

Introducción

La segunda revolución industrial

La primera revolución industrial liberó a los seres humanos y animales domésticos de pesadas tareas físicas. En la época actual, los países capitalistas industrializados alrededor del mundo, se enfrentan a una segunda revolución industrial, una revolución cuyo objetivo, es la liberación de los seres humanos de trabajos monótonos y repetitivos. La segunda revolución, se inició a principios de los 70's en el área de productos de consumo, a causa de la fuerte competencia, principalmente entre productores japoneses. Manteniéndose en este desarrollo, los manufactureras japonesas, incluyendo grandes corporaciones y pequeñas organizaciones, se encuentran aplicando automatización al trabajo manual repetitivo, con el objetivo de evitar dificultades en el ambiente de negocios. La automatización no sólo libera a los trabajadores del trabajo físico monótono, sino también mejora la calidad y reduce los costos. Dicha tendencia hacia la automatización del trabajo repetitivo es a lo que se refiere como la segunda revolución industrial.

Durante la segunda revolución industrial, han surgido un gran número de conceptos relacionados con la calidad y la tecnología de la producción desarrollada en Japón, algunos como administración al estilo japonés, TQC, sistema de producción Toyota y TPM. Por ejemplo el término justo a tiempo (JIT) es una expresión común que hasta se utiliza en anuncios. Sin embargo ningún productor ha implementado en su fábrica un sistema JIT en su sentido estricto con éxito, a pesar de que es una idea simple, que dice que las cantidades necesarias de los materiales necesarios existan cuando se necesiten. La razón por la que la implementación de JIT es tan difícil, se debe a la dificultad de lograr cero defectos.

Cualquier defecto de calidad en el material que se provee, puede para la línea de producción entera. Por lo tanto, todas las compañías que tratan de implementar un sistema JIT basados en un entendimiento superficial y en la ausencia de cero defectos, se enfrentara a un caos en todo el piso de producción. En orden de alcanzar cero defectos, es un prerequisite obtener cero fallas. Por lo tanto cero accidentes es imposible de lograr son cero fallas y cero defectos.

Un acercamiento a JIT y a TQC no tienen sentido teniendo en consideración lo anterior, ya que cualquier concepto presente de control de calidad, permite la

incidencia de defectos de calidad dentro de ciertas tolerancias razonables y no busca el logro de cero defectos por ninguna manera concreta. Esta es la razón por la cual los productores de automóviles japoneses y sus proveedores, se encuentran desarrollando actividades de TPM. En este sentido, el concepto de cero defectos, se refiere a un enfoque bien definido en su búsqueda, por medios concretos y técnicas que dependen de la cooperación de todo el personal relevante.

La calidad no es algo que se pueda controlar

En el proceso de establecer un sistema de TPM en una fábrica, el personal de línea se entrena y se motiva a aplicar técnicas estadísticas, este personal es capaz de analizar sus problemas y responder con estrategias adecuadas para lograr cero defectos. La calidad en los productos, desde el punto de vista de TPM, demanda que sean creados por trabajadores motivados y entrenados, con equipo operado y mantenido en condiciones óptimas. La calidad desde este punto de vista, no es algo que se pueda controlar, por lo tanto es aparente que el mantenimiento adecuado produce la calidad que cumple con los estándares.

El Objetivo de TPM, es la Eliminación de Pérdidas

Seis Grandes Pérdidas

En TPM, la relación entre pérdida y efectividad del equipo se define claramente en términos de calidad y de la disponibilidad del equipo de producción. En base a la exanimación de los factores que reducen la efectividad del equipo, se pueden categorizar las pérdidas dentro de los siguientes tipos:

1. Pérdidas por fallas: son causadas por defectos en los equipos que requieren de alguna clase de reparación. Estas pérdidas consisten de tiempos muertos y los costos de las partes y mano de obra requerida para la reparación. La magnitud de la falla se mide por el tiempo muerto causado.

2. Pérdidas de setup y de ajuste: son causadas por cambios en las condiciones de operación, como el empezar una corrida de producción, el empezar un nuevo turno de trabajadores. Estas pérdidas consisten de tiempo muerto, cambio de moldes o

herramientas, calentamiento y ajustes de las máquinas. Su magnitud también se mide por el tiempo muerto.

3. Pérdidas debido a paros menores: *son causadas por interrupciones a las máquinas, atoramientos o tiempo de espera. En general no se pueden registrar estas pérdidas directamente, por lo que se utiliza el porcentaje de utilización (100% menos el porcentaje de utilización), en este tipo de pérdida no se daña el equipo.*

4. Pérdidas de velocidad: *son causadas por reducción de la velocidad de operación, debido que a velocidades más altas, ocurren defectos de calidad y paros menores frecuentemente.*

5. Pérdidas de defectos de calidad y retrabajos: *son productos que están fuera de las especificaciones o defectuosos, producidos durante operaciones normales, estos productos, tienen que ser re trabajados o eliminados. Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el costo del material desperdiciado.*

6. Pérdidas de rendimiento: *son causadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son ejemplificadas por la cantidad de materiales regresados, tirados o pedacería. La Oficina de TPM*

No es una exageración el afirmar que el éxito de TPM depende primero de una fuerte determinación de la alta gerencia y segundo del administrador de la oficina de TPM, la cual es responsable por la planeación total que rodea todos los aspectos de las actividades de TPM y también en la asistencia de otros departamentos relacionados con el programa.

