

Prólogo

Hoy en día la globalización de los mercados y la apertura de fronteras, ha obligado a las empresas a ingresar en un ambiente de alta competitividad.

Es indiscutible que en la actualidad la calidad de los productos así como su precio son determinantes para la conquista de mercados; esto exige que toda empresa sea debidamente administrada a fin de que sus recursos sean desarrollados en una forma equilibrada obedeciendo a una planeación de recursos inteligente.

Por tal motivo las empresas que desean sobrevivir han tenido que evolucionar adoptando nuevos esquemas organizacionales, con metodologías y filosofías de trabajo modernas tratando de lograr la Manufactura de Clase Mundial dónde se incluyen conceptos como Administración de Calidad Total (TQM), Control Total de Calidad (TQC), Justo a Tiempo (JIT), Planeación de Materiales (MRP), Mantenimiento Productivo Total (MPT), entre otros.

En esta tesis trataré de explicar detalladamente los diferentes conceptos que se manejan en el MPT, sus características, y su metodología de implementación que favorece a las organizaciones que tratan de aplicarla ya que promueve el desarrollo de su personal, además de que reduce notablemente sus costos de fabricación.

Síntesis

Esta tesis tiene como objetivo mostrar teórica y prácticamente la aplicación del MPT, (Mantenimiento Productivo Total) que es una metodología de trabajo que se originó en el Japón y que ayuda a las empresas que la practican a mejorar notablemente la efectividad de sus operaciones, incrementando la calidad de sus productos, eliminando el desperdicio, reduciendo los costos (de operación y mantenimiento), acrecentando la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos e instalaciones y estimulando el desarrollo de su personal.

La aplicación práctica de esta metodología mostrada en esta tesis tiene lugar en una industria de proceso continuo donde se fabrica cementos portland gris y blanco ubicada en la Ciudad de Monterrey N.L.

Introducción

El objetivo de esta tesis es presentar en una forma clara y objetiva *una filosofía de trabajo de mantenimiento de equipos* para una industria cementera y que tiene como metas o propósitos reducir a cero:

- a) Los paros no planeados
- b) Los defectos en productos en proceso o terminados
- c) Los accidentes

así como también reducir al mínimo los costos de mantenimiento y mejorar el rendimiento de la maquinaria y equipos productivos de la empresa a fin de hacerla competitiva dentro de un mercado global cada vez más exigente.

Las organizaciones empresariales contemporáneas responden a la importante misión de mantener la vida social de los hombres. Por medio de sus procesos se obtienen productos que buscan satisfacer las necesidades de una sociedad cada vez más exigente. Por lo anterior es sumamente importante que las empresas se mantengan en condiciones financieras sanas y para ello deben cambiar en sus operaciones a esquemas de trabajo en los cuáles se promueva la mejora continua y se realicen prácticas de clase mundial. El Mantenimiento Productivo Total cumple con estos conceptos.

El MPT es un enfoque innovativo para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo elimina las averías y promueve el mantenimiento autónomo por los operarios a través de actividades día a día que incluyen a todo el personal.

Los japoneses tienen la habilidad de transformar las buenas ideas en prácticas enormemente eficaces. Por ejemplo muchas compañías japonesas aplicaron las ideas de Deming, Juran y Crosby en una dirección diariamente innovativa y actividades de mejora logrando sistemas y modelos de control de calidad obteniendo resultados altamente satisfactorios. Similarmente Seiichi Nakajima introdujo las prácticas americanas de mantenimiento en Japón por el año de 1970, combinó esas ideas con los conceptos de control de calidad total e

implicación total de los empleados para desarrollar el Mantenimiento Productivo Total, un sistema que está revolucionando el mantenimiento de plantas por todo el mundo.

El MPT promueve las actividades en grupo a través de toda la organización para una mayor efectividad del equipo y el entrenamiento de los trabajadores para participar en la responsabilidad de la inspección de rutina, limpieza, mantenimiento y reparaciones menores con el personal de mantenimiento. Con el tiempo este esfuerzo cooperativo incrementa dramáticamente la calidad y la productividad, optimiza el costo del ciclo de vida del equipo y amplían la base de conocimientos y capacidad de cada empleado.

La idea fundamental del MPT es justamente cooperar para conseguir un trabajo importante. En muchas fábricas los operarios no saben como mantener o reparar su propio equipo, y los que si saben hacerlo no se les permite realizarlo por que es trabajo de otros.

En nuestro entorno, aislamos a los trabajadores y limitamos su desarrollo creando clasificaciones de tareas exclusivas. Además aceptamos negligentemente las pérdidas de productividad que ocurren cuando no están disponibles trabajadores capacitados para reparar un equipo que funciona mal o tratar los primeros síntomas de falla inminente.

Es cierto que, cada miembro de un grupo de trabajo tiene destrezas especializadas, pero en una empresa verdaderamente cooperativa, esas destrezas se comparten y cada uno crece en conocimientos y "expertise". Este enfoque practicado por todos los departamentos, en cada fase del programa de desarrollo del MPT, es una contribución japonesa única en el área del mantenimiento de fábricas.

Capítulo 1

Antecedentes

A finales del siglo XVIII y a principios del siglo XIX ocurrieron muchos cambios que hicieron posibles importantes cambios en nuestra sociedad. Existían serias limitaciones anteriores a esta época como la fuente de energía para accionar la maquinaria. La única disponibilidad eran los hombres, animales y el agua. Con el descubrimiento de la máquina de vapor de Watt, la instalación de una empresa industrial no estuvo restringida a las orillas de los ríos. El transporte rápido por tierra y por agua se hizo posible. Por aquellos tiempos se promovió el uso de piezas intercambiables en la maquinaria según idea de Eli Whitney, facilitando los procesos de fabricación, también los inventos y la precisión de la maquinaria de la industria textil provocó el crecimiento notable del desarrollo industrial.

La guerra que en 1812 bloqueó los Estados Unidos, aceleró sustancialmente el avance de su industrialización. Y lo mismo puede decirse de toda guerra importante que hallamos sufrido.

Así comenzó la Revolución Industrial. Gradualmente durante el siglo XIX, la producción familiar fué reemplazada por la producción en fábricas. La especialización del trabajo fué una herramienta poderosa de la industrialización y el punto de partida de muchas de nuestras modernas prácticas de dirección. En los Estados Unidos la expansión hacia el oeste fué una de las principales causas del vigoroso desarrollo del transporte por ferrocarril. La demanda del material ferroviario y agrícola estimuló a la industria siderúrgica y a otras empresas manufactureras.

Desde la Revolución Industrial y, posteriormente con los estudios realizados por F.W. Taylor para poner en práctica sus ideas sobre la Administración Científica, fue posible dividir el trabajo y ejecutarlo en serie, lo cuál se tradujo en una elevación fantástica del rendimiento en las labores de producción. Esto ha traído como consecuencia que en la actualidad exista un avance considerable en la Ingeniería de Métodos aplicada principalmente a trabajos de producción.

Pero, por lo que respecta al mantenimiento, no se le ha dado la importancia necesaria, ya que no existe una clara definición de estas labores, y existe la tendencia del personal de producción de desplazarse al nivel de mantenimiento.

Mucho se ha temido que el avance tecnológico a través de la creación de maquinaria cada vez más “automatizada” logre sustituir al personal de producción, pero eso seguramente es necesario y deseable ya que es fácil demostrar que al suceder esto el hombre llega a un nivel superior de vida, en donde el trabajo exige más inteligencia y menos esfuerzo físico, se evita la aparición de fuertes conflictos emotivos en los niveles dónde la naturaleza de éste lo hace poco susceptible a ser “enriquecido”, se reduce la jornada, lo que permite al individuo la diversificación de intereses, generalmente más nobles y más humanos.

A este nuevo nivel puede llamársele “maquinaria de mantenimiento” a la que virtualmente pertenecía, en épocas anteriores una casta privilegiada y que está llamada a mantener en buen ritmo de trabajo a la maquinaria de producción.

1.1.- El Mantenimiento Industrial.-

¿Por qué una industria necesita de un Departamento de Mantenimiento? La respuesta a esta pregunta es la base para desarrollar los conceptos generales y la ideología básica de la organización del Mantenimiento, y aunque la respuesta parezca obvia, en la práctica a menudo se pierde de vista.

