

Implementación del mantenimiento productivo total en la empresa Sofi de Chihuahua

Implementation of the total productive maintenance in the Sofi company of Chihuahua

CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe*†, MUÑOZ-LOPEZ, Luis y FLORES-BARRAGAN, Juan

Universidad Tecnológica de Chihuahua Av. Montes americanos 9501 Col. Sector 35, Chihuahua, Chih.

ID 1^{er} Autor: *Guadalupe, Corral-Ramirez*

ID 1^{er} Coautor: *Luis, Muñoz-Lopez*

ID 2^{do} Coautor: *Juan, Flores-Barragan*

Recibido: Junio 10, 2018; Aceptado: Agosto 27, 2018

Resumen

El presente artículo muestra la investigación y el análisis para el desarrollo del TPM. Este, tiene como objetivo el diseño de un proceso eficiente para la implementación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total, con el fin de disminuir los tiempos muertos e incrementar la eficiencia global de los equipos, aumentar la producción en cada máquina elevando el desempeño de los equipos y procesos. Se establece la metodología de acuerdo a las necesidades de la empresa, promoviendo un cambio de cultura y mentalidad de los empleados a través de la capacitación en la filosofía, disciplinas y herramientas necesarias para lograr el conocimiento, dominio e implementación de los pilares del TPM, alcanzando la integración de los empleados a nivel planta, como un solo equipo de trabajo para lograr metas comunes.

Mantenimiento productivo total (TPM), Mantenimiento autónomo, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento predictivo, Eficiencia global del equipo

Abstract

This article shows the research and analysis for the development of the TPM. This, aims to design an efficient process for the implementation of the Total Productive Maintenance methodology, in order to reduce downtime and increase the overall efficiency of the equipment, increase the production in each machine by increasing the performance of the equipment and processes. The methodology is established according to the needs of the company, promoting a change of culture and mentality of employees through training in philosophy, disciplines and tools necessary to achieve knowledge, mastery and implementation of the pillars of the TPM, achieving the integration of employees at the plant level, as a single team to achieve common goals.

Total Productive Maintenance (TPM), Autonomous Maintenance, Preventive Maintenance, Predictive Maintenance, Global Equipment Efficiency

Citación: CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe, MUÑOZ-LOPEZ, Luis y FLORES-BARRAGAN, Juan. Implementación del mantenimiento productivo total en la empresa Sofi de Chihuahua. Revista de Negocios & PyMES. 2018. 4-13: 14-25.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: gcorral@utch.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Hoy en día se están implementando en la industria sistemas que utilizan la participación activa del personal delegando funciones y responsabilidades, este es el caso del TPM.

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón bajo el concepto de desarrollo del mantenimiento de plantas y equipos en el cual se involucra activamente al personal productivo. Es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Tiene como características:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las máquinas, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

La filosofía TPM, usa estrategias preventivas, predictivas y proactivas en las máquinas, incrementa el conocimiento y las habilidades a todos los niveles, asegura la calidad y tiempo efectivo en ambientes de manufactura esbelta y procesos continuos, tiene un enfoque hacia la maquinaria, basado en buscar el trabajo en equipo en toda la planta.

La filosofía TPM, usa estrategias preventivas, predictivas y proactivas en las máquinas, incrementa el conocimiento y las habilidades a todos los niveles, asegura la calidad y tiempo efectivo en ambientes de manufactura esbelta y procesos continuos, tiene un enfoque hacia la maquinaria, basado en buscar el trabajo en equipo en toda la planta.

Descripción del Problema y objetivo

La empresa SOFI de México, dedicada a la producción y diseño de micas para anteojos grabados, actualmente tiene la necesidad de mejorar los procesos productivos debido a que se presentan índices de desperdicio de material, tiempos muertos, baja disponibilidad de equipos además de baja eficiencia. Con el fin de resolver la problemática, se decide desarrollar un modelo que utiliza 5 pilares del TPM, de los ocho existentes, utilizando herramientas enfocadas a la operación eficiente de los equipos, con el involucramiento del personal de producción y mantenimiento. Planteando los siguientes objetivos:



Figura 1 Objetivos del TPM

Metodología

Se implementan una serie de formatos, herramientas y tipos de mantenimientos para elevar la eficiencia global de los equipos como son: Actividades de mejora continua, actividades de mantenimiento autónomo, mejora del mantenimiento planeado a través de la modificación de las rutinas de mantenimiento preventivo, mejora del plan de mantenimiento, desarrollo de herramientas para incrementar las habilidades y conocimiento de los empleados y herramientas para la administración temprana.