Las cinco medidas de contención para llegar a los cero defectos.

La estrategia básica para lograr cero defectos es: exponer los defectos escondidos y deliberadamente interrumpir operaciones antes de que ocurran las caídas de máquinas para remediar los defectos del equipo prontamente. Existen muchas medidas de contención que se pueden llevar a cabo, pero no podemos esperar mucho, si las realizamos de manera aleatoria. Organizando estas medidas, en cinco medidas de contención básicas contra las principales causas de caídas de máquina, y bajo la especial y sistemática ejecución de estas, cero caídas se puede llegar a alcanzar. Las medidas de contención propuestas son:

- 1.- *Establecer las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, y ajuste)*
- 2.- *Apegarse a las condiciones de uso del equipo.*
- 3.- *Restaurar las partes deterioradas.*
- 4.- *Corregir debilidades del diseño.*
- 5.- *Mejorar las habilidades de operación y de mantenimiento.*

1.- Establecer las condiciones básicas del equipo.

Para alcanzar cero caídas de máquina, las condiciones básicas del equipo deben ser establecidas a través de la limpieza, lubricación y ajuste- medidas que antes eran pasadas por alto.

Limpieza. La limpieza es la eliminación de cualquier sustancia externa que se encuentre en el equipo. Estas sustancias, que resultan en vibraciones anormales, abrasión desigual, actuación lenta o defectuosa, etc. , causan paros menores y caídas de máquina en sistemas hidráulicos, neumáticos, eléctricos, e instrumentales, y causan además corrosión, fugas, etc.

Desde el punto de vista del TPM, el propósito de la limpieza es el de dejar al descubierto defectos escondidos, así para poder corregirlos antes de que resulten en defectos medianos o mayores. Por otra parte, a través de la limpieza, los operadores pueden aprender a cerca de la estructura y funcionamiento del equipo. Puesto de otra manera, la limpieza la educación que utiliza la máquina como materia y el shopfloor como salón de clases.

Lubricación.- Muchas de las partes de las máquinas son rotatorias o hacen contacto con otras partes mientras se mueven. A menos que se les de a las máquinas la adecuada lubricación, ocurrirán situaciones anormales de operación y tal vez caídas de máquina.

Se está de acuerdo en que la lubricación es una parte muy importante del mantenimiento, pero muchas veces se pasa por alto, las principales razones de esto son:

- *Los operarios no son entrenados para hacerlo.*
- *Los administradores o supervisores no tienen la suficiente apreciación al respecto.*
- *No se tienen estándares de lubricación.*
- *No se ha llevado a cabo una educación apropiada.*
- *Existen muchas partes que lubricar y muchos lubricantes que usar.*

- *No se le da el suficiente tiempo a la lubricación.*
- *Hay muchos puntos muy difíciles de lubricar.*

Ajuste.- La mayor parte de los equipos son puestos juntos con dispositivos de ajuste. El daño, aflojamiento o pérdida de la tensión de algunas partes puede llegar a causar vibraciones, mal alineamiento, actuación defectuosa del equipo, y puede resultar en paros menores y caídas de máquina.

2.- Apegarse a las condiciones de uso del equipo.

Un equipo y sus componentes están diseñados para trabajar bajo ciertas condiciones de uso dentro de ciertas tolerancias. Por ejemplo, existe la temperatura del aceite, presión, cantidad, oxidación, y contaminación con partículas de otros equipos en sistemas hidráulicos. Los ingenieros de planta frecuentemente no toman en cuenta condiciones de uso durante la etapa de diseño.

3.- Restaurar las partes deterioradas.-

Un equipo, en general es diseñado sobre la base de un balance en fuerza y precisión en sus componentes. La restauración del equipo es la recuperación de este balance. De esta manera, una idea simple de aquellos que tienen poco conocimiento técnico no se puede esperar que tenga resultados efectivos. Más en particular, el equipo comprado en el mercado no tiene casi espacio para mejoras por amateurs.

4.- Corregir las debilidades del diseño.-

Por lo general no tienen experiencia suficiente en fabricar bienes con equipo que ellos mismos han manufacturado. Las técnicas para el mejoramiento efectivo constituyen uno de los más importantes recursos para compañías que están compitiendo usando maquinaria similar comprada en el mismo lugar de mercado.

5.- Mejorar las habilidades de operación y mantenimiento.-

Cada compañía emplea diferentes medidas de contención para evitar caídas de máquina. Esto es, desafortunadamente un problema con personal que está inclinado a enfocarse en hardware como equipo, herramientas, dados, jigs, fixtures, etc. Al contrario, se descuida mucho el "software" como conocimientos técnicos y habilidades de los empleados en el piso de producción.

Las cinco medidas de contención no deben ser llevadas a cabo por el personal de mantenimiento ellos solos. El departamento de producción debe tomar el cargo de algunas rutinas básicas de mantenimiento, adicionalmente a las labores típicas de producción. Estos esfuerzos extras por parte del depto de producción son llamados mantenimiento autónomo y consiste en las siguientes actividades:

- 1- Restaurar las partes deterioradas.
 - Mantener las condiciones básicas del equipo.
 - Hacer ajustes apropiados.
 - Registrar datos de caídas de máquina.
 - Colaborar con el personal de mantenimiento.
- 2.-Inspecciones visuales de deterioración.
 - Inspección de rutina.
 - Inspección del desempeño de las partes.
- 3.- Prevenir la deterioración.
 - Hacer reparaciones menores.
 - Reportar oportunamente al dpto de mantenimiento, fallas o defectos de calidad.