La justificación de un grupo de especialistas en mantenimiento se encuentra en que sirve para asegurar la disponibilidad de máquinas, edificios y servicios que se necesitan en otras partes de la organización para desarrollar sus funciones, a una tasa óptima de rendimiento sobre la inversión, ya sea que esta inversión se encuentre en maquinaria, en materiales, edificios, o en recursos humanos. La función mantenimiento debe considerarse como parte integral e importante de la organización, que maneja una fase de operaciones.

El mantenimiento industrial se define como la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas.

Para que los trabajos de mantenimiento sean eficaces son necesarios el control, la planeación del trabajo y la distribución correcta de la fuerza humana, logrando así que se reduzcan costos, tiempos de paro de los equipos, etc.

Para ejecutar lo anterior es necesario establecer los lineamientos de mantenimiento, practicarlos y asegurar los resultados. Existen diferentes tipos de éstos, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad.

- a) **Mantenimiento Correctivo.-** Se efectúa cuando las fallas han ocurrido. Su característica es la corrección de las fallas a medida que se presentan ya sea por síntomas claros y avanzados o por paro de equipo.
- b) **Mantenimiento Preventivo.-** Se efectúa para prever las fallas con base en parámetros de diseño y condiciones de trabajo supuestas. Su característica es evitar que las fallas ocurran mediante el servicio y reparación o reposición programada, o, en última instancia la detección de las fallas en su fase inicial y la corrección en el momento oportuno.

1.2.- Mantenimiento correctivo

Se define como la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla han dejado de prestar la calidad del servicio para lo que fueron diseñadas.

El Mantenimiento Correctivo es una función de mejoramiento continuo crítico que cae bajo la amplia definición de mantenimiento preventivo. Específicamente, ello es definido aquí como el análisis de trabajos repetitivos ó caros para encontrar formas para eliminarlos ó para reducir su costo.

La acción correctiva requerida a menudo involucra modificaciones de diseño, ó puede requerir cambios en mantenimiento ó procedimientos operativos.

Hay dos tipos de actividades involucradas en ingeniería correctiva:

- a) Seleccionar los problemas a ser trabajados.
- b) Desarrollar soluciones económicas a los problemas.

Los problemas de Mantenimiento son seleccionados en una de dos maneras:

- a) Por observación directa en el campo.
- b) Por análisis de reparación de equipo y registro de tiempo muerto.

El Coordinador y su equipo de trabajo y quienes han estado cerca de las operaciones por varios años, usualmente revelarán el equipo que está causando la mayoría de los problemas, costos más altos y efecto más grande en perdidas de producción. Una inspección puede indicar que el equipo no está en condición para mantenimiento periódico. Fallas no predictivas pueden requerir Mantenimiento correctivo antes que pueda ser propiamente incluido en el programa de Mantenimiento Preventivo. Tal acción correctiva puede requerir de una rehabilitación, cambio de diseño ó reemplazo.

Las oportunidades para Mantenimiento Correctivo necesario, se manifiestan en problemas día a día. Todas las fallas de equipo prematuras ó no detectadas con anticipación deberán ser reportadas. Estos reportes deberán ser registrados y la falla verificada en el campo. Las causas de falla deberán ser

establecidas y determinar la acción correctiva para prevenir ocurrencia y llevar el equipo a condiciones de operación.

Los análisis de registros de equipo, son también una buena fuente de información para definir situaciones de problemas. Altos costos y reparaciones repetitivas pueden ser detectados en historias de equipo. La falla continua de una parte específica, sugiere acción correctiva. El valor de los registros de equipo decrece rápidamente en proporción a su falta de exactitud. Los registros correctos son de poco valor si no son revisados y analizados regularmente.

Se debe usar un enfoque sistemático y persistente en la aplicación de la ingeniería correctiva:

- a) Darse cuenta del significado de la generalización que el 80% de los costos de Mantenimiento son causados por el 20% del equipo.
- b) Identificar los principales causas problemas.
- c) Definir el problema, determinar alternativas, seleccionar la solución más económica realizable.
- d) Establecer un proyecto de Mantenimiento Correctivo específico para cada uno.
- e) Fijar metas medibles de realización para cada proyecto.
- f) Asignar responsabilidad para manejar el proyecto.
- g) Ejecutar el Proyecto.
- h) Dar seguimiento a los resultados y medirlos contra los objetivos.
- i) Reportar resultados.

Debería mantenerse en mente que hay pocos problemas de Mantenimiento para los cuales los operadores no han presentado alguna solución. Es vital reconocer que no todas las soluciones de Mantenimiento Correctivo involucran cambio de diseño ó reemplazo. Además, la acción correctiva determinada puede involucrar una ó más, pero no limitado a lo siguiente:

- a) No hacer nada ahora
- b) Cambiar ó modificar procedimiento operativo.

- c) Mejorar la inspección de Mantenimiento Preventivo, servicio ó procedimientos de lubricación.
- d) Optimizar los procedimientos de prueba y arranque.
- e) Donde sea indicado, reparar ó reemplazar el equipo con falla de alto riesgo ó de corto plazo.
- f) Reemplazar el equipo existente con el adecuado para el servicio requerido.

Es de vital importancia tomar las acciones más económicas y provechosas. Donde más de una acción sea posible, escoger la que es más práctico y realizable. Durante la ejecución ó acciones correctivas, se deben realizar revisiones periódicas del progreso para asegurar que el objetivo está siendo alcanzado.

1.3.- Mantenimiento Preventivo

Es la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, con el fin de asegurar que la calidad del servicio que éstos proporcionan permanezcan dentro de los límites de presupuestos.

Se basa en el análisis histórico de cada máquina y consecuentemente a este análisis, se elaboran programas de reparaciones a ser efectuados antes de que ocurran problemas esperados estadísticamente. Es conocido, de que, una cantidad de máquinas similares, exhibirán una relación de fallas tal que algunas son predecibles si estas son promediadas por largo tiempo.

Basado en esto se formó la curva de la bañera, la cuál promedia las fallas contra el tiempo operado. Si esta curva es aplicada a todas las máquinas de un grupo y la pendiente es conocida, el Mantenimiento Preventivo debería ser ventajosamente usado.

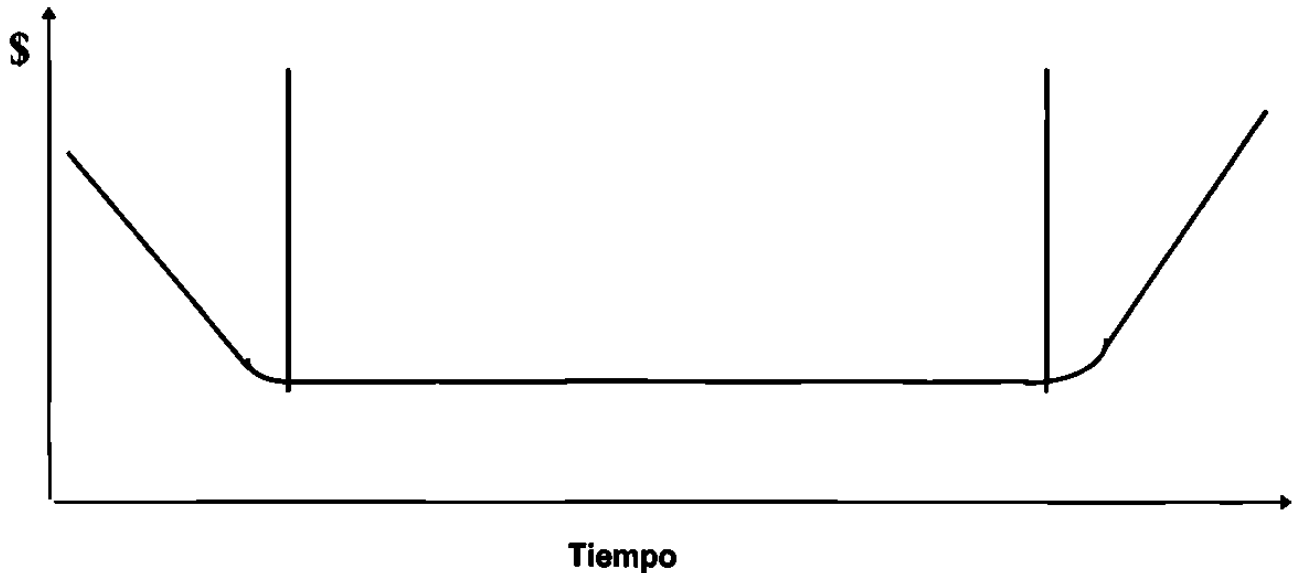


Figura 1-1 diagrama de la bañera

Este tipo de mantenimiento ha sido muy popular desde los años 80's, cuando aparecieron programas computacionales para la planeación y seguimiento al trabajo de mantenimiento.