La metodología que se utiliza para la implementación del TPM en el modelo aplicado a la empresa SOFI se muestra a continuación:

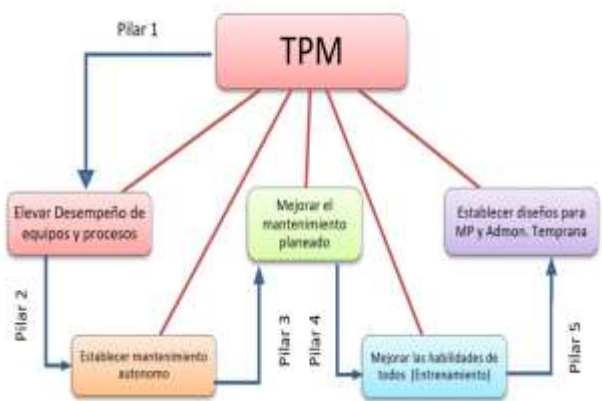


Figura 2 Metodología de implementación del TPM

Desarrollo

Tomando en cuenta la metodología anterior, se presentan las actividades realizadas de acuerdo con cada pilar, con el fin de llegar a la implantación del TPM.

Pilar 1

Elevar el desempeño de los equipos y procesos

Con el fin de elevar el desempeño de los equipos y procesos se establece el pilar uno, el cual consiste en restablecer las condiciones del equipo a un estado óptimo, a través de la tabla de anomalías se realiza una lista de verificación de los parámetros de funcionamiento de los equipos, se desarrolla una lista de verificación con ayudas visuales y el establecimiento de la de mejora continua.

Los formatos y herramientas utilizadas en este pilar son los siguientes:

Tabla de anomalías. Tiene como objetivo analizar detalladamente la maquinaria y documentar el total de anomalías que se encuentren en ella, que puedan provocar fallas o paros no deseados; de manera que se elabore un plan de acción y se lleve un control sobre las acciones correctivas para tales anomalías.

TABLA DE ANORMALIDADES		FECHA	ACCIONES CORRECTIVAS	FECHA	FECHA	FECHA
1	REVISAR EL ESTADO DE LA BATERÍA DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	21 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
2	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	22 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
3	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	23 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
4	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	24 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
5	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	25 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
6	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	26 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
7	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	27 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
8	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	28 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
9	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	29 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
10	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	30 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
11	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	31 ago. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
12	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	01 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
13	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	02 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
14	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	03 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
15	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	04 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
16	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	05 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
17	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	06 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
18	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	07 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
19	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	08 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
20	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	09 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
21	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	10 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
22	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	11 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
23	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	12 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
24	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	13 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
25	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	14 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
26	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	15 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
27	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	16 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
28	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	17 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
29	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	18 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
30	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	19 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO
31	REVISAR EL ESTADO DE LOS FILTROS DE LA MÁQUINA	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO	20 sep. 17	NO SE ENCONTRÓ EN SU DESEMPEÑO

Figura 3 Tabla de anomalías

Lista de verificación de parámetros.

Este documento tiene como objetivo asegurar, antes de iniciar el funcionamiento de cualquier máquina, que cada uno de los parámetros críticos se encuentren en un rango aceptable para evitar que se presente alguna falla al inicio o durante el ciclo de producción.