Las actividades del departamento de mantenimiento entonces serán las siguientes:

- 1.- Restaurar las partes deterioradas.
- 2.- Inspección de la deterioración:
 - Inspecciones periódicas.
 - Estimar la vida de partes críticas.
- 3.- Prevenir la deterioración :
 - Desarrollar trabajo de mantenimiento profesional.
 - Planear y administrar el trabajo de mantenimiento para ser subcontratado.
 - Innovar la mantenibilidad y confiabilidad del equipo.
 - Administrar información relacionada con mejorar el mantenimiento preventivo y pasársela al depto de ingeniería.

Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo tiene dos fines.

- *Desde una perspectiva humana, tiene la finalidad de desarrollar "knowledgeable operators" dentro de su rol redefinido.*
- *Desde un punto de vista del equipo, establece un shopfloor ordenado donde cualquier desviación de las condiciones normales pueda ser detectada inmediatamente.*

El "knowledgeable operator" no es un operador que puede reparar equipo como un técnico de mantenimiento. Enfatiza las habilidades del operario para detectar señales de pérdidas. Esto significa que el operador debe detectar que algo raro está pasando cuando existan condiciones inusuales.

Un shopfloor ordenado es un lugar donde los knowledgeable operators pueden trabajar bien, y donde una desviación de lo normal puede ser detectada rápidamente.

Existen 7 pasos para establecer el mantenimiento autónomo.

La primera etapa consiste en los pasos 1, 2 y 3. No es solo el punto de partida del mantenimiento autónomo, sino que son las actividades de TPM.

- Paso 1: Limpieza Inicial.
- Paso 2: Medidas de contención para fuentes de contaminación.
- Paso 3: Estándares de Limpieza/Lubricación.

La segunda etapa consiste en los pasos 3 y 4. Las actividades mayores consisten en la inspección y en establecer las rutinas de mantenimiento de los operarios.

- Paso 4: Inspección general.
- Paso 5: Estándares de mantenimiento autónomo.

La tercera etapa consiste en el paso 6. En esta etapa los esfuerzos de los operadores son para alcanzar aseguramiento de calidad en los procesos, y promover la obtención de cero-defectos.

- Paso 6-1: Remedios enfocados en resultados de calidad.

- Paso 6-2: Remedios enfocados en causas de calidad.
- Paso 6-3: Establecer un sistema de aseguramiento de calidad en los procesos.

El programa de mantenimiento autónomo se termina en el paso 7. El ciclo CAPD se implementa firmemente en el shopfloor, donde los operadores pueden desarrollar las políticas de la compañía y objetivos de la fábrica por ellos mismos, o dicho de otra manera por medio de supervisión autónoma. Paso 7: Etapa de desarrollo del programa.

PASOS PARA IMPLEMENTAR

TOTAL PRODUCTIVE MAINTANACE

Paso 1.- Limpieza Inicial

La limpieza inicial se refiere al esfuerzo para remover completamente, dentro del contexto de las actividades del mantenimiento autónomo, para remover cualquier sustancia extraña tales como polvo, tierra, virutas, grasa, pelusa, y desperdicios que se adhieren al equipo, dados, y sistemas de fijación. No es la limpieza usual que considera la administración, más que eso considera la limpieza entera del equipo hasta que esté totalmente libre de toda clase de contaminación.

La contaminación afecta frecuente, directa y negativamente la calidad, de las siguientes maneras:

- En la precisión de las máquinas.
- En el proceso de ensamble de partes eléctricas.
- En el proceso de moldeo de partes de plástico.
- Durante el proceso de decorado de latas de metal.
- En el proceso de secado de la pintura de automóviles.

Desde la perspectiva del TPM, la limpieza se enfoca a mostrar y eliminar los defectos ocultos. Durante el proceso de limpieza, todos tocan todas las partes del equipo, y miran en cada rincón de la máquina. Esto incrementa las posibilidades de detectar posibles defectos.

La limpieza, pudiera ser no muy bien vista por los operarios, argumentando que no es su trabajo, que no son personal de limpieza, pero esto al principio es benéfico, ya que las fuentes de suciedad son visibles y atraen la atención de los trabajadores, por lo que será más fácil de explicarles la importancia de la limpieza y la necesidad de acciones correctivas.

Debido a que la mayoría de las plantas trabajan bajo turnos de trabajo, los operadores que se encargan de la misma máquina en diferentes turnos deben estar en comunicación. Para esto es recomendable elaborar una "tabla de actividades", para de esta manera estar en contacto y poder observar los cambios y resultados obtenidos.