OBJETIVO

El principal objetivo del Mantenimiento Preventivo es lograr la máxima disponibilidad del equipo e instalaciones, al menor costo total posible.

ACTIVIDADES BÁSICAS

Los programas de Mantenimiento Preventivo, poseen las siguientes cuatro actividades principales:

- 1.- Creación de Programas de Mantenimiento Preventivo.
- 2.- Programación de Actividades de Mantenimiento Preventivo.
- 3.- Ejecución del Programa de Mantenimiento Preventivo.
- 4.- Esfuerzos del Asesor Especialista dirigidos a la Prevención del Mantenimiento.

TIPOS DE TRABAJO CONSIDERADOS M.P.

Los siguientes son tipos de trabajo de mantenimiento los cuales pueden ser considerados como Mantenimiento Preventivo.

- 1.- Limpieza
- 2.- Lubricación
- 3.- Inspecciones repetitivas
- 4.- Ajustes y reparaciones menores
- 5.- Reposición de partes de rutinas
- 6.- Revisiones programadas
7. - Pintura y restauración
- 8.- Corrección de pequeños cambios de diseño

No incluido como trabajos de M.P.:

Excluidas específicamente de los programas de Mantenimiento Preventivo, están las siguientes actividades:

- 1.- Trabajo ejecutado como consecuencia de una falla del equipo.
- 2.- Trabajo ejecutado en anticipación para impedir una falla, basándose sobre síntomas observados.
- 3.- Trabajo ejecutado como un resultado de problemas en el proceso.
- 4.- Trabajo generado principalmente desde inspecciones a los equipos, es decir, trabajos que requieren aprobación adicional para su ejecución.
- 5.- Alteración ó modificaciones de equipos o facilidades como resultado de una decisión administrativa para mejorar la ejecución, mantenibilidad, apariencia, reducir los daños por contaminación e incrementar la seguridad.

En breve, el Mantenimiento Preventivo incluye sólo trabajo para el cual la necesidad es conocida por anticipado, la cual puede ser programada meses antes de su ejecución y excepto para programas de corrección de diseño. Todo el trabajo es virtualmente repetitivo.

Funciones de un Programa de Mantenimiento Preventivo

Un programa de Mantenimiento Preventivo debe estar diseñado para:

- 1.- Aplicar imaginación creativa de ingeniería en la prevención del Mantenimiento basado en la historia del equipo.

2.- Proveer un programa económicamente justificado de:

- a) Limpieza
- b) Lubricación
- c) Inspecciones periódicas, servicios, ajustes, reparaciones, partes de reemplazo, pintura.
- d) Análisis de vibración y otras técnicas empleadas de pruebas no destructivas e interpretación de datos (Mantenimiento Predictivo).

3.- Operación apropiada del equipo que incluye:

- a) Procedimientos operativos.
- b) Operación del equipo dentro de sus especificaciones para producir un producto de calidad.
- c) Protección de equipo de ambientes adversos.

4.- Analizar instalaciones propuestas de equipo nuevo.

- a) Compra de equipo que es estándar en la planta para asegurar intercambiabilidad de partes.
- b) Layout del equipo que facilitará mejores métodos de mantenimiento y accesibilidad para darle servicio.
- c) Selecciones de materiales que reducen corrosión y problemas de erosión y los cuales han provocado mal funcionamiento en la planta.
- d) Diseñar protecciones para equipo instalado en ambientes adversos. Por ejem., motores eléctricos sellados y equipo electrónico protegido.

5.- Proveer información para la acumulación y reporte de datos de historia de equipo necesario para:

- a) Predecir requerimientos de mantenimiento de equipo.
- b) Identificar desarrollo de problemas de equipo.
- c) Análisis económico de políticas de sustitución, compras e inventario de partes de repuesto.
- d) Iniciar lubricación, inspección, servicio ó reparaciones en una base oportuna.
- e) Monitorear la realización de tales funciones.

f) Medir la economía del programa de MP para asegurar que únicamente el trabajo justificado económicamente es tomado y que la administración pueda ver lo que ellos obtienen por su costo de MP.

6.- Motivar a todo el personal de la planta para contribuir con ideas para reducir la cantidad de mantenimiento requerido, para mejorar el funcionamiento del equipo.

Descripción de Métodos de Mantenimiento Preventivo Básico

1.- Lubricación

Un efectivo programa de lubricación reducirá los requerimientos para mantenimiento mecánico. Un programa así proveería de:

- a) Revisar y establecer con Producción aquellos equipos que serán cubiertos por el programa de lubricación.
- b) El desarrollo e implementación de programas de lubricación mejorados, incluyendo prácticas estándar, frecuencias, cantidades, tipos de lubricantes, equipo usado y rutas seguidas. Normalmente un diagnóstico del proveedor ayudará en ésta tarea.
- c) El control de la implementación de programas de lubricación mejorados por medio de una lista de verificación detallada asegurará que la lubricación sea realizada y sus ejecuciones registradas.
- d) El análisis y control de la variedad, distribución y calidad de lubricantes, soportado por un laboratorio de lubricantes.
- e) El muestreo y prueba de lubricantes de todas las cajas de engranes y unidades críticas.
- f) La iniciación de programas de lubricación para todo el equipo nuevo instalado.
- g) El rediseño de sistemas de lubricación, reemplazo ó relocalización de accesorios, ó la instalación de sistemas automáticos para minimizar requerimientos para lubricación manual.

2.- Inspección Periódica.

El propósito de la inspección periódica es descubrir y corregir situaciones desfavorables en la etapa de desarrollo y así prevenir averías. La inspección es una actividad fundamental en un programa de Mantenimiento Preventivo.

Las inspecciones pueden ser simples ó complejas. El aceite puede ser visualmente inspeccionado por calidad, ó muestreado y analizado. Un técnico puede checar los baleros con sus sentidos, ó con sofisticados instrumentos de medición de vibración. Los equipos críticos pueden ser parados y desarmados para inspección.

Un programa de inspección periódica debe estar basado en factores económicos. Los procedimientos de inspección deben estar justificados por tiempo muerto reducido y reducción en costos de mantenimiento. Se requiere analizar primero si la inspección es ó no, la clase de actividades de mantenimiento más apropiada para un situación específica.

Si una parte falla regularmente cada seis meses, más menos dos a tres semanas, el sentido común sugiere que debe ser reemplazada automáticamente cada 5.5 meses en vez de vía un programa de inspección.

De otra manera, si no hay patrón de fallas y si, además un equipo es crítico en el proceso de producción, la inspección sistemática ejecutada por un técnico o por medio de instrumentos debe ser aplicadas. Tal inspección, es Llamada Monitoreo de Condición.

Se requiere, entonces, precaución contra una confianza excesiva en la inspección programada como la fuente primaria de trabajos de mantenimiento. Servicios, ajustes, reemplazo de partes, reparaciones deberán estar basadas en análisis estadístico de historial de equipo. *Esto es la base del Mantenimiento basado en la Confiabilidad.*

Las ventajas de este enfoque son:

- a) Los costos totales de mantenimiento se reducirán debido a que el costo total de mantener un equipo debe incluir los costos por las inspecciones y trabajo ejecutado.
- b) Si un equipo es vital para el proceso de producción y si por la inspección requiere estar fuera de servicio, ahorros adicionales se obtendrán minimizando el tiempo necesario para realizar el mantenimiento.
- c) La programación y ejecución de trabajos repetitivos conocidos, ejecutados a intervalos predeterminados, es mucho más económico y efectivo que los de trabajos inesperados, sin la adecuada coordinación.
- d) Mano de obra de mantenimiento total requerida será menor.

