacidades de proceso		x
	4	mapas de capacidad de proceso		x
	5	diagrama de dispersión		x
	6	diagrama X-R de proceso		x
	7	estadística de defectos		x
	8	diagrama de pareto		x
	9	hojas de estándares de trabajo	x	
	10	análisis condiciones 4M		x
	11	lista de defectos o "fugas"	x	
	12	priorización efectos de problemas	x	
	13	diagnostico de problemas	x	
	14	evaluación condiciones implantadas	x	
	15	implantación de mejoras		x
	16	revisión nuevas condiciones 4M		x
	17	consolidación y establecimiento puntos de inspección	x	
	18	matriz mantenimiento de la calidad		x
total pilar mantenimiento de la calidad			7	11

Nota. Autoría propia.

Con base a la tabla anterior se pueden evidenciar que tanto de está pilar se ha efectuado, y como se verá más adelante, es preocupante el resultado de incumplimiento de dicho pilar.

Figura 12.

Resultados de cumplimiento de Pilar de Mantenimiento de Alta Calidad.

pilar mantenimiento de la calidad	
cumple	no cumple
7	11
39%	61%

Nota. Autoría propia.

Figura 13.

Porcentaje de cumplimiento del pilar Mantenimiento de Calidad



Nota. Autoría propia. Se puede apreciar que menos del 40% del pilar cumple con los requerimientos en las actividades.

Adicionalmente, se obtienen las cifras del pilar de control inicial, donde se evidencia una cifra más optimista respecto al cumplimiento de algunas actividades, como se demuestra a continuación.

Figura 14.

Cumplimiento de actividades del Pilar Control Inicial

control inicial	1	investigación situación inicial		x
	2	estudio situación inicial	x	
	3	identificación fuentes internas	x	
	4	identificación fuentes externas	x	
	5	recopilación información pasada	x	
	6	identificación puntos problemas	x	
	7	grafico de flujo trabajo actual		x
	8	planteamiento posibles soluciones	x	
	9	estructuración sistema de gestión temprana		x
	10	sistema de información MP	x	
	11	identificación puntos débiles	x	
	12	depuración nuevo sistema		x
	13	proyectos modelo		x
	14	evaluación grado de comprensión del personal	x	
	15	retroalimentación	x	
	16	modificación de estándares o documentos si aplica	x	
	17	aplicación nuevo sistema con mas radio de aplicación		x
	18	optimización ciclo de vida	x	
	19	mejoras de condiciones en el sistema		x
total pilar control inicial			12	7

Nota. Autoría propia.

Figura 15.

Resultados de cumplimiento del Pilar de Control inicial

pilar control inicial	
cumple	no cumple
12	7
63%	37%

Nota. Autoría propia.

Figura 16.

Porcentaje de cumplimiento del Pilar de Control Inicial



Nota. Autoría propia. Pese al incumplimiento de algunos pilares, en este pilar se evidencia una perspectiva de mayor cumplimiento, cifras que se pueden mejorar aún más.

Adicionalmente, se menciona el Pilar de Control Administrativo, en donde la información proporcionada con respecto al cumplimiento de las actividades evidencia los siguientes resultados.

Figura 17.

Cumplimiento de actividades en Pilar Control Administrativo

control administrativo	1	5S áreas administrativas		x
	2	just in time		x
	3	kanban		x
	4	gestión visual	x	
	5	fabrica visual	x	
	6	ayudas para la productividad (gráficos, diagramas, históricos)	x	
	7	trabajo en equipo (reuniones, actividades y recursos)	x	
	8	documentos de trabajo (estándares, instrumentos de medida, formatos averías, implantación e sistemas)	x	
	9	control de la producción (gestión de células, metas, ventas alcanzadas, programas y objetivos)	x	
	10	información sobre el progreso	x	
	11	técnicas de optimización de reuniones		x
total pilar control administrativo			7	4

Nota. Autoría propia.

Figura 18.

Resultados de cumplimiento del Pilar Control Administrativo

pilar control administrativo	
cumple	no cumple
7	4
64%	36%

Nota. Autoría propia.

Figura 19.

Porcentaje de cumplimiento del Pilar Control Administrativo

Nota. Autoría propia. Como se puede apreciar, las actividades relacionadas con este pilar se están cumpliendo en un 64%, lo que significa una mejoría respecto de otros pilares.

En contraste, los resultados obtenidos en el Pilar de Gestión del Conocimiento evidencian una característica de mayor cumplimiento de actividades de dicho pilar, como se puede evidenciar a continuación.

Figura 20.

Cumplimiento de actividades del Pilar Gestión del Conocimiento

gestión del conocimiento	1	institucionalización del cambio	x	
	2	creación de conocimiento	x	
	3	conservación y distribución del conocimiento	x	
	4	transformación efectiva		x
	5	identificación y solución de problemas independientes	x	
	6	compartir conocimiento lecciones de punto		x
	7	capacitación	x	
	8	reflexiones auditoria de progreso		x
	9	reuniones de experiencias		x
	10	cultura organizacional	x	
	11	sensibilización al personal	x	
	12	programas de capacitación	x	
	13	operadores	x	
	14	mantenedores	x	
	15	ingenieros	x	
	16	resultados esperados		x
total pilar gestión del conocimiento			11	5

Nota. Autoría propia.

Figura 21.

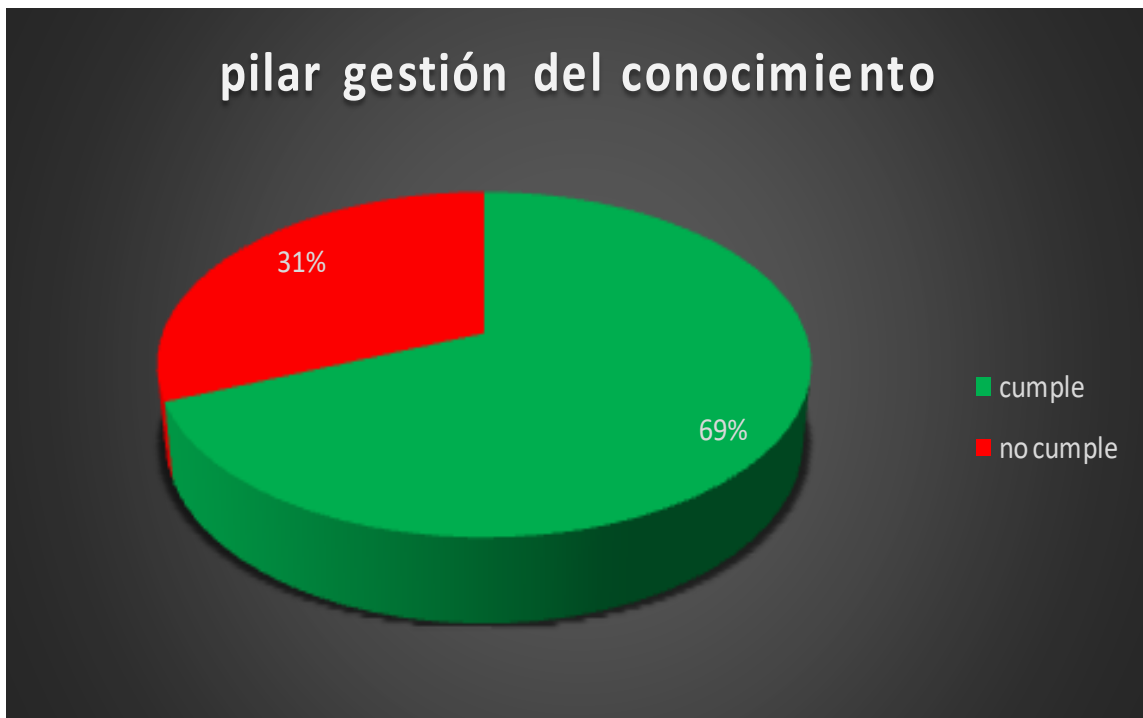
Resultados de cumplimiento del Pilar Gestión del Conocimiento

pilar gestión del conocimiento	
cumple	no cumple
11	5
69%	31%

Nota. Autoría propia.

Figura 22.

Porcentaje de cumplimiento del Pilar de Gestión del Conocimiento



Nota. Autoría propia. El nivel de cumplimiento es mucho mayor en proporción con las actividades programadas para este pilar.

Dado a lo anterior, en uno de los pilares siguientes se puede evidenciar un resultado que tiende a ser optimista en perspectiva de cumplimiento de las actividades, este pilar es el de seguridad y medio ambiente, y los resultados se demuestran en las siguientes tablas.

Figura 23.

Resultados de cumplimiento del Pilar Seguridad y Medio Ambiente

seguridad y medio ambiente	1	análisis riegos de seguridad	x	
	2	tratamiento de políticas de prevención e accidentes	x	
	3	aplicación del polígrafo de productividad		x
	4	evaluación costos directos e indirectos de los accidentes	x	
	5	establecer las acciones para obtener 0 accidentes	x	
	6	seiketsu de las 5s		x
	7	Mapas de seguridad		x
	8	Análisis de riesgos potenciales	x	
	9	Conocimiento básico del equipo	x	
	10	Identificación de fuentes de contaminación	x	
	11	Emplear controles visuales.	x	
	12	Estandarizar las rutinas de seguridad		x
	13	Inspección general del proceso y entorno.	x	
	14	política ambiental	x	
total pilar seguridad y medio ambiente			10	4

Nota. Autoría propia.

Figura 24.

Resultados de cumplimiento del Pilar de Seguridad y Medio Ambiente

pilar seguridad y medio ambiente	
cumple	no cumple
10	4
71%	29%

Nota. Autoría propia.

Figura 25.

Porcentaje de cumplimiento del Pilar de Seguridad y Medio Ambiente

Nota. Autoría propia. Se puede apreciar un incremento sustancial de las cifras de cumplimiento, sin embargo, dichas cifras pueden llegar a mejorarse.

Finalmente, se puede apreciar en términos de resultados y porcentuales que tanto del sistema de TPM se está cumpliendo en la organización, como se puede apreciar a continuación.

Figura 26.

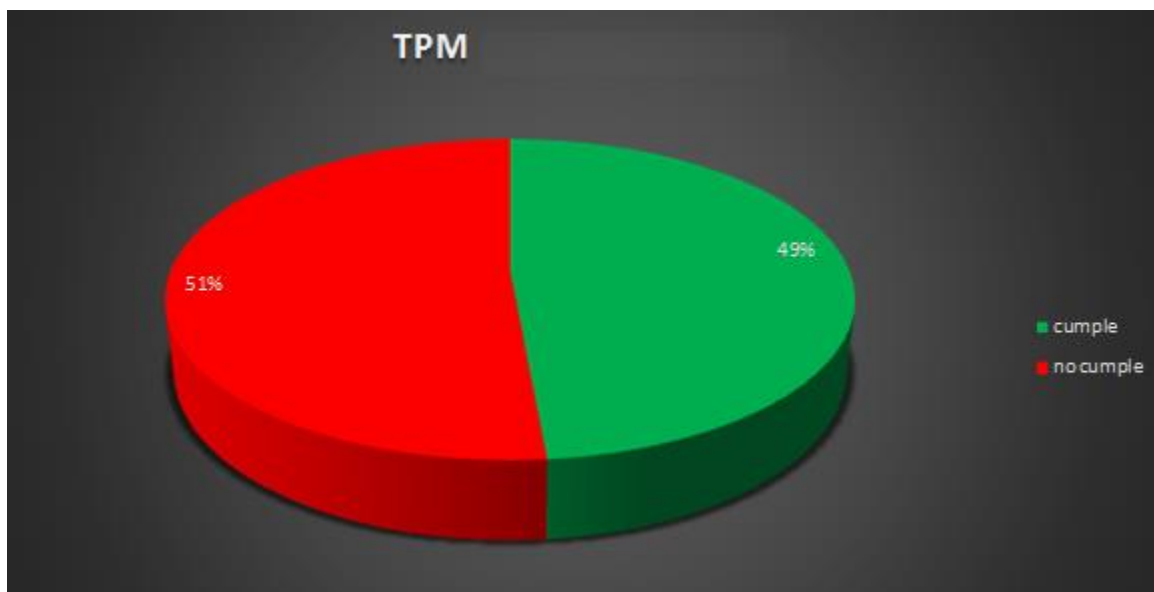
Resultados generales cumplimiento de TPM

GRAFICA GENERAL TPM	
cumple	no cumple
85	90
49%	51%

Nota. Autoría propia.

Figura 27.

Porcentaje de cumplimiento de TPM



Nota. Autoría propia. Se evidencia una mayoría de actividades en incumplimiento.

Los datos anteriormente graficados se obtuvieron del check list que se encuentra en el anexo 1.

Con base a los resultados anteriores y dimensionando la capacidad para proponer una mejora no en función de todos los pilares, se eligen tres de los ocho pilares para generar la propuesta de mejora, los tres pilares seleccionados son:

- ✓ Mejoras enfocadas.
- ✓ Mantenimiento autónomo.
- ✓ Mantenimiento planificado.

Por lo cual resulta necesario el desarrollo estructural de la filosofía japonesa las 5`SS en la compañía.

13. Pasos para implementar 5'ss en el área de producción y mantenimiento en una fábrica de pintura.

13.1. Sensibilización y capacitación

Para el desarrollo de esta etapa se debe establecer un comité “TPM”, cuyo fin es generar conciencia del departamento de producción y mantenimiento la importancia de la filosofía de la herramienta 5'SS para el desarrollo del TPM.

Las capacitaciones se centrarán en temas como:

- ✓ 5'SS (generalidades, finalidad, principios e importancia).
- ✓ Limpieza del área de trabajo (producción y mantenimiento).
- ✓ Desarrollo de las técnicas 5'SS (identificación, separación de elementos realmente necesarios, tarjetas, señalización y mejora de estándares).

Lo fundamental de esta etapa es crear las condiciones para introducir la cultura 5'SS a través de la formación educativa.

Adicionalmente se realizó la sensibilización con los operarios de las áreas de producción y mantenimiento del tema de las 5'SS y sus generalidades, así como de implementar 5 encuestas en el formato (Tabla 20) que se encuentra en el numeral siguiente.

Planilla de sensibilización del programa

FECHA:	19/03/2019
ENCARGADO CAPACITACIÓN:	David Riano
CARGO DEL ENCARGADO:	Asistente producción
TEMA DE LA CAPACITACIÓN:	Generalidades 5'S

No.	NOMBRE	CARGO	C.C.	FIRMA
1	Pedro Velandria	op. molinos	79386626	
2	Gustavo Herde	Mantenimiento	1031134798	Gustavo H
3	Aidon Rosperud	A.C.C	99866810	
4	Luis Alberto Jeltro	Analista tecnico	79.323412	Luis Alberto J
5	Bryan Jose Bautista	Empleador	103377986	Bryan Bautista
6	Jonathan Gallo	op de Hotes	103238852	Jonathan C
7	Yessid Rincon I	OP	10168063	
8	Milciades Bana	Supervisor Area	8001870	
9	Eduardo Campos	Producción	79235002	
10	Felipe Hernandez	Producción	79264440	Felipe
11	William Felipe Martinez	Op. Producción	1022361815	
12	Benedicto Barrios	OP	79669888	B.R.G
13	Wilson Ordoñez	Supr. Empleado	80481158	
14	Sharon Montenegro Idenz	O.P	1000970040	
15	Faber Gomez	OP	93416046	
14	Styan A Goging	Op Producción	79271624	
15	Manuel Mendez	op. Prod.	3118801	
16	Pada wilones	op.	1030610790	P.wilones
17	Diego Urrutia	S. Alto	79258952	
20	Jelis E. Ruiz	Sup. pesil	19251126	

Nota. Autoría propia.