PILAR 1 DESEMPEÑO DE EQUIPO		SOFI DE MÉXICO	
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
		IMPLEMENTACION TPM	
		CHECK LIST	
PROCESO: Este formato debe de ser llenado antes de iniciar el funcionamiento de la máquina. Se tomara lectura de parámetros y se anotaran en esta forma. Si las lecturas no estan dentro de los parametros especificados se procede a realizar ajustes para obtener los datos requeridos e indicados.			
1.-	Revisar presión de aire de regulador de bolsas de frenado 35 +/- 5 PSI	REGULADOR 1: ___ PSI	REGULADOR
		OK: ___	
	Revisa el reflejante de las fotoceldas Hytrol	NO OK: ___	
2.-		OK: ___	
	Verificar alineacion y funcionamiento de fotoceldas Hytrol (foco amarillo encendido sin obstruccion de rueda)	NO OK: ___	
3.-		OK: ___	
	Verificar funcionamiento de fotocelda de enlace con C y D (debera juntar 2 ruedas y se deben separar)	NO OK: ___	
4.-		OK: ___	
	Revisar paros de emergencia e interruptor de energia de motores (SOLO EN ARRANQUES AL INICIO DE SEMANA)	NO OK: ___	
5.-		OK: ___	

Figura 4 Lista de verificación de parámetros

Lista de verificación de parámetros visual.

La diferencia que existe entre la lista de verificación y la lista de verificación visual es que, en este último se indica con ayuda visual, el lugar en que se localiza cada uno de los puntos que se deben analizar, con la finalidad de hacer mucho más fácil el registro y análisis de los datos.



Figura 5 Lista de verificación de parámetros visual

Formato de mejora continua. El objetivo es establecer un sistema de mejora continua que permita reducir los costos, los desperdicios, el índice de contaminación al medio ambiente, los tiempos de espera, aumentar los índices de satisfacción del cliente, aprovechar al máximo la capacidad intelectual de todos los empleados manteniéndolos al mismo tiempo motivados y comprometidos con la empresa.



Figura 6 Formato de mejora continua

Pilar 2

Implementación del mantenimiento autónomo

El Mantenimiento Autónomo es una parte fundamental del TPM, este se basa en la prevención del deterioro de los equipos y componentes de estos.

Es responsabilidad de los preparadores y operadores llevarlo a cabo, ya que son quienes mantienen contacto directo con la máquina, por lo que son los más capacitados para determinar cuando falla o existe alguna anomalía en el equipo.

El mantenimiento autónomo puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo y este será responsabilidad del equipo de producción o del operador, manteniendo en las condiciones básicas de funcionamiento cada uno de los equipos.

Los objetivos de mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Evitar el deterioro del equipo mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo con los estándares.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo.

Los estándares de mantenimiento autónomo son:

Limpieza. Al mantener la limpieza en los puntos claves de cada máquina se facilita la detección de fugas, la visualización de manómetros o pantallas, la localización de fallas y con ello se mantiene en buen estado la maquinaria.

Inspección. Consiste en realizar la inspección de puntos clave para el buen funcionamiento de la maquinaria, ya sea checar parámetros, asegurar que no existan ruidos extraños, verificar que no haya tornillería floja, etc. de tal manera que el trabajador encargado de realizar el análisis pueda tomar los datos requeridos y comparar los resultados obtenidos con los especificados, para determinar si es necesario realizar una acción correctiva, logrando así mantener un mejor control sobre el funcionamiento de los equipos.

Lubricación. Es una parte fundamental del mantenimiento autónomo ya que evita el desgaste de los elementos del equipo, por lo que se requiere llevar a cabo los siguientes pasos: Enseñar a lubricar al operador, desarrollar inspecciones generales de lubricación, establecer un sistema de control de la lubricación y fijar estándares de lubricación.

Pequeños Ajustes y Cambios de Herramienta. Como su propio nombre lo indica son pequeñas acciones correctivas hechas al equipo por el personal encargado de operarlo (personal de producción), sin la necesidad de que intervenga el departamento de mantenimiento.

Cambios de Herramienta y Piezas. Son tareas sencillas, en las que el personal de producción en base a sus conocimientos del proceso y funcionalidad de los equipos puede apoyar en el mantenimiento autónomo, para alcanzar las metas y objetivos que este pretende alcanzar.

El Mantenimiento Autónomo estudia posibles mejoras, analizando o solucionando problemas del equipo y aplicando acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento, estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente elaborados por grupos multifuncionales, los técnicos y operadores deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que operan.