Basado en este enfoque, un programa realista y vital para la actual inspección periódica de equipo puede ser desarrollada y debe incluir:

- a) Establecer los equipos que serán inspeccionados y fijar responsabilidad por ejecutar las inspecciones. Esto debe incluir asignaciones a Mantenimiento y Producción (organizaciones de alto desempeño).
- b) Determinar el tipo y frecuencia de inspección requerida para el equipo seleccionado. Un análisis de ingeniería es deseable para asegurar que la relación entre costos de inspección y mejora es optimizada.
- c) Las listas de verificación existentes ó prácticas deberán ser revisadas con los equipos de trabajo. Los procedimientos deberán ser cuidadosamente desarrollados y estandarizados antes de que sean publicados.
- d) Establecer frecuencias y procedimientos de inspección.
- e) Un programa de inspecciones diarias ó semanales con equipo en operación, ejecutadas por un técnico experimentado y hábil redundará en mayores dividendos.

3.- Análisis de Vibración e Interpretación.

Probablemente pocas rutinas de inspección periódicas tiene el potencial para ahorros substanciales como es el análisis de vibraciones. La aplicación e implantación de un programa de monitoreo de vibración tiene varios elementos:

- a) Equipo adecuado para toma de lecturas es necesario.
- b) El inspector debe estar entrenado apropiadamente.
- c) El equipo a ser monitoreado debe ser escogido, y los puntos de toma de lectura deben ser establecidos.
- d) Intervalos de lecturas deben ser determinados y monitoreados y establecer los límites y tendencias con los cuales detectamos problemas de equipo, reflejados por cambios en lecturas.
- e) Debe mantenerse un registro y graficar e interpretar los resultados.
- f) Análisis inteligente y hábil de condición y tendencia.

4.- Procedimientos de Operación Apropriados

Los procedimientos operativos adecuados y un buen y continuo monitoreo del equipo pertenece a los Grupos de Trabajo. Ellos deben desarrollar el sentimiento necesario de propiedad en los equipos e Instalaciones que estén bajo su responsabilidad. Los Grupos de Trabajo pueden identificar áreas de problemas y alertar a los asesores de su existencia. Ello también puede proveer el análisis detallado de equipo y operación de qué procedimiento debe ser desarrollado. Los asesores de los Equipos de trabajo necesitan solicitar esta información para ayudar a optimizar métodos operativos. La reducción sustancial en mantenimiento requerido puede resultar de procedimientos operativos mejorados.

5.- Protección del Equipo del Ambiente Adverso

El Mantenimiento Preventivo puede contribuir a reducciones substanciales en el costo de Mantenimiento a través de inspecciones bien

concebidas y cuidadosamente programadas basada en el ambiente de trabajo. Condiciones hostiles tal como polvo excesivo, calor, campos eléctricos o magnéticos pueden tener un efecto de deterioramiento en el funcionamiento de equipo. Por lo tanto, inspecciones periódicas y evaluaciones de condiciones pueden usualmente ser justificadas por los ahorros disponibles de problemas ambientales que pueden ser identificados y eliminados.

6.- Acumulación, Análisis y Auditoría de Datos

El Mantenimiento Preventivo requiere un buen sistema de registros, reportes y control.

Lo básico para cualquier sistema de información es el documento de entrada llamada, Orden de Trabajo de Mantenimiento. El código debe identificar el equipo y sus componentes.

El sistema provee reportes acumulados para los gastos de Mantenimiento mensuales ó anuales en cada equipo. Además, las Ordenes de Trabajo terminadas son llenadas con el código de equipo para suministrar una historia completa.

Cada equipo tiene asignado un archivo con su código. Dentro de cada archivo esta toda la información relevante para el equipo, tal como copias firmadas de Ordenes de Trabajo terminadas, hojas de datos de equipo, listas de partes de repuesto, hojas de falla, reportes de costo, correspondencia, etc. Este archivo llega a ser la fuente de consulta específica e información técnica e historia de reparación para análisis de funcionamiento de equipo y el programa de Mantenimiento Preventivo. Esta información debe ser consultada con facilidad.

Usando esta información y estudios del equipo mismo, el Administrador de Mantenimiento será capaz de:

- a) Identificar situaciones de alto costo ó recurrentes de reparación, buscar causas fundamentales y las alternativas de solución más económicas.
- b) Ajustar la frecuencia de trabajo de Mantenimiento Preventivo tal que la disponibilidad óptima de equipo es obtenida al menor costo.
- c) El trabajo de naturaleza repetitiva debe ser precisamente definido, tal que el trabajo necesario, y solamente necesario, sea efectuado. Esto significa que los Grupos de Trabajo deberán discutir la frecuencia de trabajo de Mantenimiento preventivo, alcance y métodos con el Coordinador del Equipo de trabajo, para hacer trabajos de calidad.

El debe certificar que el Coordinador del Equipo entienda los conceptos básicos de los programas de Mantenimiento Preventivo y la importancia de reportar cualquier descubrimiento ó conclusiones en el reverso de la Orden de Trabajo para proveer información del equipo que será de valor para análisis subsecuentes.

Creación de Programa de Mantenimiento Preventivo

El proceso de crear un programa de Mantenimiento Preventivo para un equipo consiste en decidir qué clase de trabajo de mantenimiento debe ser hecho en él, y con qué frecuencia. Se debe hacer una selección específica de inspecciones apropiadas, ajustes, servicio, reparaciones, reemplazo de partes, etc. Las decisiones deben ser hechas con respecto a qué tan frecuentemente deben ser ejecutadas.

Haciendo y registrando tales decisiones es equivalente a crear un programa de Mantenimiento Preventivo para esos equipos.

1.- Qué Trabajo Hacer

Hay varias fuentes de información con respecto a qué trabajo de Mantenimiento debe ser incluido en un programa de Mantenimiento Preventivo para un equipo.

- a) Manuales de Servicio del Fabricante

Estos Manuales son valiosas guías de cómo un equipo debe ser instalado, operado y mantenido. Datos específicos son proporcionados con respecto a tales tareas de Mantenimiento como inspecciones, servicio, ajustes, partes de reemplazo y reparaciones.

b) Registros de Mantenimiento

Los registros de mantenimiento ejecutado en el equipo proporcionan información importante relativa para crear programas de Mantenimiento Preventivo. Trabajos repetitivos basados en falla de equipo pueden sugerir rutinas de servicio, ajustes ó reemplazo de partes. Otros requerimientos de Mantenimiento pueden surgir de inspecciones programadas.

c) Grupos de Trabajo

El personal responsable por operar ó usar el equipo deben a menudo proveer información en problemas de mantenimiento específica, la cual el fabricante no conoce y la cual no está claramente definida en las histories de ejecución de trabajo de mantenimiento.

La gente directamente involucrada en la ejecución de trabajo de mantenimiento están dispuestos para contribuir con valiosa información para programas de Mantenimiento Preventivo. Un Coordinador por ejemplo, probablemente conocerá acerca de Si el trabajo hecho en una base programada, eliminaría algunas de las emergencias ó averías las cuales dañan sus programas y el técnico competente será capaz Para comentar a detalle acerca del trabajo hecho, Si algo es hecho diferentemente, resultará en alargamiento de los intervalos de fallas.

2.- Qué tan frecuentemente hacer el trabajo

La decisión de qué tan frecuentemente ejecutar cada tarea incluida en un programa de Mantenimiento Preventivo es de importancia económica crítica. Ello afecta directamente el costo total de Mantenimiento. Una ejecución frecuente puede requerir mano de obra y materiales en exceso y puede resultar en más pérdidas de producción que Mantenimiento de avería. En el otro

extremo, la ejecución esporádica puede producir demasiadas fallas, excesivo tiempo de producción perdido, costo de reparación más alto que los necesarios y en suma, un costo total de Mantenimiento alto.

La base primaria más realista para establecer la frecuencia de las tareas de mantenimiento dentro de un programa de Mantenimiento Preventivo, será encontrada en un análisis del equipo basado en factores, como los siguientes:

a) Edad, Condición y Valor

El equipo antiguo, ó equipo el cual ha sido mantenido pobremente, requerirá más atención de Mantenimiento. Una reparación completa ó renovación debe ser requerida antes de que las frecuencias puedan ser fijadas. Algunas veces la decisión más económica es reemplazar en equipo ó la instalación.

b) Requerimientos de Seguridad

En el caso de equipo en que la condición pueda resultar en un riesgo para la salud ó seguridad de los empleados, las frecuencias de ejecución deben ser acortadas lo suficiente para tal riesgo al grado posible. En este ejemplo, no se busca un balance entre mantenimiento de avería y Mantenimiento Preventivo, tal que se logre el menor costo de mantenimiento total posible, sino la seguridad de las instalaciones y del personal.

c) Probabilidad de Daño

Un equipo que está normalmente sujeto a seria vibración, sobrecarga ó abuso, requerirá atención más frecuente que otra en el caso contrario. Si la falla del equipo puede resultar en su completa destrucción, un servicio más frecuente debe ser proporcionado para minimizar el riesgo.

d) Alta Precisión de Instalaciones

Si un equipo esta siendo utilizado de una manera que requiere ajustes ó alineaciones muy frecuentes, ó si su propio diseño incluye tolerancias cerradas excepcionalmente, requerirá Mantenimiento Preventivo más frecuente.