13.2. Implementación y diagnóstico

La ejecución de un diagnóstico está fundamentada en la aplicación de actividades y técnicas para llevar a cabo cada principio de esta filosofía, también incluye la realización u alcance de un estado ideal, instituido en la estandarización y monitoreo del personal en relación. Para la elaboración del diagnóstico se desarrolló la siguiente encuesta:

Figura 28.

ENCUESTA - DIAGNOSTICO INICIAL HERRAMIENTA 5S

AREAS: **PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO**

EVALUACIÓN									
1	2	3	4	5					
Muy mal	Mal	Regular	Bueno	Excelente					
SEIRI - SELECCIONAR									
1.	¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?				1	2	3	4	5
2.	¿Cómo califica la distribución de su área de trabajo?								
3.	¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?								
4.	¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?								
SEITON - ORGANIZAR									
5.	¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?				1	2	3	4	5
6.	¿Cómo califica la facilidad con la que encuentra usted sus herramientas de trabajo?								
7.	¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta la devuelve al lugar designado?								
8.	¿Cómo es el nivel de estandarización (Guía) para el orden de las herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?								
9.	¿Existe un lugar designado para las herramientas que debe usar en la realización de sus labores?				SI	NO			
10.	¿Cuándo usted termina de utilizar una herramienta la devuelve al lugar								
SEISO - LIMPIAR									
11.	¿Cómo califica la limpieza de su lugar de trabajo?				1	2	3	4	5
12.	¿Cómo califica la separación de residuos en su lugar de trabajo?								
13.	¿Cómo es el mantenimiento que se realiza a herramientas, maquinaria y equipos en su lugar de trabajo? (Tenga en cuenta, calidad y periodicidad.								
SEIKETSU - ESTANDARIZAR									
14.	¿Cómo califica la señalización para ubicar sus herramientas de trabajo?				1	2	3	4	5
15.	¿Existe un método o guía para la limpieza de los equipos, herramientas y lugares de trabajo?				SI	NO			
16.	¿Existe señalización y delimitación de las áreas de trabajo, maquinaria, equipos y herramientas?								
17.	¿Existe un método o guía para el orden de los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?								
18.	¿Existe un método o guía para seleccionar y clasificar los equipos y herramientas en su lugar de trabajo?								
SHITSIKE - SEGUIMIENTO									
19.	¿Cómo es el seguimiento realizado a la clasificación de materiales y equipos en su lugar de trabajo?				1	2	3	4	5
20.	¿Cómo es el seguimiento realizado al orden de materiales y equipos en su lugar de trabajo?								
21.	¿Cómo es el seguimiento realizado a la limpieza de materiales y equipos en su lugar de trabajo?								
22.	¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?				SI	NO			
OTROS ASPECTOS A EVALUAR									
23.	¿Cómo considera la idea de implementar una herramienta que mejore las condiciones de orden y limpieza en las áreas de producción y mantenimiento?				1	2	3	4	5
24.	¿Cómo es su conocimiento acerca de los indicadores de desempeño de su área?								
25.	¿Cómo es según el nivel de accidentalidad en las áreas de producción y mantenimiento?								

Nota. Autoría propia. Encuesta elaborada con respecto a cada S.

13.2.1 Seiri (clasificar).

Clasificar elementos innecesarios. El primer paso para la implementación de esta etapa consiste en identificar los elementos innecesarios en las áreas de producción y mantenimiento de la empresa. Para desarrollar este primer paso se debe evidenciar los procesos requeridos, esto se puede obtener mediante dos métodos, con tarjetas de color, y grupo de reconociendo. Independiente del método las personas responsables deben plantear las siguientes preguntas:

- ¿Es necesario este elemento?
- ¿si es necesario, se necesita en esa cantidad?
- ¿si es necesario, tiene que estar ubicado aquí?

Grupo de reconocimiento: para ello es importante conformar un grupo con los jefes de cada área a intervenir, en este caso el jefe de mantenimiento y el director de producción y los respectivos supervisores, para realizar la evaluación de estas áreas y de esta manera poder identificar los elementos innecesarios y consignarlos en un documento, este documento nos permite tener el nombre del elemento, su ubicación, cantidad y posible causa y acción pertinente para su disposición final.

Tarjetas de color: Estas tarjetas permiten marcar o “notificar” que en el área de trabajo existen elementos innecesarios y que se debe tomar una medida sobre la situación, esta marcación será realizada por los trabajadores de las áreas implicadas.

Cada tarjeta tiene un color y significado sobre los elementos innecesarios identificados así:

<i>Color</i>	<i>Significado</i>
<i>Azul</i>	Elemento de producción innecesario
<i>Verde</i>	Problema de contaminación
<i>Rojo</i>	Elemento que no pertenece al área

Teniendo marcados los elementos se procede a realizar una lista de estos ítems innecesarios, esta lista permite tener el control y supervisión del destino y uso que se les da. Las tarjetas de color sirven como elemento de control y monitoreo para verificar las condiciones del orden de las áreas seleccionadas, es importante el uso de las tarjetas en relación a la motivación de los trabajadores, para que se desarrolle un entorno limpio y se pueda conservar su lugar de trabajo en óptimas condiciones.

Características de las tarjetas

Las tarjetas pueden ser de diferentes categorías:

- Se elabora una ficha con los colores anteriormente descritos y se asigna un número consecutivo, esta ficha puede tener un hilo o un gancho que permita su ubicación sobre este mismo o los elementos innecesarios, esta ficha indica según su color el problema presente en el área y lugar donde se ubique y en un formato se debe llevar el número correspondiente, la novedad o el problema para darle la respectiva solución.
- La utilización de tarjetas reutilizables, no contienen ninguna información solo el color y la finalidad de la misma es denunciar la presencia de elementos innecesarios en el área de trabajo.
- La utilización de tarjetas de colores fluorescentes, se utiliza estos colores para facilitar la identificación a la distancia, además sirve como control visual a los trabajadores de la presencia de elementos “denunciados”, en estas tarjetas se diligenciará la siguiente información, nombre del elemento innecesario, causas de permanencia en el lugar, plan de acción para su eliminación.

Plan de acción para retirar los elementos que no se necesitan.

Durante la primera etapa Seiri se logra eliminar una gran cantidad de objetos y elementos que no son necesarios, se debe tomar la decisión bien sea de guardar en un sitio de manera ordenada y clasificada o hacer su disposición final si el objeto innecesario definitivamente.

Figura 29.

Ejemplo de tarjeta de colores para identificación de elementos no necesarios.

<p>Nombre del elemento innecesario: _____</p> <p>- Cantidad: _____</p> <p>- Porqué es Necesario?: _____</p> <p>- Área de procedencia: _____</p> <p>- Posibles causas de permanencia en el sitio: _____</p>	<p>Nombre del elemento innecesario: _____</p> <p>- Cantidad: _____</p> <p>- Porqué es Necesario?: _____</p> <p>- Área de procedencia: _____</p> <p>- Posibles causas de permanencia en el _____</p>	<p>Nombre del elemento innecesario: _____</p> <p>- Cantidad: _____</p> <p>- Porqué es Necesario?: _____</p> <p>- Área de procedencia: _____</p> <p>- Posibles causas de permanencia en el _____</p>
<p>1</p>	<p>1</p>	<p>1</p>

Nota. Autoría propia.

Sin embargo, se puede presentar que queden equipos, herramientas o materiales que no se puedan retirar inmediatamente por no tener una decisión clara sobre qué hacer con ellos, pues depende de la gerencia, en estos casos se debe esperar y por lo tanto el material hasta que se decida sobre estos.

Para los casos de las máquinas o materiales que no se puedan retirar inmediatamente se recomiendan estos cuatro pasos

- Mantener el elemento en el mismo sitio
- Mover el elemento a una nueva ubicación dentro de la planta donde no incomode
- Almacenar el elemento fuera del área de trabajo
- Eliminar el elemento

El plan tendrá en cuenta los métodos para la disposición final para eliminar, desechar, vender o devolver al proveedor y posteriormente darle de baja contablemente.

13.2.2. Seiton (ordenar).

Para la futura implementación de Seiton se requiere que los colaboradores se acoplen a una serie de métodos sencillos, esta estrategia básicamente consiste en ejercer el orden a través de la marcación y ayuda de controles visuales, creando estándares mediante elementos gráficos o físico, con la ayuda de números o colores que se emplean para informar fácilmente los siguientes aspectos:

- Ubicación de los elementos
- Frecuencia de lubricación, tipo de lubricante y sitio de aplicación para los equipos
- Estándares diseñados para la actividad que se debe realizar al equipo o proceso
- Ubicación del producto final, proceso y defectuoso si se llega a presentar
- Ubicación de los elementos de aseo, limpieza y residuos (clasificados)
- Para los motores identificar el sentido de giro
- Red eléctrica
- Identificar el sentido de giro de actuadores, válvulas y botones de actuación
- Marcación del flujo de líquido en tuberías
- Para los manómetros identificar las franjas de operación (estándares)
- En el sitio de trabajo, definir el lugar para cada implemento (calculadoras, carpetas, instrumentos, bolígrafos, entre otros)

Para implementar SEITON en la empresa. Se debe tener en cuenta:

a) Ubicación de equipos, implementos y herramientas

En esta parte se pretende definir el lugar de cada instrumento o equipo de forma que se establezca un orden seguro y conveniente, con el fin de facilitar el acceso de los colaboradores al mismo de manera eficiente. Para realizar este paso se debe tener en cuenta:

- Ubicar los elementos en cada sitio de trabajo de acuerdo con su frecuencia de uso, los elementos más frecuentes se ubican más cerca, los elementos de menor uso se ubican fuera del lugar de uso.
- No importa si los elementos se utilizan juntos, se deben almacenar cada uno en el orden de su uso.
- El lugar de almacenamiento de los implementos debe ser más grande que los objetos, para facilitar el acceso y uso
- Disminuir o eliminar la variedad de plantillas, útiles y herramientas que sirven para varias funciones
- Almacenar las diferentes herramientas de acuerdo con su función y/o producto

Para adelantar el primer paso, es muy útil observar directamente cada área de trabajo y la elaboración de un mapa 5's, este gráfico mostrará la ubicación exacta de los elementos que se van a ordenar en cada área.

Este mapa permite identificar la ubicación las herramientas en el almacén, teniendo en cuenta los elementos de seguridad, extintores, pasillos de emergencia, vías de escape archivadores o elementos de la máquina.

Marcación de la ubicación

En cuanto se tenga definido la localización de cada elemento según los ítems anteriormente mencionados, es necesario elaborar un modo con la finalidad de identificar la localización para que cada colaborador sepa en donde está ubicado cada elemento y cuantas cosas hay en cada sitio, para lo anterior se puede utilizar la técnica de marcación de colores o identificación de los contornos:

Marcación con colores: Este método se utiliza para identificar la ubicación de los puestos y áreas de trabajo, ubicación de elementos, materias primas y productos, nivel de fluido en

depósitos, sentido de giro de la maquinaria, entre otros, esta marcación con colores se utiliza para diferenciar las diferentes áreas de trabajo y movimientos, teniendo en cuenta la seguridad y ubicación de los materiales, algunas de las aplicaciones más frecuentes en las líneas de colores son:

- localización zona de materia en proceso
- dirección de pasillos
- ubicación elementos de seguridad
- extintores
- válvulas de agua
- localización herramientas y materiales
- líneas cebra (en estas zonas no se debe colocar ningún objeto ya que estas áreas cuentan con cierto tipo de riesgo)

Identificación en los contornos: este método consiste en utilizar plantillas o dibujos de contornos para identificar el espacio de las herramientas, partes de máquinas, elementos de aseo, entre otros. Para el caso de cajones o archivadores se pueden hacer moldes de espuma con la forma de los elementos que allí se almacenan, al identificar un lugar vacío se podrá determinar rápidamente el objeto faltante.

Otros mecanismos que se pueden utilizar son: letreros, tarjetas e indicadores de cantidad, nombre en áreas de trabajo y rotulando los puntos y zonas de trabajo y especialmente las de lubricación.

Cabe resaltar que las herramientas anteriormente denominadas son básicas y se deben ir implementando conforme a la marcha y necesidad de la dinámica de los colaboradores.

13.2.3. Seiso (limpiar).

SEISO ayuda a crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones. Su proceso de implementación debe apoyarse en un programa de entrenamiento al personal, en el suministro de los elementos necesarios para su realización, así como en el tiempo requerido para su ejecución.

SEISO implica seguir los siguientes pasos:

Campaña o jornada de limpieza. El área de producción y mantenimiento debe organizar una campaña de orden y limpieza. En esta jornada se eliminarán los elementos innecesarios y se limpiarán máquinas, pasillos, pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo.

Esta limpieza inicial constituye el punto de partida de SEISO, ya que se trata de una preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayudará a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones SEISO permitirán mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial. Como evento motivacional compromete a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de las 5S.

Ésta jornada crea la motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza y progresar a etapas superiores SEISO. En ella deben participar todos los operarios del área de producción y mantenimiento, así como el Jefe del Área y el Jefe de Producción.

Por lo tanto, conlleva a planificar el mantenimiento de la limpieza. Una vez ha culminado la jornada de limpieza se hace necesario asignar responsabilidades que permitan mantener las condiciones de limpieza logradas con la campaña; para ello el Jefe del Área debe asignar un contenido de trabajo de limpieza en el departamento de producción y mantenimiento. De esta manera será necesario dividir dicho departamento por área de trabajo (en este caso por máquina y área circundante) y asignar responsabilidades a cada operario. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre el área de responsabilidad de cada persona Preparar el manual de limpieza. Es muy útil la elaboración de un manual de entrenamiento para limpieza. Este manual debe incluir:

- Propósitos de la limpieza.
- Gráfico de asignación de áreas.
- Elementos que se deben utilizar para la limpieza y forma de utilizar estos elementos, tales como detergentes, jabones, agua, escobas, cepillos.
- Elementos de seguridad que se deben utilizar para la limpieza.
- Frecuencia y tiempo medio establecido para la labor de limpieza.

- Mapa de seguridad del equipo que indique los puntos de riesgo que se pueden encontrar durante el proceso de limpieza.
- Estándares para procedimientos de limpieza para que el operario conozca este procedimiento y pueda realizarlo correctamente utilizando eficientemente el tiempo. El estándar puede contener fotografías que sirvan de referencia sobre el estado en que debe quedar el equipo.
- Diagrama de flujo a seguir.

Preparar elementos para la limpieza. Este paso consiste en aplicar el SEITON a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de los mismos.