Las herramientas que se desarrollan se muestran a continuación:

Estándar de inspección, lubricación y limpieza. Este estándar incluye rutinas que el operador puede realizar sin necesidad del involucramiento del departamento de mantenimiento, con la aplicación del estándar el operador puede mediante la inspección, limpieza y lubricación, detectar fallas, fuentes de contaminación y realizar pequeños ajustes.

Figura 7 Estándar de inspección, lubricación y limpieza

Lista de verificación en entrenamiento del TPM

Se realiza una evaluación tomando como base tres criterios: El entrenamiento del operador, la ejecución y evaluación de la efectividad del TPM, en el cual se verifican los conocimientos que debe de adquirir el operador para la aplicación del sistema en su máquina, la comprobación del entrenamiento realizado al operador y al técnico referente al manual de la máquina, el conocimiento de los estándares del TPM, la identificación de los sistemas de la máquina para cumplir con las instrucciones del manual y el manejo de los registros que debe de llevar a cabo para el cumplimiento del TPM.

Figura 8 Lista de verificación en entrenamiento del TPM

Procedimiento Bloqueo - candaeo

Es una herramienta muy útil en la cual se le capacita al operador y al técnico de la máquina sobre el uso de multicandados para desenergizar la máquina de la corriente eléctrica y de las energías estáticas como presión neumática y presión hidráulica, este documento indica el tipo de suministro, la magnitud y/o nivel de funcionamiento, localización del suministro, procedimiento de interrupción de bloqueo – candaeo, verificación y prueba de desenergización.

Figura 9 Procedimiento Bloqueo - candaeo

Procedimiento para la aplicación de las 5's

Es una herramienta que tiene como objetivo mantener el lugar de trabajo limpio, inspeccionado y ordenado, utilizando un documento que sirve para dar instrucciones al operador de la máquina sobre la metodología de aplicación de las 5's, este documento indica las actividades que realizara el operador, el método, las herramientas a utilizarse, la frecuencia y tiempo estimado de realización, así como el nombre del responsable de efectuarlo.

No.	Actividad	Frecuencia	Tiempo	Responsable
1
2
3
4
5

Figura10 Procedimiento para la aplicación de las 5's

Auditoria de mantenimiento autónomo

Tiene como objetivo llevar un control sobre las actividades de mantenimiento autónomo (limpieza, inspección y lubricación) que se realizan en los equipos, de manera que sea posible medir o verificar si el grupo de operadores está avanzando y la obtención de resultados favorables gracias al TPM.

No.	Puntos de revisión	Resultados
1	CONDICIONES DE SEGURIDAD	
1.1	Se logró el buen mantenimiento a las condiciones de seguridad? Fueron observados los estándares de lubricación y tiempo?	
1.2	Se realizaron los pendientes de la condición de la máquina?	
2	ACTIVIDADES DE GRUPO (INSPECCIÓN)	
2.1	Se efectuaron adecuadamente los tiempos de la inspección?	
2.2	Está avanzando el plan de actividades? Realizado correctamente?	
2.3	Se están entendiendo los modelos de los supervisores?	
2.4	Se utilizan adecuadamente las actividades del taller?	
2.5	Los asuntos de seguridad son respetados cuidadosamente?	
2.6	Son adecuados el tiempo y la frecuencia con que se realizan las actividades del TPM?	
2.7	Es más eficiente continuar con las actividades TPM de esta forma?	
2.8	Se guardan datos de las partes que se utilizan y de las que sobran?	
2.9	Se está llevando acabo la parte después de las actividades? Se entregan reportes?	
2.10	Están participando todos los miembros en las actividades? No hay intención de abandonar proyecto?	
2.11	Están todos los miembros cooperando de igual manera? Hay alguno que coopere más?	
2.12	Se están dando buenas ideas a otros grupos de MP?	
2.13	Es satisfactoria la cooperación de mantenimiento de tiempo completo?	

Figura 11 hojas de Auditoria de mantenimiento autónomo

Pilar 3

Mejora del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es un mantenimiento planeado, como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticipar los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes de la máquina. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias, calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones, que se consideren importantes realizar para evitar fallos.