Las mismas fuentes citadas anteriormente para decidir que trabajo de Mantenimiento debería ser incluido en un programa de Mantenimiento

Preventivo para un equipo, proporcionará valiosa información con objeto de determinar las frecuencias de ejecución, a saber:

- a) Muchos fabricantes, en adición a tipos específicos de mantenimiento requeridos, sugerirán frecuencias también. Tales frecuencias están basadas en condiciones "promedio" y pueden requerir modificación para aplicación local.
- b) El registro adecuado de Mantenimiento indicará la frecuencia de Mantenimiento de avería junto con sus causas probables. Esta información puede ser útil en fijar las frecuencias de servicios designados para eliminar ó minimizar falla de equipo.
- c) El equipo de trabajo es a menudo conocedor exacto de qué tan frecuente debe ser ejecutada una tarea específica para minimizar la probabilidad de falla de equipo.

3.- Definir el Programa de Mantenimiento Preventivo para un equipo en especial

El formato del programa de Mantenimiento Preventivo no es tan importante como su contenido, y la siguiente información debe ser incluida.

- a) El área
- b) La sección
- c) El código de Identificación del equipo.
- d) Una breve descripción del Equipo
- e) Una lista de las clasificaciones de Tareas de Mantenimiento Preventivo:
 - i. Inspecciones
 - ii. Ajustes
 - iii. Lubricación
 - iv. Servicios
 - v. Reemplazo de Partes
- f) Bajo cada una de estas Clasificaciones, preparar una lista de tareas de Mantenimiento Preventivo específicas a ser ejecutadas.

- g) Para cada tarea listada bajo una clasificación determinar lo siguiente:**
- i. Frecuencia de ejecución y tiempo estimado**
 - ii. Si requiere ó no el equipo estar fuera de servicio.**
 - iii. Si el equipo stand-by está disponible**
 - iv. Si debe ser ejecutado por los Grupos de Trabajo ó Contratistas Externos y la habilidad requerida.**

Una vez que el programa de Mantenimiento Preventivo esté establecido y funcionando, deberá estar sujeto a revisión crítica continua, en la mayoría de los casos, es imposible determinar inicialmente y precisamente, todas las tareas de mantenimiento las cuales serán requeridas para un equipo, junto con sus frecuencias. Además, ciertos factores tales como el incremento de edad del equipo, cambios en su uso, relocalización y modificación del equipo por si mismo, obliga a ajustes en el contenido del programa de Mantenimiento Preventivo.

Conociendo las ultimas tareas, su frecuencia correcta puede ser solamente lograda sobre un período de meses y aún de años. El resultado puede ser continuamente verificado y aún será necesario ajustar los ciclos y el trabajo.

Cuando es encontrado, que las partes que están siendo reemplazadas están en buenas condiciones, los ciclos pueden ser demasiados cortos. Cuando las fallas continúan con la misma relación de antes, los ciclos pueden ser muy largos. Una causa común de falla de un programa de Mantenimiento Preventivo es la falta de auditoría periódica, y ajustes donde sea requerido. Es vital la atención continua. Las historias de reparación gradualmente serán integradas y deben ser revisadas en una base regular.

Para una verificación continua en la validez de los ciclos y tareas de Mantenimiento Preventivo ejecutados, el personal del Grupo de Trabajo es una fuente de información. Cada ejecutor de Mantenimiento Preventivo indica en sus hojas de verificación, "si él siente que el trabajo ejecutado rutinariamente, es

el trabajo debido para hacer" y "si él siente que la frecuencia de los ciclos es muy corta ó muy larga".

Un método efectivo para verificar que la frecuencia de las tareas de Mantenimiento Preventivo es adecuada, es revisar las historias de equipo individual. Si el Mantenimiento de averías no es registrado ó el registro es muy pequeño, probablemente las intervenciones son muy seguidas. Si los trabajos de avería cuentan por el 20% ó más de todos los trabajos ejecutados, todas las frecuencias ó tareas relacionadas con fallas de equipo deben ser ajustadas ó revisadas.

4.- La Economía del Mantenimiento Preventivo

En general, la consideración principal para Mantenimiento preventivo es una de economía y seguridad. Donde son involucradas pérdidas de producción no recuperable, se requiere agregar incrementos de Mantenimiento Preventivo conforme un programa, hasta que dichas pérdidas se minimizen.

Los costos totales de Mantenimiento son menores donde:

Costo de Mantenimiento Preventivo + Costo de Pérdidas de Producción debido a Mantenimiento Preventivo = Costo de Mantenimiento de Avería + Costo de Pérdidas de Producción debido a mantenimiento de avería. Ver Fig- 1-2.



Figura 1-2 Los Costos del Mantenimiento

Cualquier programa bien diseñado de Mantenimiento Preventivo rendirá beneficios mucho mayores en sus costos. Entre más altamente mecanizada esta una industrial más necesita las ventajas del Mantenimiento Preventivo.

Beneficios Potenciales

Algunos de los mayores beneficios potenciales, con los cuales los programas de Mantenimiento Preventivo han beneficiado a sus usuarios, son los siguientes:

- a) Menos tiempo muerto de producción con ahorros relacionados, debido a menos fallas y más Confiabilidad de equipo.
- b) Menos tiempo utilizado para ajustes ordinarios y reparaciones menores.
- c) Menos reparaciones de gran escala y menos reparaciones repetitivas.
- d) Costo de reparación más bajo para reparaciones simples hechas antes de la avería, porque es requerida menos mano de obra, y menos refacciones son necesarias para paros programados que para averías.
- e) Mejor calidad del producto a través de una operación con el equipo propiamente ajustado.
- f) Aplazamiento ó eliminación de gastos en efectivo por reemplazo prematuro de equipos.
- g) Prevención de deterioro del equipo debido a mantenimientos demorados.
- h) Menos equipos de respaldo son necesarios, reduciendo los gastos de capital.
- i) Disminuye el costo de Mantenimiento, mano de obra, refacciones y materiales. El sistema de trabajo de Mantenimiento Preventivo reduce los costos directos de Mantenimiento cuando menos en 10-15%.
- j) Identificación de equipos con alto costo de Mantenimiento por acción correctiva.
- k) Cambio del Mantenimiento "de avería" ineficiente, por un mantenimiento programado, con un mejor control del trabajo y un menor costo.

- l) Mejor control de partes de repuesto, el cual lleva a un inventario más óptimo y manejado a través del conocimiento de que partes probables son requeridas.
- m) Mayor seguridad para el personal y mejor protección para la planta.
- n) Menos costo unitario de producción.
- o) Un registro más efectivo de equipo para análisis, y decisiones de "reparación ó reemplazo".
- p) Permite a la Administración manejarse por hechos en lugar de opiniones.
- q) Uso más efectivo del tiempo de los ejecutores a través de realizar un porcentaje más alto de trabajos repetitivos los cuales los convierten en especialistas.
- r) Soporta y promueve el mejoramiento continuo.

Evaluación de Resultados

Una evaluación exacta de los resultados al aplicar el Mantenimiento Preventivo puede solamente ser hecho por medio de comparar el costo total de Mantenimiento de avería contra los costos de Mantenimiento Preventivo, tales costos incluyen los de Pérdida de producción. Cuando estos costos son iguales, el punto inferior en la curva de costo total de Mantenimiento ha sido alcanzado.