Implantación de la limpieza. Con SEISO las actividades de limpieza después de la jornada o campaña deben quedar implantadas en el área de Conversión y además deben hacer parte del trabajo rutinario de los operadores.

SEISO implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, los desechos, el polvo y otras materias extrañas de todas las superficies, así como de las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior. La limpieza es una actividad de vital importancia para conocer el equipo e identificar a través de la inspección posibles fallas y averías y en general las mejoras que requiere este; la información que se recoge debe ser consignada en fichas o listas para su posterior análisis y planificación de las acciones correctivas.

Las actividades de limpieza deben incluir la Inspección antes del comienzo de cada turno; la que se realiza durante el trabajo, y la que se hacen al final del turno. Es importante establecer tiempos para estas actividades de modo que lleguen a formar parte de la rutina del trabajo diario.

Durante la limpieza es necesario tomar información sobre las áreas de acceso difícil, ya que en un futuro será necesario realizar acciones de mejora continua para su eliminación, facilitando las futuras limpiezas de rutina.

13.2.4. Seiketsu (estandarizar).

Esta etapa consiste en conservar los logros que se deben adquirir al implementar las tres primeras “S” ya que esta se relaciona directamente a la creación de hábitos para conservar la zona de trabajo en perfectas condiciones.

La limpieza estandarizada consiste en mantener apropiadamente las tres primeras “s” (organización, orden y limpieza) por lo mismo tanto seiketsu no es una actividad como tal, sino que es un estado estandarizado o condición; dado lo anterior para implementar seiketsu de debe:

Asignar trabajos y responsabilidades: para mantener y seguir el desarrollo de las tres primeras s que ya se trabajaron cada colaborador debe conocer sus responsabilidades sobre cuándo, que, y donde tiene que hacer, si no se establece dicha responsabilidad el proceso anterior de las s no se llevara a cabo.

Debe darse las instrucciones necesarias a cada colaborador sobre los trabajos de orden, limpieza y mantenimiento autónomo, algunos estándares pueden ser preparados por los colaboradores, pero esto requiere una formación progresiva y detallada para ir mejorando los tiempos y métodos.

Para asignar las responsabilidades se pueden utilizar las siguientes herramientas:

- Gráfico detallado de asignación de tareas de limpieza (seiso)
- Manual y procedimiento de limpieza
- Tablero de seguimiento de cada s implementada
- Programa de mejora continua con la finalidad de eliminar las tareas de difícil acceso, fuentes contaminantes y procesos de limpieza.

Integración en los trabajos de rutina y seiri, Seiton y seiso

La estandarización de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento y control de las acciones concernientes a limpieza, lubricación y control de los elementos de ajuste y fijación; estos anteriores ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo ya que le mantenimiento de las condiciones básicas es necesario día tras día.

En caso de que se necesite más información se puede recurrir al manual de limpieza preparado para implementar seiso ya que los sistemas de control visual ayudan a realizar vínculos con los estándares, los cuales se pueden evidenciar en:

- Rotulación en los puntos de lubricación
- Delimitación y marcación de los rangos de indicadores de temperatura, presión, flujo y velocidad
- Delimitación secciones de flujo y su dirección, alimentación o rotación para evitar errores en las instalación o conexión
- Caracterización de los lubricantes con colores para identificar el tipo de grasa
- Rotular el filtro, número de banda, medida de cadenas y número de las partes del equipo para ahorrar y optimizar el mantenimiento.
- Marcación líneas neumáticas y cada dispositivo para facilitar la localización de fallas
- Rotular los cables en los tableros y dispositivos para optimizar la identificación de fallas
- Rotular tuercas y tornillos para asegurar su posición inicial y ajuste adecuado.

13.2.4.1 Como auditar esta S.

Ejemplo: en dos áreas de la compañía para mantener las tres S`S iniciales mediante la auditoria por fotos del puesto o área del trabajo cuando se ha realizado las dos primeras S`S para el ejemplo se observará el uso de las tarjetas de colores y su respectiva corrección y esta foto final servirá para auditar el área y su estado.

Nota. Las imágenes y ejemplo se realizaron en el departamento de producción sección molino de perlas, fue desarrollado con ayuda del operario de dicha área y es realizado como ejemplo de modelo solamente.



Fotografías 1, 2 & 3: fotografías tomadas en el área de producción molinos de rodillos desordenado. Fuente propia. (2019).

En las imágenes se evidencia las tarjetas de los tres colores, permitiendo que el operario pueda identificar esos elementos o materiales que no pertenecen al área, el paso siguiente será diligenciar el documento relacionando con el material o elemento señalado para su disposición, este formato lo diligencia el operario y debe esperar respuesta del comité, pero él puede darle la gestión pertinente según el caso, si es retirar o limpiar u ordenar ese tipo de actividades las puede hacer sin esperar la respuesta del comité, sin embargo si debe realiza el registro para llevar un control de elementos removidos, luego de proceder y mover lo innecesario y limpiar si es requerido se procedió a tomar la fotografía que nos servirá como guía para una próxima auditoria en el área determinada. Para este caso el operario retiró los cuñetes donde se transporta la materia prima, limpió la fuga de aceite que está registrada en las fotos anteriores y por último retiró del área de trabajo el carro transportador de la materia prima, después de ordenar se tomaron las siguientes fotografías.



Fotografías 4, 5 & 6. Fuente: fotografías tomadas en el área de producción molinos de rodillos ordenado

Otro ejemplo de estandarizar es en el área de mantenimiento



Fotografías 7 & 8: fotografías tomadas en el área de mantenimiento tornillos sin clasificar.



Fotografía 9: Foto tomada en el área de mantenimiento tornillos clasificados

Antes



Después

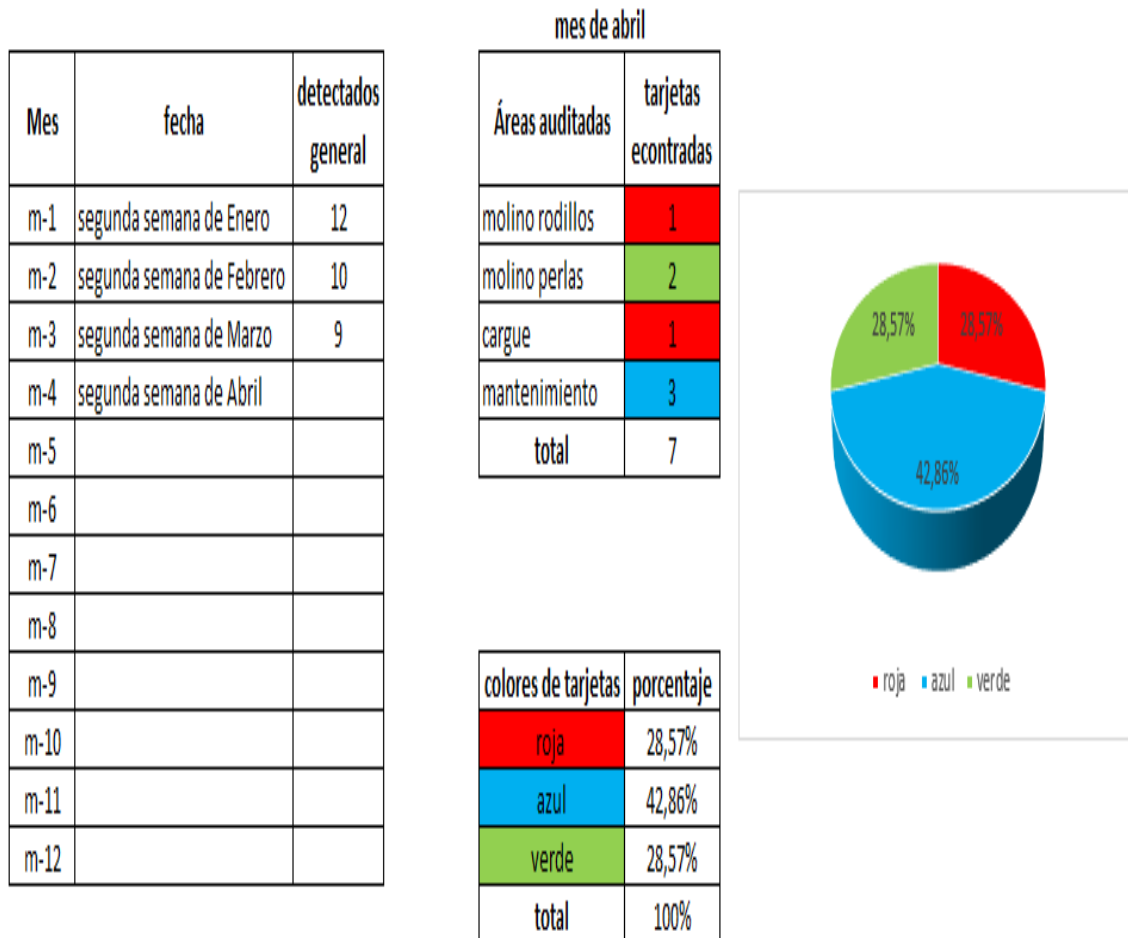




Fotografías 10, 11, 12, & 13. Fuente: fotografías tomadas en el área de molinos de rodillos tornillos antes y después

Figura 30.

Ejemplo de control de tarjeteo por meses y el indicador



Nota. Autoría propia. Ejemplo de control de tarjeteo por meses y el indicador.

El anterior ejemplo ilustra un seguimiento a la evidencia de las tarjetas de colores en cuatro áreas y el respectivo indicador de participación, los datos utilizados son solo un ejemplo de cómo se realizar una auditoría al mes y cuantas tarjetas se evidenciaron en el mismo periodo por cada sección o área auditada. Al realizar este ejemplo se evidenció que las tarjetas que más estaban presente en las diferentes áreas son las azules, este dato nos permite identificar la prioridad que se le debe dar para reducir el porcentaje actual, ya el desarrollo y los planes de acción para cada tarjeta y área será determinado por el comité TPM.

13.2.5. Shitsuke (disciplina).

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, el orden, la limpieza y la estandarización; por lo tanto, esta será, la "S" más difícil de alcanzar e implementar, ya que esta es lo que permite a su vez alcanzar y mantener las tres (3) primeras S (Seiri, Seiton y Seiso).

Dado que la naturaleza humana se resiste al cambio es posible que luego de haber intentado la implementación de las 5'S se vuelva al estado inicial de desorden ante la falta de constancia y disciplina, las cuales sólo existen en la mente y en la voluntad de las personas; sin embargo, al interior de la empresa se deben crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina, para lo que debe trabajar continuamente el Comité TPM mediante las siguientes estrategias:

Visión compartida. Para el desarrollo de una organización es fundamental que exista una convergencia entre la visión de esta y la de sus empleados. Por lo tanto, es necesario que la dirección de la empresa considere la necesidad de liderar esta convergencia hacia el logro de metas comunes de prosperidad de las personas, clientes y organización.

Una forma de lograr este fin consiste en la creación de estándares a través de espacios de trabajo conjunto entre la empresa y los trabajadores, en los cuales se les dará a los empleados participación en la elaboración de sus propios patrones y pautas de trabajo, contando siempre con la asesoría de una persona capacitada en el tema de diseño de estándares y mantenimiento. Esto permitirá una actitud de entrega y respeto a los estándares y buenas prácticas de trabajo.

Formación. La implementación de las 5S no parte de una orden dada mediante un documento "Implante las 5S". Es necesario educar e introducir mediante el entrenamiento de "aprender haciendo" cada una de las S.

Para lograr una formación efectiva se hace necesario seguir algunas de las siguientes recomendaciones:

Es necesario que los empleados participen activamente en las etapas de sensibilización e implementación de la filosofía de las 5'S en el área de producción y mantenimiento.

No es muy efectivo construir "carteles" con frases, eslóganes y caricaturas divertidas como medio para sensibilizar al trabajador. Estas técnicas inicialmente resultan útiles, pero es posible que pierdan su propósito debido a la costumbre o que durante la campaña SEIRI sea necesario eliminar dichos carteles, ya que pueden ser considerados innecesarios al no hacer parte del trabajo.


Este proceso, al igual que todos los procesos de creación de cultura y buenos hábitos en el trabajo se logran preferiblemente con el ejemplo. No se les puede pedir a los operarios que mantengan sus puestos de trabajo en orden, si los jefes tienen desordenados sus escritorios o áreas de trabajo.

13.2.5.1. Plan de auditoria.

Cada cuanto se ha de auditar, se auditará cada dos semanas y la auditoria la realizara el supervisor del área o el jefe de producción, si al realizar el plan de auditoría y los resultados son que no se cumple en un 70% del cumplimiento de los ítems, el área no cuenta los requerimientos básicos para su buen funcionamiento por lo cual se procederá, antes de iniciar labores a mejorar las condiciones del área, para poder contar con los requerimientos necesarios según el plan de auditoría. El siguiente es un ejemplo de formato para el desarrollo de una auditoria para el área de molino de perlas.

Figura 30.

Plan de auditoría

		PLAN DE AUDITORIA	
ÁREA	PRODUCCIÓN	RESPONSABLE	
ENCARGADO DE AUDITORIA			
SECCIÓN	MOLINO DE RODILLOS	FECHA	
			
COMPONENTES A REVISAR EN EL AREA DE MOLINO DE PERLAS, LA IMAGEN HACE REFERENCIA A LAS CONDICIONES OPTIMAS DEL AREA			
		CUMPLE	NO CUMPLE
1	Contar con la iluminación necesaria para la labor		
2	Optimas condiciones de las correas del motor principal		
3	Bandeja de caída de producto limpia		
4	Rodillos sin residuos de productos anteriores		
5	Luz entre los molinos adecuada según el producto		
6	Flujo de agua de refrigeración		
7	Limpieza del piso, sin derrames ni salpicaduras		
8	El área en general tenga fácil acceso sin elementos innecesarios		

Nota. Autoría propia.

14. Mantenimiento autónomo

14.1. Generalidades del mantenimiento autónomo

La finalidad de este pilar consiste en que los colaboradores se adueñen de su proceso y establezcan sus condiciones de operación, incluye actividades básicas del mantenimiento las cuales son establecidas por los colaboradores con la asistencia del personal de mantenimiento y se realiza día a día como parte del proceso.

Para lograr que una máquina funcione eficientemente se deben mantener sus condiciones básicas (limpieza, lubricación y ajuste) es ahí donde cada colaborador crea un sentido de pertenencia y cuida su propio equipo realizando cotidianamente las siguientes actividades: inspección, lubricación, apriete, cambios de partes, detección temprana de anomalías, reparaciones, revisión de alineación y precisión del equipo.

Para abordar este pilar en la empresa se divide en las siguientes actividades:

- Preparación
- Limpieza e inspección inicial
- Fuentes de Contaminación y Áreas de difícil acceso
- Estándares Provisionales de Inspección

Dado que es una propuesta para su futura implementación se brindará una serie de ejemplos con algunas máquinas de la empresa, con la finalidad de dar un punto de inicio para las demás máquinas.

14.1.1. Preparación.

La preparación pretende comprender la necesidad del mantenimiento autónomo y las condiciones básicas, involucrando al colaborador con un sentido de pertenencia hacia la máquina y el proceso.