La forma de la tabla de actividades variará dependiendo de la rutina de trabajo y de la máquina asignada a cada grupo de planeación de mantenimiento. En forma general, la información que deben de presentar todos los grupos debe ser la siguiente:

- El objetivo y tema de la actividad, plan de acción y horario puesto por el grupo PM.
- Comparaciones, desempeños actuales y las tendencias en términos de indicadores mayores que midan la efectividad del equipo y las seis grandes pérdidas.
 - · Planeación y desempeño actual de los equipos.
 - · Las cuatro listas.
 - · Fotografías de antes y después de acciones mayores.
 - · Sugerencias para el mejoramiento.
 - · Progresos en acciones correctivas cortas y sumario de actividades.
 - · Temas de seguridad.

Las Cuatro Listas

1.- Lista de áreas defectuosas. Todos los operarios deben marcar y definir todas las áreas defectuosas del equipo, como partes deterioradas, partes mal ensambladas, componentes en mal funcionamiento, etc. Todas estas cosas son escritas en la lista, y así los operarios deben decidir si tomar acción por su cuenta o llamar al técnico de mantenimiento.

2.- Lista de preguntas. Sin importar que tan insignificante sea la duda que tengan los operarios sobre esta fase o sus actividades deben ser escritas en la lista. Cuando los líderes de grupo no puedan contestar a estas preguntas deben buscar ayuda con los directores o personal de Ing. de planta.

3.- Lista de fuentes de contaminación. Una fuente de contaminación se refiere a cualquier área que genere sustancias extrañas, como virutas metálicas, polvo o tierra causado por malfuncionamiento, fugas, etc.

4.- Lista de áreas de trabajo difíciles. Son áreas donde los operarios tienen problemas con cualquier tipo de tareas, como limpieza, lubricación, inspección, y otras operaciones de rutina. Estas áreas pueden llegar a dificultar la operabilidad y mantenibilidad del equipo.

Durante las primeras etapas del mantenimiento autónomo, los operarios no deben de aprender de cosas difíciles para lograr educación instantánea, el shopfloor deberá ser un salón de clases no un laboratorio. Deben de contestárseles todas sus dudas, sin importar que tan tontas sean.

Cuando existan errores de los operarios, no se les debe reprimir, ya que la mayoría de las causas de los errores se deben a la supervisión e ingeniería eficiente más que a errores de los operarios.

El departamento de mantenimiento debe entonces tomar medidas de contención para prevenir que ocurran estas fallas.

Como proceder con la limpieza inicial.

- · Hay que dividir primero que nada en pasos.
- · Dar educación a cerca de seguridad.
- · Definir el acomodo de utensilios y herramientas.
- · Definir los métodos de limpieza.
- · Remover completamente todos los componentes innecesarios del equipo.

PASO 2: Medidas de contención de fuentes de contaminación

Alcance desde la perspectiva del equipo

Con la finalidad de mantener el estado de limpieza alcanzado y examinado en la auditoria en el paso 1, contaminantes deben de ser eliminados desde su fuente. Si es imposible remover la fuente de contaminación se debe prevenir la dispersión de contaminantes por medio de modificaciones pertinentes al equipo. Si ni el remover ni el control de dispersión de contaminantes tiene éxito, los operarios tienen la obligación de limpiar cada fuente de contaminación y sus alrededores a mano.

Alcance desde la perspectiva humana

- Aprender como resolver problemas y experimentar satisfacción con resultados exitosos.
- Aprender acerca de los mecanismos que trabajan dentro de la maquinaria.
- Tiempo deseable para limpieza y estándares tentativos.

Como desarrollar el paso 2

· La prioridad de las contramedidas

Cuando una fuente de contaminación es remendada, hay dos tipos de acciones que se deben tomar. Una es la reducción de la generación de contaminantes en la fuente para volver a la limpieza innecesaria. La otra es la modificación de métodos o equipo para volver la limpieza más fácil. Esta última acción es innecesaria si la primera se alcanza exitosamente.

Debido a que hay muchos casos, contramedidas en contra de fuentes de contaminación deben de ser conducidas a evitar duplicidad de esfuerzos por parte de los empleados y costo por modificar equipos de acuerdo a las prioridades mencionadas arriba.

1.- Un remedio para la fuente de contaminación:

- a) Remover la generación de contaminantes desde la fuente.

- b) Si la actividad a fracasa, prevenir la dispersión de la contaminación para minimizar las tareas de limpieza.

2.- Un remedio para áreas difíciles de limpiar:

- c) Si las actividades a y b fracasa, los operarios deben de limpiar el equipo manualmente y después mejorar los métodos de limpieza y utensilios para realizar procedimientos de limpieza más fácil.
- d) Si actividades a, b y c fracasan, la alternativa final es modificar el equipo para hacer tareas de limpieza más fácil.

3.- Reportar la experiencia al ingeniero de planta y al departamento de diseño de producto.

· **Tipos de fuentes de contaminación.**

Existen tres tipos de fuentes:

- Generada por las restricciones técnicas de la maquinaria.
- Generación de sustancias generadas por mala operación y mal mantenimiento.
- Generada por factores otras que las del equipo. (Lodo, polvo, pelusa, etc.)

· **Medidas de contención para áreas difíciles de limpieza.**

- Mover equipo a lugares más seguros y proveer plataformas y barandales.
- Modificar cubiertas existentes para que se puedan abrir y cerrar rápidamente.
- Instalar porta cables o tubos para cableado para tener el lugar más recogido.