La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas, su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es, inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, para corregirlas en el momento oportuno.

Ventajas del mantenimiento preventivo

- Confiabilidad: Los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de paros de equipos y maquinaria.
- Disminución de existencias en Almacén, y por lo tanto los costos disminuyen, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Con una correcta aplicación del mantenimiento preventivo se pretende reducir los mantenimientos correctivos y evitar algunas reparaciones mediante las rutinas de inspección periódicas y renovación de elementos dañados; esto da como resultado una reducción de costos de producción y aumento de la disponibilidad del equipo, así como la previsión de cambios de refacciones.

El principal propósito de este pilar es avanzar gradualmente hacia la búsqueda de “cero averías “, aplicando planes de mantenimiento preventivo y predictivo a equipos que poseen un alto índice de deterioro.

Los documentos que se utilizan en este pilar son:

Rutina de mantenimiento preventivo. El objetivo es confeccionar un plan de mantenimiento para cada uno de los equipos que se refleje en la reducción de correctivos, y evitar algunas reparaciones mediante las rutinas de inspección periódicas y la renovación de los elementos dañados, lo que da como resultado una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad en el equipo, así como la previsión de los cambios de refacciones necesarios.

Estructura del documento de rutina mantenimiento preventivo:

- Código de la máquina y área en la que se encuentra.
- Se deben clasificar las actividades de acuerdo con su tipo, estas deben incluir: Actividades de seguridad, mecánicas, eléctricas, hidráulicas, neumáticas, limpieza y generales.

SOFI DE MEXICO S.A. DE C.V. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO IMPLEMENTACION DE TPM RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
TIPO DE ACTIVIDAD:	SEGURIDAD	MAQUINA:	CVAM
AREA:	10800		
# ACT	TEXTO		
	REVISE QUE ESTEN PUESTAS LAS GUARDAS DE POLEAS		
	REVISE QUE BARANDALES, MOTORES Y MICAS ESTEN SUJETOS CORRECTAMENTE		
	REVISE QUE ESCALERA Y PASAGATOS ESTEN EN BUEN ESTADO		
TIPO DE ACTIVIDAD:	SISTEMA MECÁNICO	MAQUINA:	CVAM
AREA:	10800		
	REVISE QUE SPROCKETS, BANDAS Y CADENA DE LAS POLEAS ESTEN LUBRICADAS Y EN BUENAS CONDICIONES		
	REVISE QUE SE ENCUENTREN EN BUENAS CONDICIONES LA BANDA Y LOS RODILLOS		
	REVISE NIVEL DE ACEITE DE LOS REDUCTORES		
TIPO DE ACTIVIDAD:	SISTEMA ELÉCTRICO	MAQUINA:	CVAM
AREA:	10800		
	REVISE QUE FUNCIONEN LOS INTERRUPTORES		
	REVISE TEMPERATURA Y AMPERAJE DE MOTORES		
	REVISE QUE ESTEN RUTEADOS CORRECTAMENTE LOS CABLEADOS DE LAS FOTOCELDAS		
	VERIFIQUE QUE TODAS LAS FOTOCELDAS ESTEN FUNCIONANDO CORRECTAMENTE		
	REVISE QUE TODAS LAS VALVULAS MAC ESTEN CONECTADAS Y FUNCIONANDO		
TIPO DE ACTIVIDAD:	SISTEMA HIDRAÚLICO	MAQUINA:	CVAM
AREA:	10800		

Figura 12 Rutina de mantenimiento preventivo

Todos los puntos agregados se enumeran y deben incluir una descripción detallada especificando todos los parámetros o rangos necesarios para lograr exitosamente los objetivos de las rutinas.

Programa de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo es un programa de tareas y procesos de manutención anual programado, organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, especificando al detalle las fechas y los tipos de trabajos que se deben realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización.

El plan de mantenimiento preventivo anual tiene la característica de tener recomendaciones de manutención del fabricante en función de las horas de servicios prestados o de cualquier sistema de medición que se defina para el efecto.