Para desarrollar esta actividad se realizará con los siguientes pasos:

Comprender el objetivo:

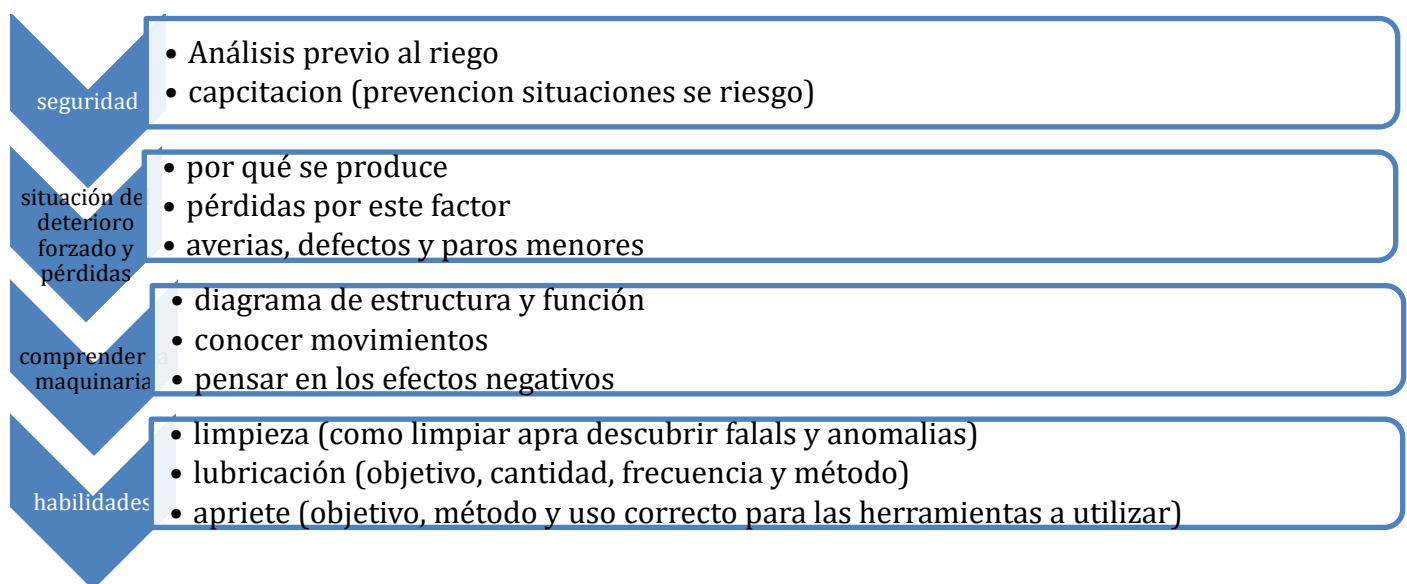
¿Por qué Mantenimiento Autónomo?

Este pilar es fundamental dado que crea el desarrollo de los operadores, mejora las condiciones de la maquinaria y apoya el avance cultural; partiendo de lo anterior encontramos que el colaborador crea un sentido de pertenencia hacia su proceso y maquinaria lo cual facilita su mejor funcionamiento y optimiza el proceso de mantenimiento y a su vez el colaborador aumenta sus conocimientos lo cual le otorga la capacidad de entender las partes y función de la máquina, evidenciar causas de posibles anomalías y detectar problemas de calidad, así mismo identifica las causas e inicia soluciones, logrando así avanzar en los procesos en la compañía y evitando posibles pérdidas o contratiempos en dichos procesos, adicional a esto el colaborador se compromete entre las funciones del mantenimiento y la producción lo cual ayuda a obtener mejores resultados aportando así mejores y más esfuerzos para la mejora de la empresa

¿Por qué ordenar condiciones básicas?

Las condiciones básicas son: limpieza, lubricación y ajuste; las cuales facilitan mucho la labor del mantenimiento ya que son actividades que generalmente no demandan mucho tiempo si se realizan constantemente y se pueden optimizar si son realizadas por el colaborador que opera la máquina, reduciendo así las posibles fallas, defectos de calidad y accidentes.

Elaboración de plan:



Análisis previo al riesgo

Esta herramienta consiste en realizar un estudio previo y detallado de todas las fases de un trabajo con la finalidad de evidenciar las posibles problemáticas que pueden ocurrir durante la ejecución de dicha labor, para contribuir a un clima de trabajo seguro (cero accidentes = analizar y prevenir los riesgos).

Partiendo de lo anterior se establece el formato PMAPR-01 “análisis previo de riesgo” para su futura implementación en la empresa.

Figura 31.

Análisis previo de riesgo 1

ANÁLISIS PREVIO DE RIESGO (APR)		PMAPR-01	
		VERSIÓN: 1	
		FECHA: 17/08/2018	
FECHA DE ELABORACION:	DIA	MES	AÑO
VALIDO HASTA:	DIA	MES	AÑO
NOMBRE DE LA PERSONA QUE REALIZA EL TRABAJO:			
PERSONAL PROPIO	<input type="checkbox"/>	PERSONAL EXTERNO	<input type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR			
ÁREA DONDE SE REALIZA			
MÁQUINA O EQUIPO DONDE SE VA A REALIZAR EL TRABAJO			
CONTIENE EL SIGUIENTE CUESTIONARIO ANTES DE INICIAR EL TRABAJO:			
PREGUNTA	SI	NO	SI MARCA NO ESPECIFIQUE
Se cuenta con el personal adecuado para este trabajo			
se cuenta con el equipo y herramientas adecuado			
conoce los riesgos del área donde realizará el trabajo			
para este trabajo conoce el procedimiento seguro			
sabe como delimitar, bloquear o candear el área de trabajo			
ya avisó a su jefe y al jefe de área para que le autorice este trabajo			
ANÁLISIS DE LA TAREA			
PASO DEL TRABAJO	RIESGO DETECTADO EN ESTE PASO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	
NOMBRE Y FIRMA DEL COLABORADOR QUE REALIZA EL APR:		NOMBRE Y FIRMA DEL COLABORADOR RESPONSABLE DE REVISAR EL APR ANTES DE REALIZAR EL TRABAJO	
QUIEN ELABORÓ: BRAVIAN PATACOLINA		QUIEN REVISÓ: DANIELY NIÑO	
		QUIEN APROBÓ: RICARDO CONTRERAS	

Nota. Autoría propia.

Figura 32.

Análisis previo al riesgo 2

ANÁLISIS PREVIO DE RIESGO (APR)		PSAPR-02						
		VERSIÓN: 2						
		FECHA: 17/03/2019						
FECHA DE ELABORACION:	<table border="1"> <tr> <td>DIA</td> <td>MES</td> <td>AÑO</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	DIA	MES	AÑO				
DIA	MES	AÑO						
VALIDO HASTA:	<table border="1"> <tr> <td>DIA</td> <td>MES</td> <td>AÑO</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	DIA	MES	AÑO				
DIA	MES	AÑO						
ANÁLISIS DE LA TAREA								
PASOS DEL TRABAJO	RIESGO DETECTADO EN ESTE PASO	MEASURAS DE PREVENCIÓN						
NOMBRE Y FIRMA DEL COLABORADOR QUE REALIZA EL APR		NOMBRE Y FIRMA DEL COLABORADOR RESPONSABLE DE REVISAR EL APR ANTES DE REALIZAR EL TRABAJO						
QUIEN ELABORÓ: BRAHMAN PATACOLUVA		QUIEN REVISÓ: ZANESKY RUANO						
QUIEN APROBÓ: RICARDO CORRAL								

Nota. Autoría propia.

Para conocer, entender e identificar los riesgos de la máquina se detallará un ejemplo con base en el molino de rodillos de la siguiente forma:

Molino de rodillos

Los molinos de rodillos son máquinas industriales que son usadas para descomponer y procesar ingredientes y/o materiales. Estos molinos se usan en una gran variedad de industrias, en este caso el molino es usado en la industria de pinturas. Consiste básicamente en que los dos rodillos giran en la misma dirección a distinta velocidad. Algunos funcionan con rodillos lisos o corrugados, estriados o endentados para posibilitar una acción cortante,

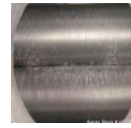
la mayoría de molinos cuentan con la opción de modificar la luz entre los rodillos para controlar el tamaño del producto que se está procesando.



corrugado



dentado



liso

Los molinos de rodillos funcionan triturando y moliendo materiales entre sus dos grandes rodillos, estos comprimen los materiales de la misma manera que lo haría un molino de vapor, el cual reduce el material procesado en pulpa o polvo, en la empresa se utiliza para compactar algunos productos, que en la organización se conocen como bases o chip, usados para dar determinados colores a la pintura.

Elementos importantes en la molienda

Existen una serie de elementos importantes que influyen en la molienda de los materiales, estos son:

1. Velocidad crítica
2. Relaciones entre los elementos variables de los molinos
3. Tamaño máximo de los elementos moledores
4. Volumen de carga
5. Potencia
6. Tipos de moliendo: húmeda o seca

Funcionamiento:

El molino consta de un motor eléctrico que alimenta un conjunto de piñones que transforma la velocidad del motor en potencia mecánica que básicamente es la que permite mover los dos cilindros, este juego de piñones esta lubricado y refrigerado por aceite, además los rodillos en su estructura interna tiene entrada y salida de agua que permite refrigerar los cilindros que suben su temperatura por la fricción realizada, en medio de los dos cilindros se coloca el material a moler que en la empresa son pigmentos, resinas y nitrocelulosa la que hace el proceso delicado por su inflamabilidad.

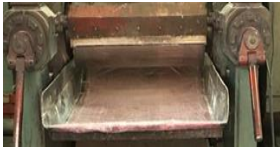
Se tomaron fotos de la máquina en cuestión y se procede a hacer un despiece de sus componentes.



Motor eléctrico



conjunto de piñones



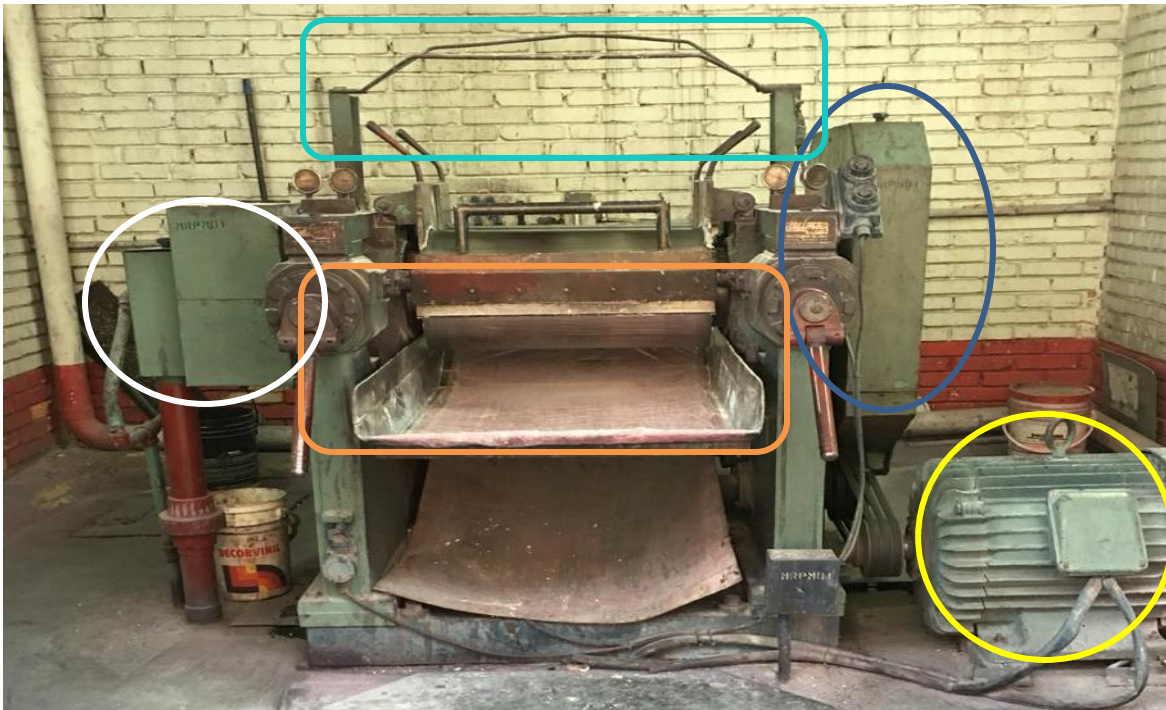
Soporte para ajustar luz entre rodillos



Entrada y salida de agua para refrigerar molino



Bloqueo de seguridad de rodillos, se detienen instantáneamente Y realiza unos pequeños giros en dirección contraria a la habitual.



Fotografías 14, 15, 16, 17, 18, 19 20 & 21. Fuente: fotografías tomadas en el área de molinos de rodillos



Fotografías 22. Fuente: fotografías tomadas en el área de molinos de rodillos

Riesgos evidenciados en el uso del molino de rodillos.

Riesgo	Zona o área
Atrapamiento y pérdida de extremidad	Cilindros del molino
Eléctrico	Cableado del molino
Físico	Molino, se opera de pie
Físico	Molino, vibración

Riesgo de atrapamiento

El riesgo de atrapamiento puede darse en los rodillos al tener contacto con estos. Los daños que pueden darse principalmente son lesiones leves como heridas, cortes, desgarros, etc., producto del atrapamiento de algún miembro; o bien, lesiones graves, menos frecuentes pero si posibles, con aplastamiento, pérdida o amputación de algún miembro (mano, dedos, etc.).

Medidas preventivas

Respetar los procedimientos de trabajo establecidos, así como lo indicado por el fabricante.

para el manejo de las máquinas y equipos de trabajo. Las operaciones de limpieza, mantenimiento preventivo y reparación de estos equipos deben realizarse SIEMPRE con las máquinas paradas y a cargo de personal especializado.

Riesgo eléctrico.

Conexiones eléctricas, cables e interruptores. Incendio - explosión. electrización, pequeñas reacciones musculares. Electrocutión. Shock doloroso, dificultad para respirar, quemaduras.