· **Pre-exanimación y Pos-evaluación de las medidas de contención.**

Aquí todo el personal debe desarrollar el hábito de conducir una pre-examen y pos-evaluación clara de cualquier plan con la finalidad de siempre poner atención en el costo. Para hacer esto, la administración necesitará establecer criterios claros para evaluar las dificultades en las tareas de limpieza de acuerdo con las condiciones de trabajo en área de piso. En base a los criterios, los operarios deciden que mejora, como hacerlo y que tanto tiempo les tomará.

· "Where-where analysis" y "why-why analysis" Para la solución de problemas complejos existen varias metodologías que se utilizan para su solución. El obrero debe utilizar métodos de solución de problemas de formas simples y fáciles. Aquí se presenta unos tipos de análisis que pueden ser utilizados por los operarios para resolver problemática sencilla que se les presenten. Esta técnica se resume a continuación.

- ¿Dónde y qué material extraño se genera?
- ¿Cómo estos materiales afectan Seguridad-Calidad-Fallas-Paros menores-Setup-Ajuste-Tiempo de limpieza?
- ¿Por qué materiales extraños son generados? ¿Por qué? ¿Por qué?

- Acciones a tomar prioritariamente
- Remediar fuente de contaminación.
- Prevenir dispersión no deseada.
- Corregir áreas difíciles de limpieza.

· [Revisar problemas que no se han resuelto.](#)

Esto consiste en dar seguimiento cercano a las medidas que se toman con respecto a una situación de mejora. i.e. se manda pedir una pieza a un proveedor para arreglar una máquina pero no llegará hasta dentro de unos días. Aquí, se tiene que estar vigilando cuando llegará la pieza para atender el problema que se quedó pendiente debido a que el proveedor no mandará la pieza hasta después.

PASO 3: Estándar de limpieza y lubricación

- **Mantener es estado de limpieza alcanzado**

- **Mejoras acumulativas.**

Aquí se hace énfasis en mejora los métodos de trabajo y equipo con la finalidad de realizar los trabajos de lubricación y limpieza más rápido y efectivos evitando por ejemplo llevar demasiadas herramientas de mano y que nos ocasione tener accidentes al momento de realizar la lubricación derramando aceite o cualquier otro líquido que lo convierta en fuente de contaminación.

- **Establecer un sistema de control de lubricación.**

Con la finalidad de establecer un control de lubricación firme se deberá seguir el siguiente procedimiento

Preparación por el departamento de mantenimiento

- · Integrar y minimizar tipos y viscosidad de lubricantes
- · Asignar número de código y colores de identificación para cada tipo de lubricante
- · Preparar etiquetas que indiquen el tipo de viscosidad y lubricantes, niveles de lubricación, intervalos de lubricación y localización.
- · Especificar como indicar niveles de lubricación según características de cada máquina.
- · Especificar reglas de control de lubricantes como: localización de almacenamiento, contenedores, inventarios, provisión y desalojo, personal responsable.
- · Prepara muestras y modelos para demostración si esta es necesaria.

Preparar material de enseñanza

- · Material para enseñar teoría básica de lubricación.
- · Manuales de control de lubricación.
- · Manuales de lubricación y hojas de inspección.
- · Material de audiovisual.

Colocar rutinas de las tareas de localización

- Las tarea más importantes que se espera que el operador realice son :
 - · Lubricación realizada por medios manuales, pistola de presión y brochas aplicadoras.
 - · Inspección de nivel de aceite y lubricación en reservas y lubricadores de aire.
 - · Inspección de temperatura y nivel de aceite en cambios, pompas compresores y otros.
 - · Inspección de superficies de lubricación en sistemas remotos o centrales de lubricación y engrasado.
 - · Dibujar diagramas de flujo de los sistemas de lubricación. En procesos ordinarios, el movimiento del proceso de trabajo y la ruta empleada para la lubricación son escritas sobre un plano. Algunas plantas lo llaman "lubricating map"
- Establecer estándares tentativos de lubricación.
 - Los operarios, deciden el tipo de lubricante, métodos de lubricación e inspección y herramientas e intervalos para cada punto de lubricación.
 - · Remediar áreas defectuosas y difíciles de lubricación.
 - A través del seguimiento de los estándares tentativos se pueden encontrar diferentes áreas de oportunidad de mejora.
- · Establecer estándares de lubricación

En base a pasos anteriores se establecen estándares que cumplan con los requerimiento de métodos y tiempos.

PASO 4: Inspección global

Procedimiento global de inspección

- [1-1 Conducir educación general](#)
 - 1-2 Conducir educación específica
- [2-1 Conducir un examen de comprensión](#)
 - 2-2 Prepara listas de inspección
- [3-1 Evaluación de artículos inspeccionados](#)
 - 3-2 Conducir la inspección global
 - 3-3 Remediar áreas defectuosas encontradas
- [4 Determinar estándares tentativos](#)
- [5 Estimar intervalos de inspección](#)
- [6 Determinar tiempos meta](#)
- [7 Definir metas de mejora](#)
- [8-1 Identificar áreas difíciles de inspección](#)
 - 8-2 Remediar áreas difíciles de inspección
- [9 Revisar estándares de inspección](#)
- [10 Colocar rutinas de tareas de inspección](#)
- [11 Inspeccionar habilidades de inspección de operarios](#)
- [12 Desarrollar un programa remedial de corto plazo](#)
- [13 Conducir una auditoria de mantenimiento autónomo](#)

Paso 5: Estándares de mantenimiento autónomo

Para el mantenimiento autónomo se tiene como objetivo que las máquinas dependan menos de las personas, se busca que las máquinas se auto lubriquen, se auto inspeccionen y si es posible necesiten lo mínimo de limpieza.. Si una máquina sigue dependiendo del factor humano para trabajar en condiciones óptimas entonces será más difícil conseguir el cero fallas que se desea, se necesitan mayores esfuerzos para crear otro tipo de controles visuales y a prueba de errores para hacer las tareas de las personas más fáciles y eliminar la posibilidad de error humano.