Una manera de hacer esta comparación sobre una base continua es calcular el porcentaje del total de costos de Mantenimiento Preventivo como parte del total de costos de Mantenimiento por avería, y poner los resultados en una gráfica.

$$MP/A = \frac{\text{Total de Costos de Mantenimiento de M.P.}}{\text{Total de Costos de Mantenimiento por Avería*}}$$

* incluyendo costos por pérdida de producción

Reportes e Índices de Funcionamiento

La función de Mantenimiento deberá emitir reportes periódicos relacionados con la eficiencia del programa de Mantenimiento preventivo cubriendo puntos tales Como:

- a) Cumplimiento del programa global con los planes generales del programa de Mantenimiento preventivo.
- b) Soluciones alternas para reducir los altos costos asociados con problemas de equipos.
- c) Estudios económicos recomendados para reemplazo de equipo, modificación. actualización, etc.
- d) El cumplimiento del programa de Mantenimiento Preventivo incluye:
 - i. El efecto de los costos de Mantenimiento Preventivo sobre el costo total de Mantenimiento en equipos seleccionados.
 - ii. El efecto de los costos de Mantenimiento Preventivo sobre el tiempo muerto por demora en equipos seleccionados.
 - iii. El efecto de los costos de Mantenimiento Preventivo sobre la cantidad de trabajo de emergencia en equipos seleccionados.
- e) Un reporte anual cubriendo todos los aspectos del programa de Mantenimiento Preventivo, describiendo un programa detallado específico para mejorar su función y para después reducir los costos de Mantenimiento globales.
- f) Establecer un reporte del equipo para cada tipo de falla en equipo clave, registrando tiempo muerto, pérdida de producción, número de fallas en los 12 meses previos, tiempo medio entre fallas, acción tomada y planes para prevenir recurrencias. Un resumen mensual del número de averías muestra el progreso en la corrección de la cantidad de fallas.
- g) Índices pueden ser desarrollados los cuáles ayudan en el establecimiento de efectividad de programas de Mantenimiento Preventivo, como:

i. Tiempo Perdido causado por averías.

$$\% = \frac{\text{Tiempo perdido causado por averías}}{\text{Tiempo Perdido Total}} \times 100$$

ii. Cobertura de Mantenimiento Preventivo.

$$\% = \frac{\text{Total de h.h. utilizados en trabajos programados de MP}}{\text{Total de horas hombre trabajadas durante el período.}} \times 100$$

iii. Cumplimiento del Programa de Trabajos de MP.

$$\% = \frac{\text{Trabajos terminados de MP}}{\text{Trabajos programados de MP}} \times 100$$

iv. Efectividad de Mantenimiento.

$$\% = \frac{\text{Tiempo de operación del equipo}}{\text{Tiempo de operación del equipo} + \text{Tiempo perdido causado por averías}} \times 100$$

v. Seguimiento de la Inspección.

$$\% = \frac{\text{\# de trabajos terminados resultantes de inspección de MP}}{\text{No. de trabajos resultantes de inspección de MP}} \times 100$$

La función responsable por el programa de MP debe siempre justificar su existencia sobre bases de mejoramiento-ganancia. Esto requiere que el análisis económico sea parte de cada trabajo.

Mejorando y manteniendo los programas

El período de implantación de mantenimiento preventivo deberá establecer las responsabilidades de la organización, los procedimientos, los programas de MP iniciales, los registros de equipo, el sistema de programación, experiencia de ejecución de trabajo de MP, seguimiento y retroalimentación.

Un esfuerzo constante será requerido para establecer una lista selectiva de servicios de Mantenimiento Preventivo, los cuales están siendo ejecutados rutinariamente sobre la base de un calendario ó ciclos de tiempo de aplicación. Cuando esto es ejecutado, y es aparente desde los indicadores establecidos que el nivel de efectividad de Mantenimiento se ha incrementado con mejoras aplicadas en la Confiabilidad de Equipo, el programa establecido deberá operar automáticamente por medio de mecanismos de Planeación y Control.

Sin embargo, el sostenimiento del programa debe basarse en el mejoramiento continuo. Así, acumulando los registros históricos, el contenido y frecuencia de trabajos de MP, deben ser dirigidos más a la situación real y los refinamientos necesarios pueden ser hechos. Ello será entonces posible para determinar más eficientemente la frecuencia del mantenimiento.

Con el progreso de los esfuerzos iniciales y los recursos disponibles, nuevos equipos de la lista de prioridad pueden ser añadidos y los planes de MP desarrollados para ellos.

La actividad de MP deberá ser monitoreada para asegurar que el trabajo sea ejecutado como es planeado. Es importante el seguimiento de la acción correctiva de los trabajos reportados de las actividades de inspección.

Al menos una vez al año, deberá ser hecho un estudio de los procedimientos de Mantenimiento Preventivo en el equipo "crítico", tal estudio es esencial para asegurar que las ganancias iniciales hechas en estos equipos "críticos" no sean una pérdida cuando el programa sea ampliado.

La responsabilidad para lograr establecer un Mantenimiento Preventivo con éxito no pertenece solamente a una organización en particular, sino que es compartida entre varios, como sigue:

Ingeniería de Proyectos.

Este grupo tiene una responsabilidad muy importante, la Prevención del Mantenimiento con relación a diseños creados para nuevas instalaciones, modificaciones mayores ó adiciones a las antiguas. Tales diseños deben incorporar consideraciones de mantenibilidad, ellas deben ser tal que el producto final deben ser consistente con los siguientes factores:

- a) Facilidad y conveniencia de mantenimiento.
- b) Minimización de tiempo muerto y tiempo fuera de servicio por mantenimiento.
- c) Minimización de gastos de mantenimiento.
- d) Minimización del deterioro de equipo.

Administradores de Mantenimiento.

Los Administradores de Mantenimiento son los agentes primarios, creativos, desarrolladores y actualizadores de los programas de Mantenimiento Preventivo. Este grupo es el pivote de Mantenimiento Preventivo. A continuación están las funciones básicas ejecutadas por los Administradores de Mantenimiento en conexión con Mantenimiento Preventivo:

- a) Planes de Revisión para nuevas instalaciones propuestas y modificaciones mayores para mantenibilidad, y hacer recomendaciones para este fin.
- b) Examinar y analizar las instalaciones existentes, proponer modificaciones mayores para mantenibilidad, y hacer recomendaciones,
- c) Seleccionar grupos de equipos críticos de Planta, como instalaciones para ser cubiertas por programas formales de Mantenimiento Preventivo.

- d) Preparar programas de Mantenimiento Preventivo para las instalaciones seleccionadas, y órdenes de trabajo modelo basadas en tales programas. Proveer estas órdenes a Planeación para análisis, estimación y ejecución programada.
- e) Monitorear la efectividad de programas de Mantenimiento Preventivo y actualizarlas como sea requerido. Asegurar que cada programa de Mantenimiento Preventivo sea efectivo en costo.
- f) Establecer historia de equipo y rutinariamente revisar para determinar ajustes necesarios a los programas de Mantenimiento Preventivo y problemas crónicos de equipo.
- g) Investigar problemas crónicos del equipo y determinar solución de Ingeniería Correctiva.
- h) Seguimiento en fallas de equipo y asistencia en determinar la causa y corrección para prevenir recurrencia.
- i) Desarrollar estándares de reparaciones de mantenimiento para trabajos mayores.
- j) Asistir en planeación de reparaciones de equipo mayores.
- d) Recomendar niveles de mantenimiento para equipo, grupos de equipo, secciones y para la planta como un todo.

Producción

Operaciones tiene varias responsabilidades con Mantenimiento Preventivo, como sigue:

- a) Usar su equipo adecuadamente, cuidarlo y mantenerlo limpio.
- b) Revisar y aprobar los programas de Mantenimiento Preventivo desarrollados para los equipos seleccionados de la planta.
- c) Cooperar totalmente con la Organización de Mantenimiento en la Implementación de estos programas, particularmente en tener

- disponible el equipo para Mantenimiento en una base oportuna, como es especificado en tales programas.
- d) Ejecutar aquellas tareas de mantenimiento menor, asignadas a personal de producción por estos programas, respetando frecuencias especificadas como parte del Mantenimiento Autónomo.
 - e) Procedimientos Operativos Estándar requerirán ejecutores para realizar las inspecciones de equipo de rutina, detectar pequeños defectos , reportándolos mediante una ST dirigida al personal de mantenimiento para su reparación, antes de que ellos se deterioren más, generando costos mayores de reparación ó fallas. Vigilancia constante y anticipación de necesidad es una parte esencial del programa de Mantenimiento Preventivo. Aquellas inspecciones que no requieren las capacidades técnicas de un mecánico para reconocer una falla, deben ser ejecutadas por operadores en una base de Mantenimiento Autónomo
 - f) Asesorar a la función Mantenimiento respecto a que equipos, podrían beneficiarse de la aplicación de técnicas de Mantenimiento Preventivo.