Prevención

Verificar que las conexiones y cables se encuentran recubiertos de material aislante y procurar no tener contacto con los mismos

Componentes molino de rodillos

Figura 33

Componentes molinos de perlas

	<p>Tubos industriales</p> <table border="1"> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>Hasta 50 años</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>EMT y RMC</td> </tr> </table>	Durabilidad	Hasta 50 años	Tipo	EMT y RMC	<p>DESCRIPCIÓN : Por los tubos industriales se encuentra el cableado eléctrico del molino, estos tubos también son utilizados en su estructura.</p>		
Durabilidad	Hasta 50 años							
Tipo	EMT y RMC							
	<p>Manómetros</p> <table border="1"> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>entre 6 - 7 años</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>presión hidráulica</td> </tr> </table>	Durabilidad	entre 6 - 7 años	Tipo	presión hidráulica	<p>DESCRIPCIÓN : El molino cuenta con cuatro manómetros que indican la presión del aceite que está lubricando la estructura interna de los cilindros.</p>		
Durabilidad	entre 6 - 7 años							
Tipo	presión hidráulica							
	<p>Juego de engranajes</p> <table border="1"> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>más 50 años</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>mecánico</td> </tr> <tr> <td>Lubricación</td> <td>grasa de litio</td> </tr> </table>	Durabilidad	más 50 años	Tipo	mecánico	Lubricación	grasa de litio	<p>DESCRIPCIÓN : Los engranajes son los que por medio de las correas producen el movimiento a los cilindros, este debe ir siempre lubricado con grasa de litio.</p>
Durabilidad	más 50 años							
Tipo	mecánico							
Lubricación	grasa de litio							
	<p>Correas industriales</p> <table border="1"> <tr> <td>Vida útil</td> <td>25,000 horas</td> </tr> <tr> <td>Retensado</td> <td>10 veces</td> </tr> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>6 años</td> </tr> </table>	Vida útil	25,000 horas	Retensado	10 veces	Durabilidad	6 años	<p>DESCRIPCIÓN : Las correas son utilizadas en el molino para transformar la velocidad del motor en energía mecánica para los molinos, el molino cuenta con cinco correas.</p>
Vida útil	25,000 horas							
Retensado	10 veces							
Durabilidad	6 años							
	<p>Tuercas industriales</p> <table border="1"> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>entre 7- 8 años</td> </tr> <tr> <td>Tipos</td> <td>Cónicas, cilíndricas, hexagonal, de seguridad</td> </tr> </table>	Durabilidad	entre 7- 8 años	Tipos	Cónicas, cilíndricas, hexagonal, de seguridad	<p>DESCRIPCIÓN : En el molino se encuentran varias tuercas industriales fijando tubos, asegurando piezas, etc. Asegurando el buen funcionamiento del mismo</p>		
Durabilidad	entre 7- 8 años							
Tipos	Cónicas, cilíndricas, hexagonal, de seguridad							
	<p>Interruptores</p> <table border="1"> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>entre 4- 5 años</td> </tr> <tr> <td>Tipos</td> <td>de enclavamiento</td> </tr> </table>	Durabilidad	entre 4- 5 años	Tipos	de enclavamiento	<p>DESCRIPCIÓN : El interruptor que tienen el molino es para encenderlo y para apagarlo, sin embargo el molino cuenta con una palanca de seguridad que bloquea el molino para la marcha y devuelve la marcha por cinco segundos en caso de atrapamiento.</p>		
Durabilidad	entre 4- 5 años							
Tipos	de enclavamiento							
	<p>Motobomba</p> <table border="1"> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>hasta 10 años según uso</td> </tr> <tr> <td>Alimentación</td> <td>eléctrica</td> </tr> </table>	Durabilidad	hasta 10 años según uso	Alimentación	eléctrica	<p>DESCRIPCIÓN : La moto bomba se encarga de recircular el agua que se encuentra en un tanque de almacenamiento, con el fin de mantener y regular la temperatura del molino, que aumenta por la fricción del producto a moler y sus dos rodillos</p>		
Durabilidad	hasta 10 años según uso							
Alimentación	eléctrica							

Nota. Autoría propia.

OPL's y ejemplos.

La lección de un punto es una herramienta que se utiliza para resaltar algunos puntos clave acerca del funcionamiento, uso y aprendizaje, a través de dibujos y comentarios cortos. Facilitando así la disminución de posibles problemas que suceden, pero son fáciles de prevenir.

Adicionalmente se debe diligenciar a que indicador o rubro de planta impacta cada OPL:

P: productividad

Q: Calidad

C: costo

D: defectos

S: seguridad

Figura 34.

lecciones de punto ejemplo

OPL LECCIÓN DE PUNTO		P	#OPL	PMOPL-01
		Q		VERSION: 1
		C	ANEXO	
		D		FECHA: 17/03/2019
		S	FECHA	
		M		
 <p>Utilizar los elementos de protección</p>				
ÁREA:	MAQUINA:	SECCIÓN:		
APLICA A:	<input type="checkbox"/> AJUSTE	<input type="checkbox"/> LIMPIEZA	<input type="checkbox"/> LUBRICACION	<input type="checkbox"/> INSPECCION
ESPECIALIDAD:	<input type="checkbox"/> MECANICO	<input type="checkbox"/> ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/> INSTRUMENTACION	<input type="checkbox"/> HIDRÁULICO
	<input type="checkbox"/> NEUMÁTICO	<input type="checkbox"/> OTRAS: _____		
ELABORADO POR:	AUTORIZADO POR:			
QUIEN ELABORÓ: BRAYAN PATAQUIVA	QUIEN REVISÓ: ZAMMY RIAÑO	QUIEN APROBÓ: RICARDO CONTRERAS		

Nota. Autoría propia.

Figura 35.

Lecciones de punto ejemplo.

OPL LECCIÓN DE PUNTO		F	NOPL	PMOPL-01
		Q		VERSION: 1
		C	ANEXO	FECHA: 17/03/2019
		D		
		S	FECHA	
		M		
 <p>No olvide encender la moto bomba para que el agua pueda circular y refrigerar el sistema</p>				
AREA:	MAQUINA:	SECCIÓN:		
APLICA A:	<input type="checkbox"/> AJUSTE	<input type="checkbox"/> LIMPIEZA	<input type="checkbox"/> LUBRICACION	<input type="checkbox"/> INSPECCION
ESPECIALIDAD:	<input type="checkbox"/> MECANICO	<input type="checkbox"/> ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/> INSTRUMENTACION	<input type="checkbox"/> HIDRÁULICO
				<input type="checkbox"/> NEUMÁTICO
				<input type="checkbox"/> OPERACIÓN
ELABORADO POR:		AUTORIZADO POR:		
QUIEN ELABORÓ: BRAYAN PATAQUIVA		QUIEN REVISÓ: ZAMMY RIANO		QUIEN APROBÓ: RICARDO CONTRERAS

Nota. Autoría propia.

Figura 36.

Lecciones de punto ejemplo.


OPL LECCIÓN DE PUNTO		P	#OPL	PMOPL-01 VERSION: 1 FECHA: 17/03/2015
		Q		
		C	ANEXO	
		D		
		S	FECHA	
M				
 <p>antes de utilizar el equipo verificar los elementos a moler y mezclar (check list) según la orden de producción</p>				
ÁREA: <input type="text"/> MAQUINA: <input type="text"/> SECCIÓN: <input type="text"/>				
APLICA A: <input type="checkbox"/> AJUSTE <input type="checkbox"/> LIMPIEZA <input type="checkbox"/> LUBRICACIÓN <input type="checkbox"/> INSPECCIÓN <input type="checkbox"/> OTRAS: <input type="text"/>				
ESPECIALIDAD: <input type="checkbox"/> MECÁNICO <input type="checkbox"/> ELÉCTRICO <input type="checkbox"/> INSTRUMENTACIÓN <input type="checkbox"/> HIDRÁULICO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICO <input type="checkbox"/> OPERACIÓN				
ELABORADO POR:			AUTORIZADO POR:	
QUIEN ELABORÓ: BRAYAN PATACUIVA			QUIEN REVISÓ: ZAMMY RIAÑO	
QUIEN APROBÓ: RICARDO CONTRERAS				

Nota. Autoría propia.

14.1.2. Limpieza e inspección inicial.

Figura 37.

Lecciones de punto ejemplo

OPL LECCIÓN DE PUNTO		P	#OPL	PMOPL-01
		Q		VERSION: 1
		C	ANEXO	
		D		FECHA: 17/03/2019
		S	FECHA	
		M		
 <p>advertencia, tener las manos lejos del rodillo ya que se puede afectar su seguridad física</p> <p>riesgo de atrapamiento</p>				
AREA: <input type="text"/> MAQUINA: <input type="text"/> SECCIÓN: <input type="text"/>				
APLICA A: <input type="checkbox"/> AJUSTE <input type="checkbox"/> LIMPIEZA <input type="checkbox"/> LUBRICACIÓN <input type="checkbox"/> INSPECCIÓN <input type="checkbox"/> OTRAS: <input type="text"/>				
ESPECIALIDAD: <input type="checkbox"/> MECANICO <input type="checkbox"/> ELÉCTRICO <input type="checkbox"/> INSTRUMENTACIÓN <input type="checkbox"/> HIDRÁULICO <input type="checkbox"/> NEUMÁTICO <input type="checkbox"/> OPERACIÓN				
ELABORADO POR:			AUTORIZADO POR:	
QUIEN ELABORO: BRAYAN PATAQUIVA			QUIEN REVISÓ: ZAMMY RIAÑO	
QUIEN APROBÓ: RICARDO CONTRERAS				

Nota. Autoría propia.

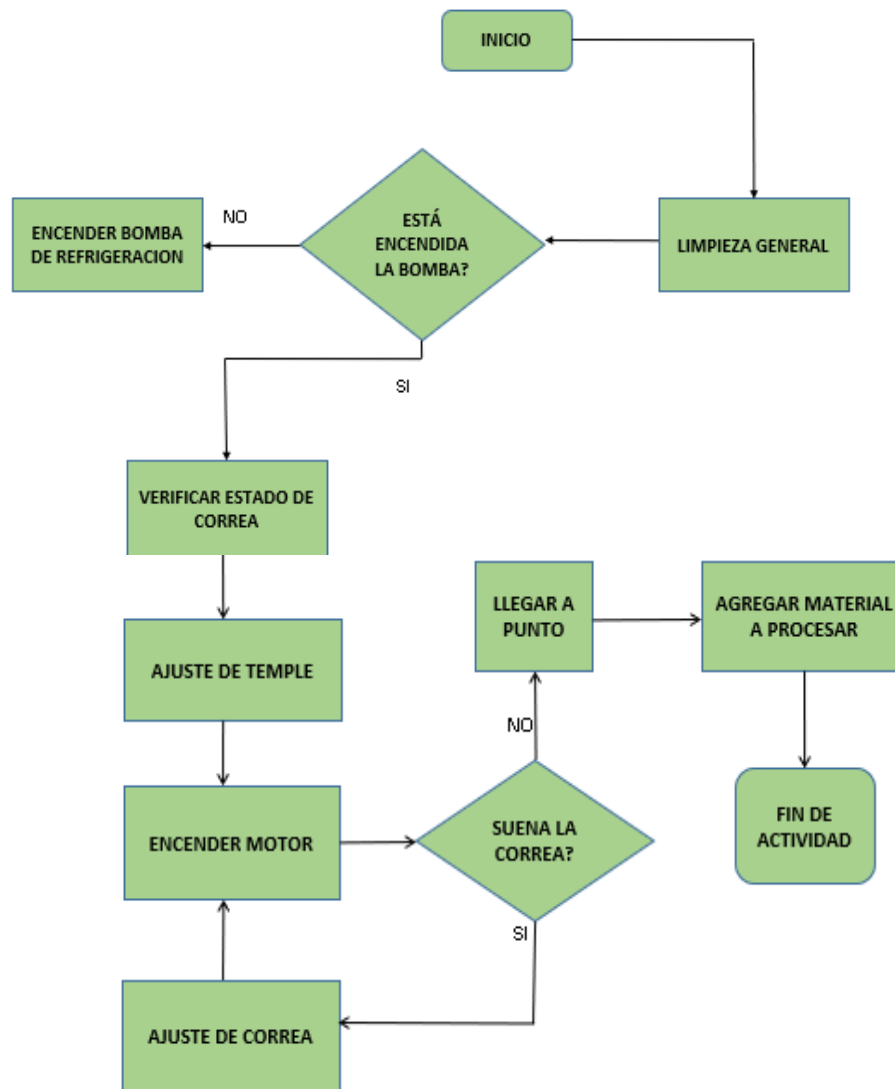
Tabla 2.

Actividades a desarrollar mantenimiento autónomo ejemplo

ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA EL ÁREA DE MOLINOS DE RODILLOS		
		REALIZADA
1	Encender las luces si es necesario	✓
2	Revisar temple de correas	✓
3	Revisar que la bandeja de caída de P.T este limpia	✓
4	Revisar limpieza de los cilindros	✓
5	Ajustar según sea el requerimiento la luz entre cilindros	✓
6	Encender la motobomba refrigerante	✓
7	Revisar que el piso no tenga derrames de ningun tipo	✓
REALIZADO POR :		FECHA:

Nota. Autoría propia.

MOLINO DE RODILLOS											
	Correas industriales										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Vida util</td> <td style="width: 50%;">25,000 horas</td> </tr> <tr> <td>Retensado</td> <td>10 veces</td> </tr> <tr> <td>Durabilidad</td> <td>6 años</td> </tr> </table>	Vida util	25,000 horas	Retensado	10 veces	Durabilidad	6 años	DESCRIPCIÓN : Las correas son tulizadas en el molino para transformar la velocidad del motor en energía mecánica para los molinos, el molino cuenta con cinco correas.				
Vida util	25,000 horas										
Retensado	10 veces										
Durabilidad	6 años										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">MAQUINA:</td> <td style="width: 50%;">MOLINO DE RODILLOS</td> </tr> <tr> <td>CODIGO:</td> <td>2015485</td> </tr> <tr> <td>CODIGO DE PIEZA:</td> <td>ML0214</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td>13/11/2018</td> </tr> <tr> <td>OPERARIO:</td> <td>PEDRO VELANDIA</td> </tr> </table>	MAQUINA:	MOLINO DE RODILLOS	CODIGO:	2015485	CODIGO DE PIEZA:	ML0214	FECHA:	13/11/2018	OPERARIO:	PEDRO VELANDIA	
MAQUINA:	MOLINO DE RODILLOS										
CODIGO:	2015485										
CODIGO DE PIEZA:	ML0214										
FECHA:	13/11/2018										
OPERARIO:	PEDRO VELANDIA										
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">HORA DE INICIO</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>HORA DE FINALIZACION</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ESTADO DE LA MAQUINA</td> <td></td> </tr> </table>	HORA DE INICIO		HORA DE FINALIZACION		ESTADO DE LA MAQUINA					
HORA DE INICIO											
HORA DE FINALIZACION											
ESTADO DE LA MAQUINA											



Nota. Autoría propia. *Diagrama actividades molino rodillos revisión correa.*

En esta actividad se pretende abarcar la limpieza inicial del equipo a conciencia, señalando defectos menores con tarjetas (detección), corregir posibles defectos (restauración). El objetivo principal de este paso es eliminar la suciedad de la maquinaria para prevenir el deterioro forzado, haciendo evidentes los defectos potenciales y evitar posibles averías. Para la limpieza inicial se establece utilizando la información del paso anterior, se tomará como ejemplo las correas industriales del molino de rodillos detallando la máquina, función, vida útil, entre otros datos que se recopilan a continuación con la finalidad de realizar un diagrama de proceso de las correas industriales y su proceso de verificación (limpieza).

Tarjeteo de defectos

Esta actividad nos sirve para identificar las averías y defectos, así como algunas condiciones inseguras de la maquinaria, llevando al mismo tiempo una estadística como va mejorando el área conforme se detecta y se hace la respectiva restauración.