En el aspecto humano se espera que se unan los estándares de lubricación y los de inspección para formar los estándares de mantenimiento autónomo que describen las tareas y rutinas necesarias para limpieza, lubricación e inspección que deben seguir los operarios. Se espera que a través del conocimiento a fondo del equipo se seleccionen la combinación óptima de estas rutinas para mejorar los estándares, así como el que aprendan como obtener y saber usar los datos que surgen después e cada caída y defectos de calidad.

En muchos procesos se puede conseguir el cero defectos y cero fallas en meses, pero es muy difícil seguir sin fallas por un periodo mayor al año, una vez que se logran bajos niveles de fallas es muy difícil disminuir más esto es debido a que cada máquina en la planta cuenta con un sinfín de partes, resulta imposible llevar una inspección completa y determinar con precisión la vida de cada parte. Es por eso que el operador es crucial para determinar anomalías en el equipo a través de los "cinco sentidos".

Pero el operador no puede lograr una gran reducción de fallas si no se le entrena, la mayoría de ellos solo pueden detectar anomalías que se están a la vista. Es por eso que después de una falla del equipo se deben contestar las siguientes preguntas:

- ¿Existían algunos indicadores de una posible falla?
- ¿Cuales son los signos que presenta la falla que ocurrió?
- ¿Alguno de estos signos son detectables (sin desarmar el equipo)?
- ¿Por que no fueron detectados los signos antes de la falla?
- ¿Como se detectarían los signos para esa falla?
- ¿Que tipo de entrenamiento necesitarían mis operarios para detectarla?.

Una vez que el operador detecte una anomalía debe reportarla mediante una tarjeta de aviso, esa tarjeta se le conoce como una tarjeta amarilla.

Pasos para desarrollar los estándares de mantenimiento autónomo

1) Revisar los estándares de limpieza y lubricación.

Limpieza

- -Están siendo cubiertos los requerimientos de limpieza de manera correcta
- -Alguna fuente de contaminación quedó sin tratarse
- -Existen nuevas fuentes de contaminación
- -Si se encuentra algún problema debe ser reparado al instante

Lubricación

- -Están siendo cubiertos los requerimientos de lubricación de manera correcta
- -Es adecuado el intervalo de tiempo entre lubricaciones
- -Si se encuentra algún problema debe ser reparado al instante

2) Revisar los estándares tentativos de inspección

Basados en la experiencia obtenida en el paso cuatro se deben revisar los estándares.

3) Comparar con los estándares de mantenimiento de tiempo completo

Se deben comparar los estándares tentativos y los de tiempo completo para determinar el lugar conveniente para las tareas de inspección.

4) Definir los estándares de mantenimiento autónomo

Se unen las rutinas de inspección, limpieza y lubricación para crear los estándares tentativos de mantenimiento autónomo. Ahora los operadores deberán reducir el tiempo que utilizan en su rutina de inspección a través de ayudas visuales y modificando las áreas de trabajo difíciles.

5) Detectar las anomalías causadas por la deterioración interna

6) Establecer los estándares de mantenimiento autónomo

- - Además de usar las ayudas visuales, hay que mejorar el equipo y métodos de trabajo para lograr los objetivos de limpieza lubricación e inspección
- - Revisar y finalizar los estándares de mantenimiento autónomo

Paso 6: Mejorar el proceso de aseguramiento de la calidad

Para que se produzcan artículos de calidad debe existir una serie de condiciones de operación determinadas por las máquinas y los operarios. En TPM el aseguramiento de la calidad se refiere a un mantenimiento apropiado de cada parte del equipo o del proceso, con el objeto de lograr cero defectos al concentrarse en las relaciones entre condiciones del equipo y la calidad del producto.

Existen dos acercamientos para lograr las condiciones de calidad:

- 1) Un acercamiento abstracto: Se lleva a cabo por el departamento de desarrollo de productos y el de ingeniería de planta durante la etapa de ingeniería. Al hacer un análisis detallado de la calidad de un producto a manufacturarse en el futuro por equipo futuro se determinan las condiciones de calidad.
- 2) Un acercamiento concreto: Se lleva a cabo por los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería de planta durante la etapa de producción-comercialización. Al hacer observaciones cuidadosas de las condiciones de operación creadas por los equipos existentes se analizan y especifican las condiciones de calidad.

Existen tres relaciones entre el equipo y la calidad, una se refiere a las especificaciones de calidad que es la calidad a ser creada por equipo futuro, otra es las causas de calidad que se refiere a las condiciones de calidad del equipo necesarias para lograr la calidad en el producto (ajustes que se le deben hacer al equipo para lograr las tolerancias que quieres) y por último están los resultados de la calidad que es la calidad del producto que esta siendo manufacturado por el equipo actual.