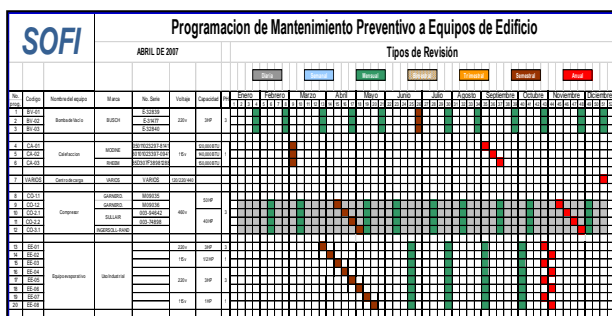


Figura 13 Programa de mantenimiento preventivo

Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Las herramientas predictivas son muy importantes para que el predictivo se lleve correctamente, ya que, con las herramientas adecuadas, pero sobre todo con el uso adecuado de estas se consigue que el mantenimiento sea efectivo.

Los análisis que considera el mantenimiento predictivo son:

- Termografías.
- Análisis de vibraciones en motores.
- Medición de amperaje.
- Análisis de aceites.
- Medición de temperatura.

Rutina de mantenimiento predictivo

Es un documento que muestra los tipos de análisis que se realizan al equipo, el formato que contiene el código de la máquina, el área en la que se encuentra y la fecha en la que se lleva a cabo el mantenimiento predictivo, este se identifica mediante un código para cada uno de los análisis empleados. En cada formato se enumera un reglón para cada una de las actividades que debe contener el código del predictivo referido, el punto a inspeccionar y los parámetros a cumplir, se debe definir la acción correctiva a tomar, se especifica la frecuencia en la que se realiza la actividad, debe contener el tiempo aproximado de realización de cada actividad y el nombre del responsable de la acción predictiva.

Pilar 4

Mejora habilidades de todos, entrenamiento

El objetivo de este pilar es entrenar y desarrollar habilidades para elevar el desempeño de todo el personal, mediante capacitaciones, entrenamientos y talleres; así como con ayudas visuales y dinámicas, con la finalidad de proyectar la filosofía del TPM a toda la planta e involucrar a todo el personal de la misma.

Una vez que el personal es capacitado, tiene la habilidad para desarrollar operaciones y/o actividades de manera más rápida y eficaz, esto disminuye tiempos muerto y aumenta la producción, disminuyen accidentes, aumenta la calidad en el producto y, por lo tanto, aumentan las ganancias de la empresa.

Capacitación en limpieza e inspección. El objetivo de este documento es que los operadores identifiquen anomalías para detener el deterioro del equipo, indicar y dejar claro al personal dónde y cuáles son los puntos y las partes en las que se deben enfocar para detectar condiciones anormales, enseñar a llevar a cabo los pasos indicados y adecuados antes de realizar una inspección y limpieza en una máquina, como fotografiar equipo antes de realizar la actividad para justificar mejoras, bloquear la máquina con candado de seguridad, y posteriormente a esto corregir anomalías y documentar las mismas.

Programa de mantenimiento autónomo. Es una herramienta que se utiliza para que el operador reciba entrenamiento-capacitación para que conozca perfectamente el funcionamiento de su equipo y que el mismo pueda realizar algunas reparaciones menores y corrección de pequeñas deficiencias del equipo sin ningún problema y de manera adecuada.

Con esta capacitación se permite al operario el desarrollar habilidades para identificar cualquier anomalía en el funcionamiento de la maquinaria, evitando que después se transformen en averías importantes o repetitivas, si no se les da un tratamiento oportuno.

Cartas Técnicas de un solo punto. Tienen como objetivo incrementar el nivel de conocimiento en refacciones o elementos técnicos de todos los miembros de esta empresa, de forma estándar, brindan información de manera rápida de cada uno de los dispositivos que se utilizan en las diferentes áreas en los diferentes equipos.



Figura 14 Cartas Técnicas de un solo punto

Cartas de entrenamiento. Son ayudas visuales que nos explican el paso a paso de cómo llevar a cabo la reparación de un componente, contiene una breve explicación numerada y una foto correspondiente a la misma numeración, se incluye duración aproximada y materiales o herramientas a utilizar en la reparación. Son una herramienta que se desarrolla para elevar el conocimiento del personal de forma estándar, en reparaciones de equipo, además son una solución a la reducción de tiempos muertos, ya que facilita la reparación de dispositivos y esto hace que se evite esperar por refacciones o equipo.