Se van manejar los siguientes tipos de tarjetas:

Tarjeta de operación:

Figura 39

Tarjeta de defectos operación

TARJETA DE INSPECCION TPM		OPERACIÓN	
		FOLIO:	FECHA DE TARJETEO:
PERSONA QUE ENCONTRÓ EL DEFECTO O FALLA:			
ÁREA:	UBICACIÓN:	EQUIPO:	
DESCRIPCIÓN FALLA O DEFECTO:			
ACCION CORRECTIVA O CONTRAMEDIDA:			
PERSONA QUE EFECTUO LA ACCION CORRECTIVA:			
FECHA DE ACCIÓN CORRECTIVA:			

Nota. Autoría propia.

Esta tarjeta hace referencia a defectos menores los cuales no necesitan conocimientos amplios o específicos y pueden ser reparados por los colaboradores si se tiene un conocimiento básico y las herramientas necesarias.

Ejemplo:

Tuerca sin apretar

Falta de tornillo

Quitar equipo sin uso

Figura 40.

Tarjeta de defectos mantenimiento

TARJETA DE INSPECCION TPM	MANTENIMIENTO		
	FOLIO:		FECHA DE TARJETEO:
	PERSONA QUE ENCONTRÓ EL DEFECTO O FALLA:		
	ÁREA:	UBICACIÓN:	EQUIPO:
	DESCRIPCIÓN FALLA O DEFECTO:		
	ACCION CORRECTIVA O CONTRAMEDIDA:		
	PERSONA QUE EFECTUO LA ACCION CORRECTIVA:		
	FECHA DE ACCIÓN CORRECTIVA:		

Nota. Autoría propia.

Esta tarjeta hace referencia aquellos defectos que requieren un grado de conocimiento amplio o más específico y requieren de la participación del personal de mantenimiento

Ejemplo:

Cambio de partes averiadas

Fugas

Equipo desengrasado

Figura 41.

Tarjeta de defectos seguridad

TARJETA DE INSPECCION TPM	SEGURIDAD		
	FOLIO:		FECHA DE TARJETEO:
	PERSONA QUE ENCONTRÓ EL DEFECTO O FALLA		
	ÁREA:	UBICACIÓN:	EQUIPO:
	DESCRIPCIÓN FALLA O DEFECTO:		
	ACCION CORRECTIVA O CONTRAMEDIDA:		
	PERSONA QUE EFECTUO LA ACCION CORRECTIVA:		
	FECHA DE ACCIÓN CORRECTIVA:		

Nota. Autoría propia.

Esta tarjeta hace referencia a condiciones inseguras las cuales ponen en riesgo la salud de los colaboradores.

Ejemplo:

Cables expuestos

Maquinaria sin rejillas

Falta de guardas en piezas móviles

Control de defectos para mantenimiento autónomo

Para establecer un control se propone el siguiente ejemplo para identificar el comportamiento de los defectos, reparaciones y responsables:

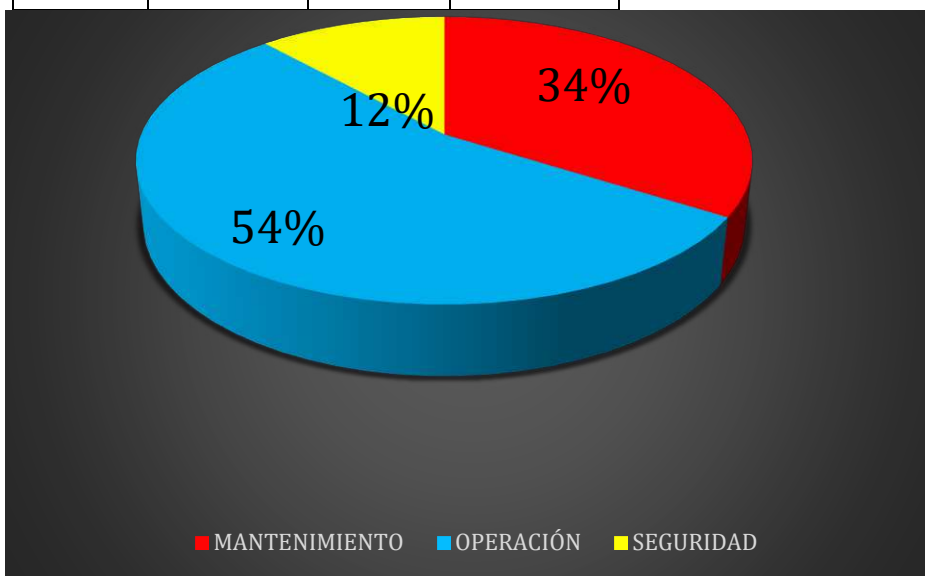
Figura 42.

Control de defectos por manteto autónomo porcentaje de tarjetas evidenciadas según color

SEMANA	FECHA	DEFECTOS	REPARADOS
S-1	1/02/2019	11	8
S-2	8/02/2019	16	13
S-3	15/02/2019	33	24
S-4	22/02/2019	43	37
S-5	1/03/2019	51	48
S-6	7/03/2019	63	57
S-7	15/03/2019	63	57
S-8	22/03/2019	77	69
S-9	29/03/2019	85	79
S-10	5/04/2019	94	83
S-11			
S-12			
S-13			
S-....			
S-52			

COLABORADOR	DETECTADOS	REPARADOS
ANA	25	23
JUAN	37	31
MANUEL	18	18
PEDRO	14	11
TOTAL	94	83

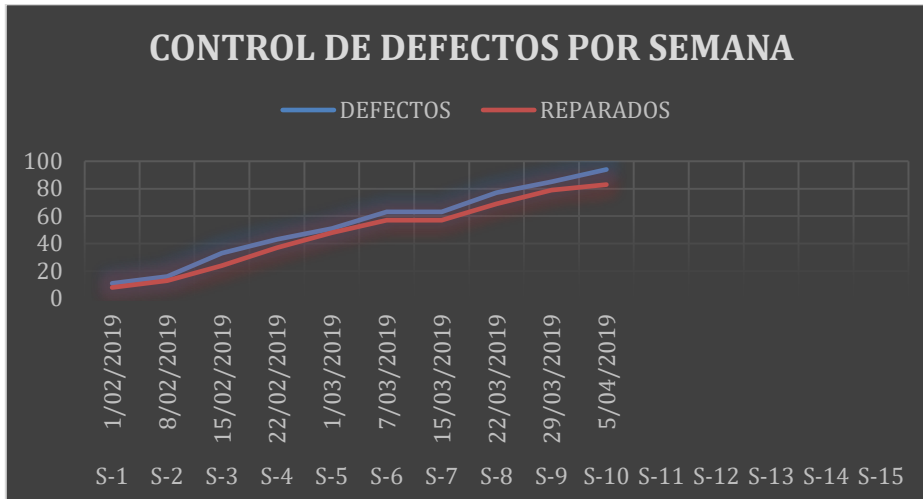
DEPENDENCIA	CANTIDAD	PORCENTAJE
MANTENIMIENTO	32	34%
OPERACIÓN	51	54%
SEGURIDAD	11	12%
TOTAL	94	100%



Nota. Autoría propia.

Figura 43.

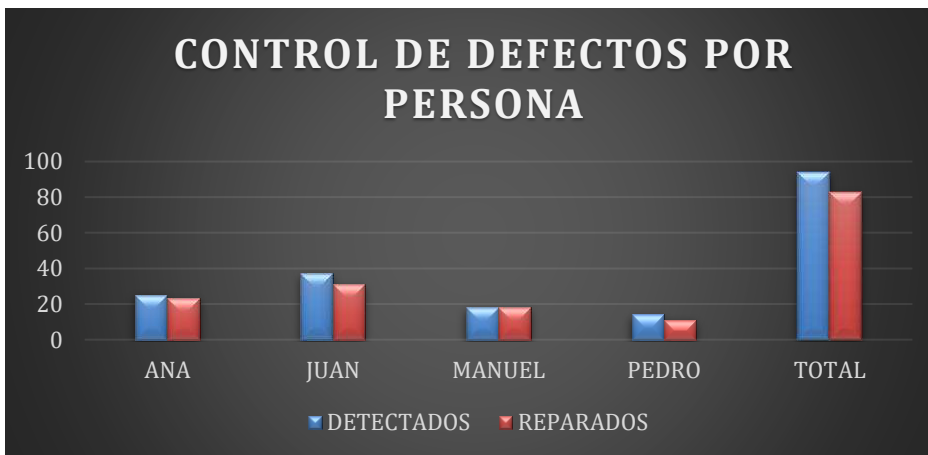
Control de defectos por mantenimiento por semana



Nota. Autoría propia.

Figura 44.

Control de defectos por mantenimiento por semana



Nota. Autoría propia.

El anterior ejemplo ilustra un seguimiento a la evidencia de las tarjetas de defectos y el respectivo indicador de participación, los datos utilizados son solo un ejemplo de cómo se realizar una auditoría al mes, cuantas tarjetas se evidenciaron en el mismo periodo y el colaborador y la relación detectados y reparados. Al realizar este ejemplo se evidencio que las tarjetas que más estaban presente en las diferentes áreas son las azules, este dato nos permite identificar la prioridad que se le debe dar para reducir el porcentaje actual, ya el desarrollo y los planes de acción para cada tarjeta y área será determinado por el comité TPM

14.1.3. Fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso.

En este paso se busca eliminar las fuentes de contaminación y las áreas que presenten acceso difícil con el fin de reducir el tiempo necesario para mantener condiciones básicas (limpieza, lubricación y ajuste).

Para las áreas de difícil acceso se buscará:

- Reducir el tiempo de limpieza
- Simplificar la limpieza y la inspección

Para las fuentes de contaminación

- Eliminar contaminantes desde origen
- Controlar salpicaduras

Ejemplo mapa fuentes de contaminación máquina (molino de rodillos)



Fotografía 24. Autoría propia, control de fuentes de contaminación.

Contenido de la fotografía

No.	parte	Contenido
1.	Rodillos	Suciedad por fuga de liquido
2.	Motor principal	Salpicadura de grasa lubricante
3.	Enfriamiento	Fuga de agua
4.	Lubricación sistema de piñones	Fuga de aceite

La máquina seleccionada es de fácil desarme y no presenta áreas de difícil acceso sin embargo si presenta fuentes de contaminación la mayoría por líquidos que regulan la temperatura de la máquina

Como este ejemplo se debe desarrollar para cada máquina que interviene en el proceso de mejora, para este trabajo las áreas mantenimiento y producción.

14.1.4. Estándares provisionales de inspección.

El objetivo de este paso es determinar las condiciones básicas para prevenir deterioro del equipo, sostener y gestionar limpieza, lubricación y apriete.

Elaborar estándares para ordenar condiciones básicas en corto tiempo.

Que buscará el logro de los siguientes objetivos:

- Mantener condiciones normales
- Descubrir anormalidades
- Responder rápidamente para volver a condiciones normales

El Mantenimiento Autónomo tiene como objetivo que cada uno de los trabajadores “cuide de su propio equipo” realizando cotidianamente:

Inspección, lubricación, apriete, cambio de partes, detección temprana de anomalías, reparaciones, revisiones de alineación y precisión del equipo

Para el desarrollo y cumplimiento de este paso se debe entender que es un “LIL”, entender la elaboración de una norma “LIL” y entender su aplicación

¿Qué es LIL?

Es el estado Ideal de la maquinaria para que no sufra deterioro forzado y ocasione averías. Establece las normas de, cómo y qué se tiene que **L**impiar, **I**nspeccionar y **L**ubricar. Las Normas son establecidas por los operadores ya que ellos son los mejores conocedores de los equipos.

Ejemplo de un formato LIL

Figura 45.

Estándar provisional de mantenimiento LIL

Estándar provisional de mantenimiento autónomo: Limpieza, lubricación y ajuste.							
En dónde se:		Período vigente:		Responsable:		Área	Producción
						Equipo	Molino rodillos
Sección	N.º	Dónde limpiar	Método	Estándar	Qué inspeccionar	Estándar	Si no cumple el estándar
	1	rodillos limos	con brocha sobre el polvo y con trapos retirar residuos	sin polvo	formilera y tuberías cercanas	debe tener todos los tornillos y mangueras en su lugar	combar por tornillos adecuada
	2	bandeja llegada de PT	con aire comprimido y con trapos retirar residuos	sin polvo y residuos	posición correcta de cada del producto final	debe estar asegurada a la estructura del molino	ajustar en posición correcta y ajustar tornillos sujetadores
	3	motobomba enfriamiento	con trapo limpiar tubería	sin polvo y residuos	no presenta fugas	debe estar en óptimas condiciones la tubería	realizar el requerimiento a mantenimiento
	4	palanca de bloques de seguridad	limpiar con trapo	sin polvo y sin exceso de lubricación	que no este obstaculizada	de fácil accionamiento	realizar el requerimiento a mantenimiento
	5	correas de poder	con aire comprimido y con trapos retirar residuos	templadas sin que genere sonido	temple de la correa y aspecto, no puede estar deteriorada	estar bien tensas para prevenir accidentes	combar por tornillos adecuada y alisar a mano
	6	manómetros	con brocha sobre el polvo y con trapos retirar residuos	sin polvo y residuos	que se pueda ver la información que brinda el mismo	que este trabajando correctamente	realizar el requerimiento a mantenimiento

Nota. Autoría propia.

La finalidad de este formato es destacar las piezas o partes que requieren limpieza con una periodicidad diaria y especificar lo que se debe inspeccionar y el estándar ya establecido para el mismo, este es un ejemplo desarrollado con la máquina molino de rodillos y es un modelo del formato para ser aplicado con las demás máquinas. De paso cuando se indica el estándar de cómo debe estar la pieza o complemento se puede auditar periódicamente revisando que este estándar se cumpla con cada elemento y con cada máquina con la que se elaboró el formato.

15. Mantenimiento planificado

15.1. Generalidades del mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado hace referencia a una serie de actividades programadas llevadas a cabo con la finalidad de que la maquinaria obtenga un desempeño productivo, el principal objetivo de dichas actividades es que la maquina no presente ningún tipo de averías, defectos o pérdidas, el mantenimiento planificado estará a cargo del personal de mantenimiento, la tarea principal de este tipo de mantenimiento es organizar las actividades a desarrollar en los momentos menos perjudiciales para la producción .

Este pilar se compone de tres tipos de mantenimiento, basados en:



De la correcta sinergia entre estos tres tipos de mantenimiento se obtiene el mantenimiento planificado efectivo, adicional a algunas actividades correspondientes a producción y mantenimiento como:

Mantenimiento preventivo: el objetivo del mantenimiento preventivo es organizar las actividades de mantenimiento con la finalidad de evitar cualquier tipo de pérdida apoyándose en el TBM (mantenimiento basado en el tiempo) Y el CBM (mantenimiento basado en las condiciones), la aplicación de estos dos mantenimientos facilita la detección temprana y tratamiento de anomalías que posiblemente generen algún tipo de pérdida, adicional a que otra finalidad del mantenimiento preventivo es identificar y monitorear todos los elementos estructurales de la maquinaria.