Planeación y Programación

Planeación es el agente para la administración y control primario del Mantenimiento Preventivo, como sigue:

- a) Planear y estimar las Ordenes de Trabajo Modelo, suministradas por la función Administrador de Mantenimiento Preventivo basado en programas de Mantenimiento Preventivo aprobados, asignándole los recursos necesarios.
- b) Preparar copias de listas de verificación actualizadas y hojas de instrucciones para ser usadas como soporte en órdenes de trabajo de Mantenimiento Preventivo.

- c) Proporciona el registro necesario para que los nuevos programas de Mantenimiento Preventivo sean adecuadamente incorporados, las revisiones hechas correctamente y el programa realizado.
- d) Programar Ordenes de Trabajo de Mantenimiento Preventivo para obtener una ejecución periódica consistente con las frecuencias planeadas.
- e) Proporcionar el nivel de cumplimiento de los programas de Mantenimiento Preventivo.
- f) Monitorear la efectividad de los programas de Mantenimiento Preventivo y modificarlos como sea requerido.

Ejecución del Trabajo

Los equipos de trabajo y específicamente los Operadores responsables y los Ejecutores de Mantenimiento tienen, responsabilidades simples:

- a) Ejecutar trabajos de Mantenimiento Preventivo con alto nivel de calidad.
- b) Seguir estrictamente la secuencia de las tareas de acuerdo a los procedimientos ó especificaciones establecidos para desarrollar los trabajos.
- d) Retroalimentar todos los datos requeridos en la orden de trabajo para formar la historia de los trabajos ejecutados en los equipos mediante el uso del SCM
- e) Proporcionar la información adecuada a la Función Administración de Mantenimiento para el análisis de los equipos.

Un programa de control de calidad en Mantenimiento debe enfatizar los siguientes puntos:

- 1.- Estandarización de equipo en todas las plantas hasta donde sea posible.
- 2.- Estandarización y control de calidad de refacciones y materiales usados.
- 3.- Mejoras y estandarización de métodos de trabajo de Mantenimiento.
- 4.- Creación de Ordenes de Trabajo o Estándar para todos los trabajos repetitivos.

- 5.- Mejoramiento en la calidad y cantidad del trabajo de Mantenimiento a través de la autonomía de operadores y ejecutores.
- 6.- Aseguramiento de la disponibilidad de herramientas, equipo y maquinaria suficiente en condiciones apropiadas para la ejecución del trabajo de Mantenimiento.
- 7.- Entrenamiento y motivación del personal de Producción y Mantenimiento. (Grupo de Trabajo).

Los principales criterios para determinar la frecuencia de paro programado en una planta, sección o un grupo de equipos:

- 1.- Analizar cada programa individual de Mantenimiento Preventivo cubriendo una sección ó grupo seleccionando cada caso, donde las tareas de Mantenimiento Preventivo requieren que la sección ó grupo como un todo, esté fuera de servicio y la producción parada.
- 2.- Examinar la frecuencia de tareas de los equipos seleccionados en el paso No.1, identificando aquellas las cuales están especificadas e involucran las más grandes cantidades de hombres-día de trabajo.
- 3.- Establecer las frecuencias, identificadas en el paso No. 2, como las frecuencias para el paro de la Línea, sección ó grupo de equipos.

Nota:

Disminuyendo el ciclo de una tarea de Mantenimiento Preventivo puede resultar en reducir la cantidad de trabajo hecho cada tiempo que los equipos fallan, sin embargo se aumenta el trabajo de ejecución del Mantenimiento Preventivo. Para poder incrementar el periodo del ciclo de ejecución de una tarea de M.P. puede traer consigo la modificación del diseño, construcción ó modo de instalación del equipo involucrado. Ello puede involucrar cambio de métodos, materiales, ó simplemente ejecutar más trabajo en cada paso de la ejecución de la tarea.

Se debe realizar un estudio para disminuir los trabajos a realizar en reparaciones estándar ó plan de paro para que así:

- 1.- Duración del paro será minimizada
- 2.- Total de días-hombre ó horas-hombre para paro será minimizado.
- 3.- Distribución del personal de Mantenimiento a través de toda la planta para lograr minimizar las necesidades de mano de obra de los paros sean minimizados.
- 4.- La ejecución de tareas de Mantenimiento diario de rutina continua con menos interrupciones.

1.4.- Mantenimiento Predictivo

El Mantenimiento Predictivo es un mantenimiento basado en la medición de parámetros principales vitales en los equipos y principalmente en el análisis de su comportamiento a través del tiempo. De esta forma podemos obtener tendencias en desviaciones detectadas y poder predecir cuándo tendremos que tomar acciones correctivas, buscando que sean definitivas y económicas.

Es una técnica de mantenimiento a máquinas industriales basado en la determinación de las condiciones de la máquina mientras esta operando. Esta técnica utiliza varias disciplinas para establecer un diagnóstico preciso de las condiciones de la máquina a fin de tomar una decisión económica y efectiva para devolver a la máquina a sus condiciones normales de servicio.

Las técnicas más comunes son:

Análisis de Vibración .- Se aplica a la maquinaria rotativa y se basa en un monitoreo de las vibraciones en la cuál se analizan los parámetros y se toman acciones previniendo fallas catastróficas.

Permite controlar la maquinaria y sus programas de mantenimiento, ya que las condiciones generales de éstas son conocidas, por lo que es posible hacer mucho más exacta la programación de todas las máquinas que están girando.

Termografía.- Es la medición de la temperatura superficial mediante la obtención de una imagen termica por medio de rayos infrarojos y es muy usual

en la detección de problemas o fallas incipientes que produzcan zonas de temperatura en instalaciones eléctricas y en áreas de difícil acceso, previniendo fallas graves.

Debido a su cualidad de no contacto y de que no se requiere paro del equipo para su aplicación, su alcance es ilimitado, en la detección de puntos calientes en subestaciones eléctricas, CCM'S, motores eléctricos, baleros, fugas de vapor, eficiencia en intercambiadores de calor, etc.

Ultrasonido.- Técnica no destructiva utilizada para la detección de discontinuidades en piezas metálicas de maquinaria y equipos sujetos a esfuerzos mecánicos y desgastes a fin de darles seguimiento previniendo defectos o fallas, que pudieran afectar la continuidad de operación de los equipos.

Tribología.- Ciencia que considera los cuerpos friccionantes en movimiento relativo y los problemas relacionados con ellos. Una de las técnicas más usada en mantenimiento es la lubricación, la cuál consiste en la evaluación de los daños en la maquinaria mediante el seguimiento de las tendencias de las características de los lubricantes mediante su análisis.

Capítulo 2

Mantenimiento Productivo Total

Antecedentes

¿Cuál es el secreto de la calidad y productividad japonesas? Durante algún tiempo, la respuesta estándar a esta cuestión ha sido la producción “Justo a Tiempo” (JIT), el sistema de producción japonés desarrollado en Toyota Motor Company, y el CTC, el enfoque japonés de control de calidad total.

Sin embargo, las compañías japonesas excelentes tienen otro secreto, que ha empujado la productividad y la calidad hasta los límites, haciendo posible las líneas de producción con cero averías y cero defectos. Este secreto es el MPT, o Mantenimiento Productivo Total.

Después de la segunda guerra mundial, las industrias japonesas llegaron a la conclusión de que para poder competir con éxito en el mercado mundial tenían que mejorar la calidad de sus productos. Con este fin incorporaron técnicas de gestión y fabricación procedentes de los Estados Unidos y las adaptaron a sus particulares circunstancias. Posteriormente, sus productos llegaron a conocerse a través de todo el mundo por su calidad superior, centrando la atención del mundo en el estilo japonés de técnicas de gestión.

Hace más de treinta años y para mejorar el mantenimiento de equipos, Japón introdujo el concepto de mantenimiento preventivo, existente en los Estados Unidos. Las posteriores incorporaciones incluían el mantenimiento productivo, la prevención del mantenimiento, ingeniería de fiabilidad, etc. Cuando ahora nos referimos al MPT, se trata en realidad del mantenimiento productivo de estilo americano, modificado e intensificado para adaptarlo al entorno industrial japonés.

En la mayoría de las compañías de nuestro país y de los Estados Unidos, los equipos de mantenimiento realizan este en toda la fábrica, aplicando una

división del trabajo del tipo “yo opero y tu arreglas”. Contrariamente, muchas corporaciones japonesas han modificado el Mantenimiento Productivo americano de forma tal que todos los empleados pueden participar.