Figura 15 Cartas de entrenamiento

Pilar 5

Administración temprana

Como su nombre lo indica, el Mantenimiento Productivo Total busca establecer herramientas o técnicas de administración o seguimiento de manera temprana en el equipo, con el término “manera temprana”, nos referimos a realizar estas actividades en cuanto se pueda, sin manejar tiempos “normales” de trabajo del equipo justificando el NO atenderlo.

En este pilar se busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para la empresa la capacidad de flexibilidad y el funcionamiento libre de fallos en los equipos críticos, este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos, o bien, durante la llegada de nueva maquinaria.

Para llevar a cabo o desarrollar el sistema de administración temprana se realiza una serie de formatos que tienen como objetivo llevar un control acerca del equipo que se esté analizando, estos formatos son los siguientes:

Levantamiento de stock de refacciones. Mediante la identificación de las piezas “necesarias” que utiliza nuestra máquina podremos tener un respaldo, mejorando el control de refacciones. Una vez identificadas las refacciones, se deberá incluir: uso, marca, modelo, no. de parte en almacén y cantidad mínima. El objetivo es respaldar la información de todas y cada una de las piezas necesarias, que se utilizan en la estructura de los diferentes equipos (o maquinaria) de la empresa, para mejorar el control de refacciones en una máquina.

Control visual de refacciones. El objetivo principal es el de respaldar la información de las piezas necesarias que se utilizan en la estructura de los diferentes equipos (o maquinaria) de la empresa, para mejorar el control de refacciones en una máquina. La diferencia es que se cuenta con una fotografía de la refacción, lo cual nos brinda una ayuda visual que reduce todavía más el tiempo muerto de su localización.

Guía de detección de fallas. Esta nos sirve para tener un mejor conocimiento sobre el funcionamiento de las máquinas, manejando un control sobre algunas de las fallas que se pueden presentar en los equipos, sus posibles causas y acciones correctivas. Con la ayuda de esta guía reducimos el tiempo en la reparación de algún equipo.

TROUBLESHOOTING GUIDE			
TIPO DE FALLA	POSIBLES CAUSAS	ACCIONES CORRECTIVAS	TIPO DE FALLA DE REFERENCIA
...
...
...
...
...
...
...
...
...

Figura 16 Guía de detección de fallas

Eficiencia global del equipo

La eficiencia global del equipo (OEE) es un indicador que evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento, mide el porcentaje del tiempo en que una máquina produce realmente las piezas (con la calidad requerida), comparadas con el tiempo ideal que fue planeado para hacerlos. La diferencia entre real e ideal debe eliminarse, puesto que es potencialmente un desperdicio. La ventaja del OEE frente a otras ratios es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

Es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (no se produjo durante todo el tiempo que se podría haber producido), rendimiento (no se produjo a la velocidad que se podría haber producido) o calidad (no se produjo con la calidad que se podría haber producido).

Los beneficios de la eficiencia global del equipo son:

- Un mayor rendimiento reduce el tiempo del proceso, disminuyendo los tiempos totales de Puerta a Puerta
- Procesos de mayor rendimiento mejoran los pronósticos de producción, mejorando por lo tanto Producir de acuerdo con el Programa.
- Menores costos de retrabajo y desperdicio y un mayor rendimiento, conduce a mejores resultados en el Costo Total

Se calcula con la siguiente fórmula:
 $OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$

Los factores que afectan la eficiencia global de la maquinaria son las siete grandes pérdidas del equipo.



Figura 17 Grandes pérdidas

El formato para el cálculo de la eficiencia global del equipo en Sofi, este tiene como finalidad realizar un registro de las pérdidas presentadas por los equipos en el transcurso del turno de producción, para realizar un plan de acción correctivo que nos permita reducir las siete grandes pérdidas e incrementar el OEE.