Mantenimiento basado en el tiempo: también se denota como mantenimiento periódico constituye una serie de actividades básicas como limpiar, cambiar, restaurar, entre otros con la finalidad de mejorar el rendimiento de la maquinaria y prevenir posibles fallas o averías.

Mantenimiento de fiabilidad: consiste en comprobar y asegurar si la maquinaria o equipo funciona acorde a las necesidades de su entorno o concerniente a su objetivo en la operación.

Mantenimiento correctivo: abarca las mejoras o reparaciones realizadas en la maquinaria o equipo con la finalidad de hacer más fácil y realizar adecuadamente el mantenimiento preventivo, para sintetizar en este mantenimiento se pretende solucionar los puntos débiles del equipo para mejorar su productividad.

Mantenimiento de averías: básicamente consiste en la recuperación de la maquina cuando se hay averiado y cuyas pérdidas deben limitarse al costo de su respectiva reparación para evitar que estas pérdidas afecten la producción por esta razón de instruye al personal de producción con la finalidad de realizar reparaciones menores conforme se revisa diariamente el equipo o en la marcha del mismo como se plasmó en el pilar del mantenimiento autónomo (numeral 14) y si dicha avería requiere realizar un mantenimiento especializado se debe ejecutar de inmediato.

15.2. Desarrollo

Para desarrollar la propuesta de implementación basada en el pilar en mención en la empresa tendremos en cuenta las siguientes etapas:

15.2.1. Análisis actual operativo del equipo.

Para el respectivo desarrollo del mantenimiento del equipo se debe tener una idea concerniente al estado del mismo, detallando la mayor cantidad de datos posibles, los datos más significativos son:

15.2.1.1. Registro de máquina.

Proporciona datos actuales de cada máquina, para este ejemplo en específico se detallara con la siguiente hoja de vida de la máquina, actualmente en la empresa no se tiene un formato establecido y la información se encuentra dispersa, dado la importancia de esta herramienta

se procede a crear un formato y realizar las hojas de vida de cada equipo con la información encontrada en los diferentes archivos

Figura 46.

Diseño de hoja de vida de la maquina según requerimiento de la empresa

R-P603-2 FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS CHAROLAS/ HERRAMIENTA DE ENVASADO			
NOMBRE	Charola	MARCA	
CÓDIGO	ChPe. 01	UBICACIÓN	Sección Envase.
RESPONSABLE	Supervisor Envase.		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS VER MANUAL Y/O SON			
NÚMERO DE VÁLVULAS	5.	DIÁMETRO DE VÁLVULAS	1/2 Pulg.
MATERIAL VALVULAS	Acero Inox.	CAPACIDAD	20 Galones.
REALIZADO POR	Diego Urrutia	REVISADO POR	Javier Laverde
V: IN C: JM A: 3 F: JM R: IN Rev: 1			

Nota. Autoría propia.

15.2.1.2. Registro de análisis (MTBF Y MTTR).

MTBF (tiempo medio entre fallas): consiste en encontrar el tiempo medio de una falla a otra (tiempo total de funcionamiento)/ (# fallas)

MTTR (tiempo medio para reparar): consiste en encontrar el tiempo promedio en reparar una falla (tiempo total de inactividad de la maquina)/ (número de fallas)

El MTBF se encarga de reunir los datos entre los tiempos medios entre los diferentes fallos y detalles de averías y el MTTR relaciona los servicios u operaciones que ha tenido la máquina, así como el intervalo entre los mismos, para contemplar este registro se establece el formato PMCMT-01 “CALCULADORA MTBF Y MTTR” y se realiza un ejemplo de su respectivo diligenciamiento para calcular estos dos factores.

En este paso se busca eliminar radicalmente el deterioro que se va acumulando en el equipo e interviene como causante de la estabilidad del MTBF ya que si se realiza un plan de mantenimiento en algún equipo que no tenga un MTBF estable, generalmente no es económico y adicional no es efectivo para la prevención de problemas de fallos.

Según lo anterior el propósito específico de estos registros es disminuir la variabilidad en los intervalos de fallos, reducir o eliminar el deterioro acumulado y lograr predecir los tiempos estimados en que se presentan los fallos.

Figura 47.

Calculadora MTBF y MTTR

		CALCULADORA MTBF Y MTTR		PMCMT-00	
				VERSION :00	
				FECHA:20/03/2018	
PERIODO:		IV - 2019			
MAQUINA:		Molino R.			
DISPONIBILIDAD DE OPERACIÓN:		8			
FRECUENCIA		2			
MTBF (MIN)		-168,5		MTTR(MIN)	
				172,5	
NO.	FECHA	TIEMPO INICIO	TIEMPO FINAL	PARADA	OBSERVACIONES
1	02/04/2019	10:00 AM	12:00 PM	120	hora de almuerzo
2	03/04/2019	1:00 PM	3:00 PM	120	break 15 min
3	04/04/2019	3:15 PM	5:00 PM	105	hora de salida
TOTAL TIEMPO DE PARADA				345	

Nota. Autoría propia.

15.2.1.3. registro de mantenimiento rutinario.

En este paso se debe recoger los datos obtenidos por el personal de mantenimiento correspondiente a los trabajos rutinarios.

Figura 48.

Diseño basado en ejemplos de registros de mantenimiento

REGISTRO DE MANTENIMIENTO

Nombre Del Equipo:					
Tipo De Equipo:					
Marca:					
Modelo:					
Referencia:					
Serie:					
Area de ubicación :					
N. Placa oCodigo de Inventario:					
Fecha de Realizacion de mantenimiento (DD/MM/AAAA) - (/ /)		Descripcion de la actividad realizada		Nombre profesional o tecnico	Firma
M.T Preventivo	Calibracion	M.T correctivo			

si se requiere se puede anexar hoja con observaciones

Nota. Autoría propia.

El registro del mantenimiento de las maquinas sirve para llevar un control de los arreglos o simplemente revisiones a la máquina para conservar su estado óptimo, para de esta manera reducir las fallas potenciales, además se puede comenzar a realizar estadístico con la información recolectada y comenzar a prever las fallas, o cada cuanto debemos comenzar a realizar el cambio de determinadas piezas.

15.1.4. registro de inspección periódica.

Se busca recoger la medición del deterioro de la maquinaria, datos obtenidos durante las inspecciones que se deben realizar periódicamente adecuando el área de trabajo para reducir el deterioro de la maquinaria a través de la inspección de los lugares de difícil acceso al mantenimiento, adicional a mejorar su accesibilidad.

Figura 49.

Diseño basado en ejemplos de registro de mantenimiento

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		EMPRESA		
EQUIPO:		SERIE:		
MARCA:		SERIVICIO:		
MODELO:		CODIGO MAQUINA:		
TRIMESTRAL		ESTADO		
		1	2	3
1. VERIFICAR TOMAS ELECTRICAS				
2. VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE LUZ				
3. VERIFICAR EL SISTEMA DE REFRIGERACION				
4. VERIFICAR EL SISTEMA DE ENCENDIDO				
5. VERIFICAR ESTADO DE LAS CORREAS				
6. CONDICIONES DE EMPAQUES DE CAUCHO				
7. VERIFICAR LUBRICACION DE MOTOR				
8. VERIFICAR CONDICIONES DE ARRANQUE Y RUIDOS				
9. VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE MANOMETOS				
10. VERIFICAR CONDICIONES DE MOTOR DE MOTOBOMBA				
11. VERIFICAR TUBERIA QUE NO PRESENTE FUGAS				
12. VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE PARADA DE EMERGENCIA				
13. VERIFICAR FUGAS DE LUBRICANTE				
14. VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE CONTROL DE LUZ ENTRE CILINDROS				
1	BUEN ESTADO DE LA PIEZA O COMPONENTE			
2	REGULAR ESTADO DE LA PIEZA O COMPONENTE			
3	MAL ESTADO DE LA PIEZA O COMPONENTE			

Nota. Autoría propia.

La anterior tabla nos permite identificar y clasificar los componentes o piezas que requieren ser intervenidos según el estado del mismo, la tabla solo permite verificar estado y dar prioridad.

15.2.3. sistema de control de la información.

El control de la información del mantenimiento planificado es tan denso que en algunos casos requiere la utilización de un software, para este caso de propuesta de implementación no se realizará en software dado su costo; los controles a utilizar son:

- a) datos de fallos
- b) mantenimiento del equipo
- c) presupuesto de mantenimiento
- d) piezas de repuesto y materiales

15.2.4. sistema para el mantenimiento periódico.

Se busca establecer un mantenimiento periódico para ampliar la gestión del mantenimiento preventivo, lo ideal es que se amplíe con el tiempo.

- a) elección de equipos
- b) planificación del mantenimiento
- c) actividades estandarizadas

15.2.5. sistema para el mantenimiento predictivo.

En este sistema se busca introducir tecnologías basadas en la condición de carácter predictivo, para lo anterior se establecen los flujos de trabajo, se selecciona la tecnología, formación y aplicación; para llevar a cabo este sistema se deben seguir los siguientes pasos:

- a) selección tecnologías en el diagnóstico de equipos
- b) capacitar al personal según las tecnologías seleccionadas
- c) diagrama de flujo del proceso
- d) identificar la maquinaria y los elementos iniciales para realizar la aplicación progresiva de las diferentes tecnologías seleccionadas con antelación.

16. Mejora enfocadas

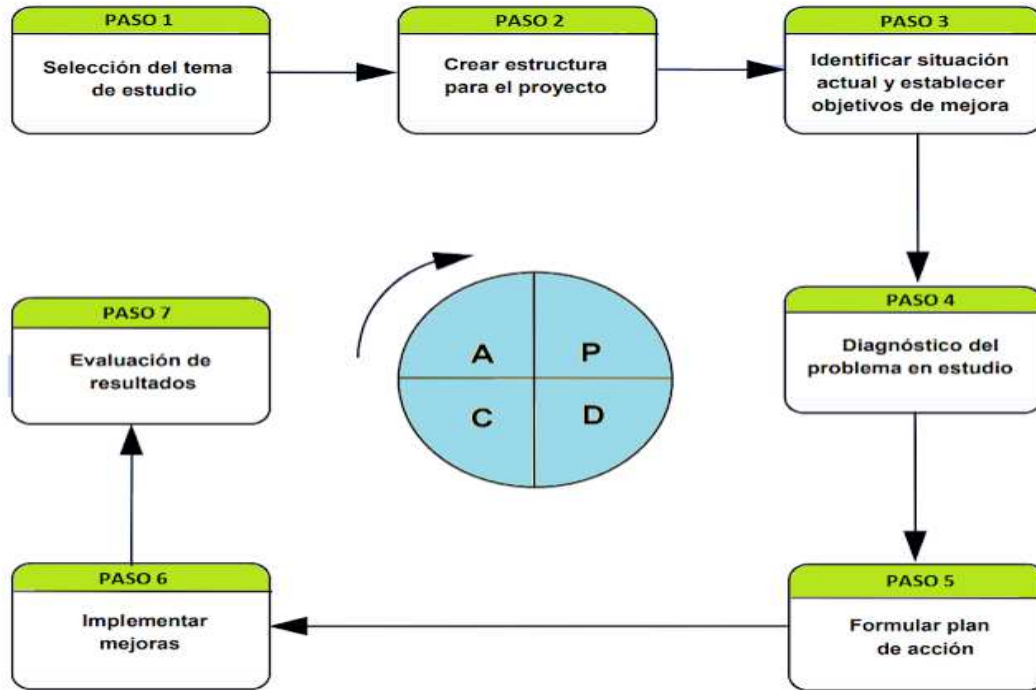
Son actividades desarrolladas de manera individual o con la ayuda de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, cuyo objetivo es maximizar la efectividad de los procesos y de los equipos, a través de un trabajo ordenado empleando una metodología específica, el procedimiento siguiente a las mejoras enfocadas será el ciclo PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar).

En la metodología TPM se relacionan seis tipos de pérdidas que pueden afectar el proceso productivo.

- Pérdidas de arranque
- Reducción de velocidad
- Cambios y ajustes no programados
- Ocio y paradas menores
- Defectos en el proceso
- Fallos en los equipos principales

Los pasos para desarrollar la metodología son los siguientes:

Figura 49.

Pasos de desarrollo metodológico

Nota. Tomado de keisen.com (Kobetsu Kaizen a través de un ciclo PDCA).

16.1. Selección de tema de estudio

Para seleccionar el tema de estudio se pueden utilizar diferentes criterios que van de la mano con los seis tipos de pérdidas mencionadas anteriormente:

- Objetivos superiores de la alta dirección
- Probabilidad de réplica en otras áreas
- Problemas con el cliente en relación a la calidad
- Criterios organizativos
- Pérdidas relevantes para la organización
- Factores de innovación y diseño

Para el desarrollo de la mejora enfocada el tema de estudio a desarrollar es: mermas superiores al 3% en el proceso de cargue y en el ajuste de propiedades por parte de control de calidad, con relación a los criterios anteriormente mencionados en este caso se tomó como referencia el de pérdidas relevantes para la organización.

16.2. Estructura del proyecto

Para el desarrollo de este proyecto es necesaria la participación del personal de mantenimiento, operarios y supervisor de cargue y área administrativa ya que de ser necesario la compra o adquisición de repuestos o materiales se necesitará el aval de esta área. La maquinaria que está involucrada para esta mejora son los tanques de producción fijos y motoredutores.

16.3. Situación actual

En la siguiente tabla se encuentran las referencias con mermas con más del 3% se tomó como referencia desde el mes de septiembre del 2018 hasta febrero de 2019 lo datos aquí evidenciados corresponde al promedio mensual de la merma por producto.

Tabla 3.

Merms promedio de producto por meses.

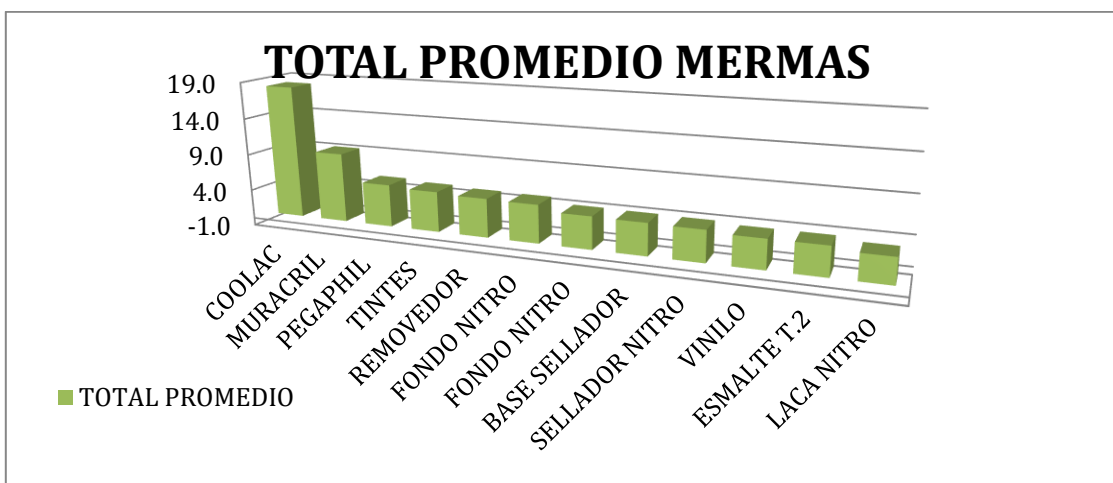
%MERMA PROMEDIO							
PRODUCTO	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	TOTAL PROM
COOLAC			18,17				18,2
MURACRIL	9,43					9,43	9,4
PEGAPHIL		4,38	4,4		8,44		5,7
TINTES	4,82	5,24	4,06		8,32	4,82	5,5
REMOVEDOR	6,91	4,58	4,69	4,22	4,05	6,91	5,2
FONDO NITRO	5,09	5,64		3,39	6,54	5,09	5,2
FONDO NITRO		4,33			4,42		4,4

BASE							
SELLADOR	4,45	3,99				4,45	4,3
SELLADOR							
NITRO	3,79	4,81	3,1	5,74	4,03	3,78	4,2
VINILO	4,16			3,11	4,21	4,16	3,9
ESMALTE T.2	3,62		3,6	4,3	4,52	3,45	3,9
LACA NITRO					3,55	3,27	3,4

Nota. Autoría propia.