Para mejorar la calidad es necesario establecer una relación entre una parte específica del equipo o del proceso, para eso se creo un criterio de cinco pasos:

Pasos para asegurar la calidad

1) Una condición de calidad es cuantitativa o se conoce.

Se refiere al hecho que debemos de para lograr la calidad es necesario que conozcamos y determinemos cuales deben ser las condiciones (ajustes) que necesitan las máquinas para lograr producir con calidad.

2) Una condición de calidad es fácil de poner

Cuando nosotros conozcamos cuales deben ser las condiciones de trabajo será fácil establecer un rango en el cual se produce con calidad.

3) Una condición de calidad resiste la variación

Hay que mejorar el equipo de manera que los ajustes sean fáciles de hacer

4) Un cambio en una condición de calidad es fácil de detectar

Deben crearse ayudas visuales que sean a prueba de errores de manera que los defectos sean detectados antes que se produzcan grandes cantidades defectuosas.

5) Un cambio en una condición de calidad es fácil de restaurar.

El equipo debe ser modificado de manera tal que cuando sea necesario desensamblarlo o ajustarlo no sea complicado.

Para lograr un cero defectos es necesario seguir tres pasos:

Pasos para lograr cero defectos

- 1) Crear un proceso altamente confiable Se deben usar procesos que cumplan satisfactoriamente con los cinco puntos de aseguramiento de la calidad
- 2) Implementar inspección al 100% a través de equipo automatizado a la salida de cada proceso
- 3) Los operarios deben prevenir el que un producto defectuoso siga el proceso de manufactura.

Un punto importante para lograr la calidad es que los operarios conozcan y manejen perfectamente los conceptos básicos y métodos para controlar la calidad, deben conocer los procedimientos para recolectar datos, crear gráficas de Pareto, histogramas, graficas de control de calidad, etc.

Los operarios tiene como primer objetivo el detener el paso de partes defectuosas al siguiente proceso, una vez que identifiquen una parte defectuosa deberán hacerse las siguientes preguntas:

- 1) ¿Está claramente definido el defecto?
- 2) ¿Entiendo bien el defecto?
- 3) ¿Existe realmente el defecto?
- 4) ¿Es fácil de detectar?
- 5) ¿Se detectan desviaciones al instante si existen defectos de calidad?

Estas preguntas se les conoce como el criterio de cinco puntos para ayudar a la observación.

Existen diferentes tipos de fallas de calidad, dependiendo del tipo de falla se tomarán medidas correctivas.

Clasificación de los productos defectuosos:

- Scrap: Después de una evaluación el producto debe ser tirado
- Retrabajo: El producto puede ser reparado en el proceso actual o en algún proceso anterior
- Espera: El producto necesita una revisión del departamento de control de calidad.
- Reciclar: El producto puede ser re usado
- Partes golpeadas: En alguna parte del proceso fue dañada la parte.

Para mejorar la calidad es necesario que se tomen contramedidas una vez identificado algún problema:

- 1) Se deben identificar las condiciones de calidad que se le incorporaran al una parte del equipo
- 2) Revisar las condiciones de calidad

- 3) Remediar las condiciones de calidad
- 4) Verificar y estandarizar los productos en términos de las condiciones de calidad.

Paso 7: Supervisión autónoma

Durante este paso se espera que los operadores lleven a cabo una supervisión autónoma y sigan los estándares que ellos mismos pusieron. También se espera que se haya logrado el cero accidentes, cero defectos y cero fallas. En otras palabras al alcanzar este paso TPM ya ha sido implementado totalmente en la compañía.

Los operadores mantienen las condiciones básicas del equipo y restauran sus partes deterioradas. Por el otro lado el personal de mantenimiento provee de un plan de mantenimiento altamente sofisticado al aplicar mantenimiento preventivo a las máquinas críticas.

Para llegar a este punto se requiere al menos de cinco años, si se toman con cuidado el paso seis para obtener cero defectos probablemente haya que añadirle otros dos años como mínimo. Para lograr TPM se necesita tomar un camino largo.

Una vez alcanzado este nivel es necesario mantenerse en él, para ello los operarios debe trabajar en conjunto con los de mantenimiento para seguir los pasos anteriores del programa de desarrollo de TPM:

Los operadores inspeccionan la deterioración del equipo y lo restauran en orden de mantener las condiciones del equipo y mientras tanto mantenimiento utiliza sus habilidades para alcanzar mejores niveles técnicos.

Un problema que ocurre al implementar TPM ocurre cuando las personas son reemplazadas, los nuevos gradualmente empiezan a creer que cero defectos, cero fallas y cero accidentes es algo común y empiezan a dejar el plan del TPM, esto mata al sistema de TPM lo que lleva otra vez al inicio a la compañía.

TPM debe ser enseñado a los miembros nuevos, deben ser entrenados en los conceptos fundamentales de TOM como limpieza e inspección, mantener las condiciones básicas del equipo, etc.

Una vez que se logran los objetivos del TPM, ¿que es lo que se debe hacer después? , la respuesta esta basada en las siguientes dos dimensiones:

1) Renovaciones poco frecuentes de equipo.