Figura 18 Eficiencia global del equipo

Resultados

Para la implementación de TPM se aplican herramientas que tienen como objetivo incrementar la productividad de la empresa, ya que se realizan actividades de mejora que permitan aumentar la disponibilidad, el rendimiento y la eficiencia de los equipos, además se implementa el mantenimiento autónomo con el fin realizar tareas como:

Limpieza, inspección, lubricación, ajuste y pequeñas reparaciones ejecutadas por el operador de la máquina, para mantener el equipo en óptimas condiciones e incrementar su tiempo de vida útil, se mejora el mantenimiento preventivo y se realizan actividades para la aplicación del mantenimiento predictivo, se desarrollan herramientas que sirven para la capacitación de los empleados y se efectúan actividades de administración a los equipo de manera proactiva. Estas herramientas buscan disminuir las pérdidas en los equipos y la maquinaria de trabajo, incrementar la eficiencia y control de la maquinaria, ampliar la confianza de la administración y de nuestros clientes hacia nuestros precios y productos.

Con la implementación del mantenimiento total productivo en la Empresa SOFI de México S.A. de C.V

Se eliminan las anomalías de la maquinaria por la corrección de estas, a través de la tabla de anomalías elaboradas.

Se asegura, que cada uno de los parámetros críticos de los equipos se encuentren en un rango aceptable para evitar que se presente alguna falla al inicio o durante el ciclo de producción, con la aplicación de la lista de verificación de parámetros.

Se establece un sistema de mejora continua para la participación de los empleados en ideas de mejora en los equipos y procesos y para la solución de problemas que se presenten en el futuro.

Con la aplicación del mantenimiento autónomo se logra desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo, la operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares para evitar el deterioro del equipo, mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador, construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno, mejorar la seguridad en el trabajo y se logró un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.

Se mejora el sistema de mantenimiento preventivo permitiendo incrementar el tiempo de vida útil de las máquinas, disminuyendo los tiempos muertos e incrementando la efectividad del equipo.

Actualización de las rutinas de mantenimiento preventivo y realización de rutinas de mantenimiento preventivo faltantes. Mejora del programa de mantenimiento preventivo de la empresa, que permite tener identificados los equipos críticos estableciendo programas con fecha calendario de la realización del mantenimiento preventivo.

Se establece un sistema de capacitación a los empleados y se desarrollan documentos que sirven para incrementar los conocimientos y habilidades de todos los empleados.

Se desarrollan documentos que sirven para el incremento del conocimiento de todos los miembros de esta empresa en las refacciones y/o elementos técnicos de los equipos de forma estándar en la cuales brindan información de manera rápida de cada uno de los dispositivos que se utilizan en las diferentes áreas en los diferentes equipos a través de las cartas técnicas de un solo punto.

Se elaboran documentos que sirven para anticiparse de forma proactiva a establecer la documentación necesaria para los equipos, antes de ser entregados a producción, los documentos desarrollados son: Stock de refacciones, control visual de refacciones y guía de reparación del equipo.

Recomendaciones

Contar con la colaboración y apoyo de los supervisores, gerencia media y alta gerencia.

Continuar con la implementación del TPM en toda la empresa y manteniendo los principios de la filosofía de trabajo en equipo.

Mantener motivados a los operadores en la participación del mantenimiento autónomo, contando con su colaboración para realizar las actividades de limpieza, inspección, lubricación y ajuste.

Dar prioridad a los mantenimientos preventivos y autónomos para mantener los equipos en óptimas condiciones de funcionamiento evitando los tiempos muertos.

Dar seguimiento a los indicadores de desempeño del mantenimiento preventivo.

Evaluar periódicamente el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo para medir su desempeño.

Aplicar en un futuro herramientas predictivas que den como resultado actividades que mejoren las condiciones de los equipos y se programen en el sistema de mantenimiento de la empresa.

Continuar con la medición de la eficiencia global de los equipos y desarrollar planes de acción correctivo para la eliminación de las pérdidas presentadas por los equipos.

Agradecimientos

El cuerpo Académico Desarrollo Industrial agradece a la empresa Sofi de Chihuahua S.A. de C.V. en especial al Ing. Hugo flores por el apoyo y facilidades recibidas durante la implementación del proyecto desarrollado en la empresa.