Se graficaron los datos de la tabla para evidenciar de manera más clara los productos con más mermas, donde el producto más crítico es el Coolac y le sigue el muracril por nombrar algunos, de esta manera podemos priorizar en la toma de decisiones estos casos críticos.

Figura 50



Nota. Autoría propia. Tabla elaborada con datos de los rendimientos por producto desde septiembre (2018) hasta febrero (2019).

16.4. Formulación de plan de acción

En esta etapa se desarrollará el plan de acción para mejorar la situación actual y se desarrollará en dos etapas.

- Procedimiento para reducir mermas
- Arreglo de tapas de tanques para cierre más hermético

La primera etapa está establecida por una serie de actividades aplicadas en el proceso de cargue de cada uno de los productos relacionados en la tabla, los pasos son los siguientes:

1. Verificar la capacidad de todos los tamaños de envase que se utilizan del producto, en las diferentes referencias si se utilizan varias
2. Verificar la capacidad del tanque donde se fabrica el producto, marcar el nivel del tanque para el galonaje deseado o el más usado
3. Hacer el seguimiento del producto desde el pesaje hasta el envasado
4. Verificar tiempo de residencia total en el tanque
5. Por último revisar la fórmula, productos base agua, no se pesa el agua y de acuerdo a la cantidad que va en la fórmula no cabría en el tanque
6. Colocar en la orden de producción una casilla de verificación del volumen por el supervisor de cargue

16.5. Implantar mejoras

Para esta etapa se realizaron los pasos de el numeral anterior y se tomó como referencia el producto sellador nitro 40% sólidos que se cargó en la sema del 8 al 12 de abril, además se realizó un seguimiento de cerca con los tintes que son de los productos que más tienen mermas, para lo cual se detectaron dos causas raíz para estas mermas, malas condiciones de las tapas de los tanques de los productos con mayores mermas cargados y envasados en un periodo de tiempo no más de dos días, para el caso de los tintes se analizaron las pérdidas y se desarrolló el seguimiento al producto en las diferentes etapas del proceso para los dos lotes elaborados en el mes de marzo con orden de producción (C9009) y con orden de producción (B8916), donde se evidencio que el primer producto fue comenzado a cargar el día 11/03/2019 y la fecha final de entrega del producto fue el 26/03/2019 donde se tardó 15 días el producto en el tanque, para esta referencia el plan de galones en dicha orden de producción eran 373.3 galones de los cuales se obtuvieron 348.8 galones, lo que quiere decir que la formula tuvo el 93.43% de cumplimiento y presento el 6.57% de merma, esto en galones son 24.51 galones faltantes, que tiene un valor comercial de \$ 43.890 por galón, quiere decir que el valor total es de \$1'075.743,9 en este lote, la causa principal de la pérdidas es el exceso de tiempo en el tanque para lo cual no solo sirve realizar el seguimiento al proceso sino también las causas que retrasaron el proceso en este caso puede ser afectado por la disponibilidad de

envase, disponibilidad del personal, por la entonación y ajuste del producto, así que para reducir el nivel de pérdida se debe generar la sinergia entre las áreas y las personas involucradas en este caso es compras, el operario de entonado, personal de envase, claro está que depende de la buena programación que desarrolle el jefe de producción.

El otro caso relevante de pérdidas se pudo observar que seguía un patrón en los fondos nitro que se cargan en determinados tanques, aun después de realizar el control y supervisión en los procesos, la merma continuaba por lo que se descartó que fuesen errores de pesaje de materias primas y se detectó el mal estado de las tapas como lo permiten observar las siguientes imágenes:



Fotografías 25 & 26. Fuente: fotografía tomada en los tanques que presentan mermas.



Fotografías 27. Fuente: fotografía tomada en los tanques que presentan mermas.



Fotografías 28. Fuente: fotografía tomada en los tanques que presentan mermas.

En las imágenes anteriores se pueden observar los espacios que tienen estos tanques entre la tapa y el tanque, esta luz que se genera bien sea por el deterioro de la tapa o el deterioro del tanque hace que no sea un cierre hermético, facilitando la evaporación de solventes, más aun cuando son productos que no se pueden envasar el mismo día, son aproximadamente 16 horas que queda en el tanque, para lo cual se comenzó el trámite de cotizaciones para un empaque para curar estos espacios y reducir la merma como primera medida, como segunda opción se está desarrollando un prototipo de tapa para uno de los tanques, esto con el fin de no afectar la disponibilidad de los tanques además requiere un despeje de área para poder utilizar taladro o pulidora, esto por el riesgo de incendio debido a los tipos de materia prima utilizados, el modelo que ya se está cotizando la estructura en hierro recubierto los bordes de teflón o un material sustituto que resista el contacto con los solventes, sería una tapa sobre puesta que se coloca en el tanque cuando se queda en proceso de un día para otro.

16.6. Evaluar resultados

Este paso es fundamental para dejar en evidencia los resultados obtenidos en ejecución del plan, los resultados obtenidos son favorables en el caso del sellador puesto que se identificó que no era que los operarios pesaran mal los solventes, ni tampoco todo el producto de merma es causa de la evaporación, en el lote evaluado del producto sellador nitro 40% sólidos al cual se le tomaron medidas antes de envasar para supervisar el rendimiento, se pudo observar que los galones obtenidos fueron 2799.5 de un lote de 2800 galones, pero a este lote para ajustarle propiedades se le realizaron adiciones de materia prima dando un rendimiento esperado de 2918 galones, dando una pérdida superior al 3% aceptado, este es un producto que se envasa directamente al cuñete, el peso del galón es 3.7 Kg y el peso del cuñete es de 1.32, lo que tendría que pesar el cuñete de 5 galones es la multiplicación de 3.7 kg por los 5 galones es igual a 18.5 kg netos de sellador, más el peso del envase, dando un total de 19.82 kg brutos, este lote de la orden de producción D9147 se envasaron 360 cuñetes, y se procedió a pesar 5 de estos de manera aleatoria y el peso estaba en un rango de 20 a 20.8 kilos brutos y en promedio 20.3 kg menos los 19.8 que debe llevar da 0.5 kg multiplicado por 360 da 180kg dividido el peso por galón que es 3.7 dan 48.64 galones, que sumados a lo que se obtuvo inicialmente la pérdida estaría dentro del límite, esos 48 galones tienen un valor por unidad de \$40.416 para un total de \$1.939.968 que en ese lote se fueron a pérdida pero en adelante todos los lotes de sellador nitro han de ser pesados.

Tabla 4.

rendimiento por orden de producción.

Producto	Ordende produccion	Dias en proceso	rendimiento real	rendimiento teorico	% Cumplimiento	Galones pendientes	Valorcomercial galon	Pérdidas en dinero
Tintes	B8916	13	340,0 gal	358,6 gal	95%	9 gal	\$43.890,00	\$395.010,00
	C9009	15	348,8 gal	373,3 gal	93%	11 gal	\$43.890,00	\$482.790,00
Sellador	D9147	3	2.799,5 gal	2.918,0 gal	96%	49 gal	\$40.416,00	\$1.964.217,60
								\$2.842.017,60

Nota. Autoría propia. Tabla elaborada con datos recolectados desde enero al mes Abril.

Tabla elaborada con datos recolectados desde enero al mes actual, nos permite evidenciar los costos de las mermas en estos tres productos durante estos periodos de tiempo, en esta tabla se cuantificaron las pérdidas para atacar las causas raíz, anteriormente mencionadas, en los dos problemas evidenciados la tabla se realiza para poder analizar costos y realizar el **costo beneficio**, relacionados en la siguiente tabla.

Tabla 5.

Producto, lotes mes y pérdidas.

Producto	lotes al mes	Pérdidas en dinero	Pérdidas al mes
Tintes	1	\$395.010,00	\$395.010,00
	1	\$482.790,00	\$482.790,00
Sellador	3	\$1.964.217,60	\$5.892.652,80
			\$6.770.452,80

Nota. Autoría propia. Tabla elaborada con valores de los dos productos con más mermas.

Se estima un valor por la asesoría de \$1.200.000 mensuales, quiere decir que para este valor de \$6.770.452 menos los dos salarios por asesoría la empresa se está ahorrando \$4.370.452 en un solo mes.

Conclusiones

Se puede afirmar en primera instancia que la implementación de un sistema de TPM en una empresa, tiene mayor factibilidad si se lleva mediante un proceso de diagnóstico de las necesidades y de cuales pilares son críticos en la compañía.

En la documentación del pilar correspondiente a mejoras enfocadas se evidencia que su aplicación en el ejemplo detallado, obtendrá una mejora significativa de \$6.770.452,80, cabe resaltar que la mejora enfocada se puede utilizar en varios enfoques y así aumentar notablemente este resultado.

Correspondiente a mejoras enfocadas y mantenimiento planificado, se aprecia que si se ejecuta el plan de implementación se podría obtener una disminución en las pérdidas de disponibilidad de las máquinas correspondiente y denotadas en la matriz de pérdidas para la formulación de la pregunta problema.

Así mismo, como se evidenció anteriormente, al implementar un sistema de TPM ligado a la filosofía de las “5s”, puede aumentar los índices de producción en la compañía, así como de evitar los tiempos muertos, las paradas de las maquinarias por averías, los costos innecesarios por mantenimiento correctivo y por pérdidas, todo ello ligado a una instancia del mantenimiento preventivo.

Adicionalmente, no se puede describir un desarrollo sólido de la implementación de un sistema TPM sin la participación y concienciación de todos y cada uno de los miembros de la empresa, pues ellos juegan un papel importante a la hora de tener en cuenta aspectos LIL, de Limpieza, Inspección y Lubricación de las máquinas, con el fin de tener un mantenimiento óptimo que se ajusta al mantenimiento autónomo.

Para finalizar, cabe destacar que, dentro de la perspectiva de implementación de éste programa, la constante disciplina en conjunto con los aspectos de las “5s”, denotan una mejoría significativa en cuanto al rendimiento de las máquinas, ya que se tienen en cuenta aspectos de limpieza de las mismas y de generar un orden detallado, una estructura que se traduce en la estandarización de procesos.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta la amplitud de la propuesta se recomienda la cualificación del personal, creando o reforzando conocimientos y capacidades, repercutiendo de manera positiva en la disminución de fallas, pérdidas y averías presentadas por la mano de obra.

Dentro de un proyecto tan ambicioso como lo es un TPM se recomienda continuar con esta propuesta para complementar los pilares tenidos en cuenta con la finalidad de que futuros estudiantes completen la sinergia en todo el manejo del TPM.

Otra recomendación consiste en incluir un balance score card para identificar la importancia de la confiabilidad en la mano de obra en los diferentes indicadores por área y su peso conforme a los estándares básicos de aceptación en los diferentes indicadores.

Verificar la posibilidad de implementación de un software para la planeación y ejecución en el mantenimiento conforme a los lineamientos del TPM

Referencias

- Revista Dinero. (25 de 07 de 2014). *Las 35 más*. Recuperado el 20 de 02 de 2019, de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/informe-especial/articulo/plantas-industriales-alto-desempeno-colombia/198889>
- Arango, M., Alzate, J., & Zapata, J. (2012). TPM implementation impact on companies' competitiveness in the medellin metropolitan and antioquia's eastern region, colombia. *Universidad Nacional de Colombia*, 164-170.
- Cabrera, R. (2014). *TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta*. Rafael Carlos Cabrera Calva, 2014.
- CCP. (2019). *Artículo 78 Constitución Política de Colombia*. Bogotá-Colombia: Recuperado de: <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-3/articulo-78>.
- Fonseca, M., Holanda, U., Cabral, J., & Reyes, T. (2015). Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants. *Dyna / Universidad Nacional de Colombia*, 139-149.
- García, J. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 130.
- González, F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. ISBN 8496169499, 9788496169494: FC Editorial, 2005.
- Hernandez, J. A. (2003). *Administrar para producir*. Obtenido de Ebook central: <https://ebookcentral.proquest.com>
- Hernández, L. (2017). *Técnicas para ahorrar costos logísticos. Aurum 2*. MARGE BOOKS, 2017 // ISBN 8416171327, 9788416171323.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. d. (2003). *Metodología de la Investigación*. México d.f.: mcgraw-hill/interamericana de editores, s.a. de c.v.
- ISO-14001. (2015). *Sistemas de gestión ambiental requisitos con orientación para su uso*. Colombia: Incotec / Recuperado de: https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf.
- ISO-55000. (2019). *Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología*. Colombia: Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es>.
- ISO-9000. (2015). *Norma técnica colombiana- sistemas de gestión de calidad fundamentos o vocabulario*. COLOMBIA: Recuperado de: <https://www.ramajudicial.gov.co/documents/5454330/14491339/d2.+NTC+ISO+9000-2015.pdf/ccb4b35c-ee63-44b5-ba1e-7459f8714031>.

- Ley-1562. (2012). *Modificación de Riesgos laborales*. Bogotá, Coombia: Congreso de la República// Recuperado de:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>.
- Ministerio de comercio, i. y. (22 de 06 de 2016). reglamento técnico aplicable a la etiqueta de pinturas base agua. Bogotá.
- Olarte, W., & Botero, M. (2011). La detección de ultrasonido: una técnica empleada en el mantenimiento predictivo. *Scientia Et Technica / Universidad Tecnológica de Pereira*, 230-233.
- Olarte, W., Botero, M., & Cañón, B. (2010). Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. *Scientia Et Technica / Universidad tecnológica de Pereira*, 223-226.
- Rey, F. (2001). *Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo*. FC Editorial, 2001 // ISBN 8495428490, 9788495428493.
- Rey, F. (2005). *Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. ISBN 8496169545, 9788496169548: FC Editorial, 2005.
- Rojas, M. (2011). implementación de los pilares tpm (Mantenimiento total productivo)de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción ofiexpres s.a.s. *universidad pontifica bolivariana/ facultad ingeniería industrial*, 1-98.
- Santos, C. (2001). *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. ISBN 1446745694, 9781446745694: Lulu.com.