Se da típicamente en industrias de proceso como la del petróleo, químicos, cemento. Cada uno de estos procesos produce únicamente un solo tipo de producto. Técnicamente están altamente desarrollados y sus productos tienen una larga vida y pocas esperanzas de cambiar.

En general cuando se construye una planta queda operando así hasta que los costos de mantenimiento son tan altos que es mejor cerrarla, nunca se cambia el equipo (que es altamente caro y especializado), solamente se hacen pequeñas modificaciones o reparaciones nunca por entero porque saldría más caro que poner otra planta en otro lugar.

En estos casos el mantenimiento sale caro porque existen pocas personas trabajando en la planta, TPM puede hacer poco aquí prácticamente se limita a reducir costos de mantenimiento.

2) Frecuentes renovaciones de equipo

Se encuentra típicamente en industrias de ensamblaje como la automotriz, electrónica, etc. El cambio tan variante en el gusto de los consumidores hace que los productos tengan un ciclo de vida muy corto. Se necesitan cambios rápidos y drásticos, aunado a innovaciones para ayudar a la tecnología, aunque la automatización progresa bastante rápido todavía persiste el trabajo manual en el piso.

¿Que se debe hacer después de TPM?

Todavía no existe una segunda generación de TPM, las compañías que alcanzan la etapa final hacen dos grandes actividades, automatización y computarizan la planta. La nueva generación de TPM no debe enfocarse únicamente al equipo, debe enfocarse también a la información.

Conclusiones, comentarios y experiencias

La implantación exitosa de un programa de TPM involucra muchos factores para que ésta se lleve a cabo. TPM se basa primordialmente en el mantenimiento planeado y el mantenimiento autónomo. En base a nuestra experiencia, hemos encontrado que uno de los factores más importantes para que este tipo de programas sea implementado exitosamente es el compromiso por completo de la administración. El compromiso no sólo en el sentido de que la empresa de permiso a que se trabaje en sus instalaciones sino que la administración antes que nada conozca a fondo la profundidad y el alcance de esta filosofía y este dispuesta a realizar cambios y mejoras en sus operaciones y tener en cuenta que se requerirá realizar algún tipo de inversión (dinero, tiempo, etc.) para que dicho programa tenga éxito.

Entre las cuestiones más curiosas que encontramos fue la forma en que se trata al proceso de mantenimiento dentro de la empresa. Esto es, al mantenimiento se le ve y a la vez se le considera como si fuera un proceso externo o adicional al proceso productivo: i.e. En el caso específico de W industrial la administración no desea que se realice ninguna labor de mantenimiento preventivo o predictivo (cambio de aceite, ajuste de bandas, etc.) durante el periodo de producción que comprende de las 7 a.m. a la 5 p.m. En cambio, consiguen que el técnico de mantenimiento trabaje los fines de semana (regularmente los sábados) para realizar dichas tareas sin pagarle horas extras por dicho trabajo.

En otra ocasión, nos dimos cuenta que aprox. 40 lts. de aceite utilizado para la lubricación de la máquina se terminaron repentinamente de un día para otro. Esto ocurrió ya que el técnico realizó una inspección para verificar el nivel de aceite en las maquinas, dándose cuenta que la mayoría tenía un nivel de aceite por debajo de lo aceptable. Si esta inspección se hubiese retrasado muy probablemente se hubieran encontrado con algunas máquinas desbieladas.

Otro de los problemas con los que nos hemos topado en el corto tiempo que tenemos trabajando en W industrial, es el problema cultural por parte de las personas, ya que no le dedican el debido cuidado a las máquinas.

TPM, al igual que muchas otras filosofías, predominantemente orientales, que tratan de incrementar la productividad, y por ende las ganancias del negocio, se topa con múltiples problemas, debido a que la mayoría de los administradores, por lo general ven todo con signo de pesos, y si no ven ahorros directos involucrados con tal o cual comportamiento, lo tachan de inútil y que consume mucho tiempo y dinero, sin siquiera saber los beneficios que al corto, mediano y

largo plazo puedan tener; estos beneficios, por lo general mejoras en el área de producción, se reflejarán en mejoras en las utilidades del negocio, pero esto no es visto por la mayoría de los gerentes-administradores.

El mayor desafío del TPM (Al igual que muchas otras filosofías), pensamos nosotros, es el de convencer a las personas involucradas directamente con la operación de la empresa (dueños, gerentes, operadores, etc.) de los beneficios que este tipo de filosofía tiene para la empresa, y el de convencer a las personas que el mantenimiento no es un proceso separado del de producción, si no parte del mismo, negar esta afirmación, sería como decir que la maquinaria no forma parte del proceso productivo.

Es un hecho que la maquinaria forma parte del proceso productivo de esta manera el mantenimiento de la misma, debe de ser considerado igualmente importante que las operaciones diarias de la máquina.

Bibliografía:

Libros Consultados

- TPM implementation A Japanese approach
 - Masaji Tajiri, Fumio Gotoh
 - McGraw-Hill
- TPM in process industries
 - Tokutaro Suzuki 1992.
 - Productivity Press.--
- RCM Reliability-centered Maintenance
 - John Moubray
 - Industrial Press, NY New York, 1992