La innovación principal del MPT radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías.

El MPT se introdujo en Japón hace más de 10 años y ha sido generalmente aceptado. Constituye un soporte esencial del sistema de producción de las principales corporaciones japonesas. En su esfuerzo para lograr la eliminación de averías, el MPT promueve una producción libre de defectos, producción “Justo a tiempo” y automatización. Con el deseo de que la implementación del MPT se generalice en el Japón, El Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas concede desde 1964 el Premio Planta Distinguida (Premio PM) por sus éxitos con el MPT. Para la adjudicación de sus premios anuales, el comité del Premio PM se centra en la eficacia real del MPT, basada en la eliminación total de pérdidas de equipos, aumento de productividad, mejora de calidad, reducción de costos, inventario mínimo, eliminación de accidentes y contaminación, y un entorno agradable de trabajo.

El Mantenimiento preventivo se introdujo en Japón en los años 50's y el mantenimiento productivo alcanzó un buen grado de implantación en los años 60's. El desarrollo del MPT comenzó en los años 70's . El tiempo que precede a los años 50's puede denominarse período de “mantenimiento de averías”. Hasta los años 70's el mantenimiento productivo consistía principalmente en mantenimiento preventivo o temporal, lo que suponía servicio y revisión periódicos. Durante los años 80's el mantenimiento preventivo fué rápidamente reemplazado por el mantenimiento predictivo o basado en condiciones. El éxito del MPT depende de nuestra capacidad para conocer continuamente el estado del equipo para predecir y evitar las fallas. El mantenimiento predictivo es parte significativa del MPT, porque utiliza técnicas modernas de supervisión para

diagnosticar el estado del equipo durante la operación, identificando señales de deterioro o fallos inminentes.

2.1.- ¿Qué es el MPT?

El mantenimiento productivo total (MPT) es el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos. Como el CTC, que es un control de calidad total de toda la compañía, el MPT es mantenimiento del equipo realizado sobre una base de toda la compañía. Es un enfoque innovativo para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo, elimina las averías, y promueve el mantenimiento autónomo por los operarios en grupos a través de toda la organización. De ésta forma se obtiene una mayor efectividad del equipo, y el entrenamiento de los trabajadores para participar en la responsabilidad de la inspección de rutina, limpieza, mantenimiento y reparaciones menores con el personal de mantenimiento. Con el tiempo, este esfuerzo cooperativo incrementa dramáticamente la productividad y calidad, optimiza el costo de ciclo de vida del equipo, y amplía la base de conocimientos y capacidad de cada empleado. El término MPT fué definido por el Instituto Japonés de Ingenieros de Plantas (precursor del Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas).

Una definición completa del MPT incluye los siguientes cinco elementos:

- 1).- El MPT contempla maximizar la efectividad global del equipo.
- 2).- El MPT establece un sistema completo de PM (mantenimiento preventivo) para la vida entera del equipo.
- 3).- El MPT se implementa por varios departamentos (ingeniería, operaciones, mantenimiento).
- 4).- El MPT incluye a cada empleado particular, desde la alta dirección hasta los trabajadores de la planta.
- 5).- El MPT se basa en la promoción del PM a través de la dirección de la motivación: actividades autónomas de pequeños grupos.

El mantenimiento productivo combina creativamente técnicas de mejora de prevención, predicción y mantenibilidad con principios de diseño para mejorar el ciclo de vida de los equipos, asegurando la fiabilidad en el funcionamiento y la facilidad en el mantenimiento.

En los grupos de trabajo en los cuáles cada miembro tiene destrezas especializadas y en dónde estas son compartidas; cada miembro de cada grupo de trabajo va creciendo en conocimientos, habilidades y "expertise". Este enfoque practicado por todos los departamentos en cada fase del programa del desarrollo del MPT, es una contribución japonesa única en el area de mantenimiento de fábricas.

La meta dual del MPT es el cero averías y el cero defectos. Cuando se eliminan las averías y defectos, las tasas de operación del equipo mejoran, los costos se reducen, el stock puede minimizarse y, como consecuencia, la productividad del personal aumenta. La máxima efectividad del MPT se obtiene aproximadamente en tres años a partir de su implantación

2.2.- Conceptos principales

Mantenimiento autónomo por operadores

El mantenimiento autónomo por operadores es una de las características más particulares que distingue al MPT. Sin embargo, cuanto más tiempo haya funcionado una compañía de acuerdo con el concepto de división del trabajo, más convencidos estarán sus empleados de que el trabajo de los operadores y de los trabajadores de mantenimiento deben estar estrictamente separados.

La pauta establecida y la atmósfera de la compañía no se pueden cambiar de la noche a la mañana. Se tarda de dos a tres años en cambiar la cultura corporativa, dependiendo del tamaño de la compañía. Los operadores deberán de acostumbrarse a pensar "yo soy el responsable de mi propio equipo" además los mismos operadores deberán de ser adiestrados según las exigencias del mantenimiento autónomo.

En muchas fábricas los operadores verifican y lubrican su propio equipo, pero a menudo lo hacen a regañadientes, sin entusiasmo ni conocimiento. Por ejemplo un trabajador puede rellenar la hoja diaria de verificación con varios días de anticipación y olvidarse de lubricar su equipo. Este tipo de descuidos, puede provocar desgaste acelerado, vibraciones suciedad y deterioro en el equipo que seguramente conducirá a averías y defectos de calidad en el proceso.

En Japón los principios básicos de administración industrial se conocen por las Cinco Eses: *seiiri* (organización), *seiton* (orden), *seiso* (pureza), *seiketsu* (limpieza) y *shitsuke* (disciplina)

Estos principios se implantan a menudo solamente en un nivel superficial (es decir pintura de suelos y equipos), a la vez que el mantenimiento de los equipos es inadecuado. Esta superficialidad se evita con el mantenimiento autónomo, desglosando el adiestramiento y la práctica en siete pasos (uno implica la aplicación de los principios de las Cinco Eses). Los operadores deben dominar perfectamente las tareas de cada paso antes de conocer el siguiente. Por ejemplo en el paso 1 *limpieza inicial*, los operadores aprenden que la limpieza a fondo es un proceso de inspección. Aprenden a realizar unos rigurosos controles de limpieza diarios, así como técnicas de lubricación y sujeción de tornillos.

El MPT mejora los resultados de los negocios y crea áreas de trabajo productivas y placenteras por el cambio de forma de pensar de la gente acerca del trabajo a realizar en el equipo productivo de la compañía. El Mantenimiento Autónomo (Mantenimiento desempeñado por personal de producción) es uno de los bloques básicos más importantes en cualquier programa de MPT.

Dos claves para desarrollar un programa exitoso de Mantenimiento Autónomo son la *minuciosidad* y la *continuidad*. Un factor decisivo es la integración de dos factores fundamentales del MPT las cuáles son: *Enfoque en las mejoras*, y *Educación y entrenamiento*.

La misión de todo departamento de producción es producir buenos productos lo más barato posible. Uno de sus roles más importantes es detectar y corregir rápidamente las anomalías de los equipos, lo cual es la meta de cualquier buena organización de mantenimiento. El Mantenimiento autónomo incluye cualquier actividad desempeñada por el departamento de producción que tiene funciones de mantenimiento y está orientada a mantener la operación de la planta con estabilidad y eficientemente para cumplir los planes de producción. Las metas de un programa de Mantenimiento Autónomo son:

- 1.- Prevenir el deterioro de los equipos a través de una operación correcta y chequeos diarios.
- 2.- Llevar los equipos a su estado ideal a través de una restauración y administración adecuadas
- 3.- Establecer las condiciones básicas necesarias para conservar los equipos en perfecto estado mediante un buen mantenimiento.
- 4.- Otra importante meta es el uso de los equipos como un medio de enseñar a la gente nuevas formas de pensar y de trabajar.

Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado o programado debe funcionar como un tándem con el mantenimiento autónomo. La primera responsabilidad del departamento de mantenimiento es responder con rapidez y eficacia a las peticiones de los operadores. El personal de mantenimiento debe así mismo eliminar el deterioro que resulta de una lubricación y limpieza inadecuadas. A continuación debe analizar cada avería para descubrir puntos débiles en el equipo y modificarlo para mejorar su facilidad de mantenimiento alargando su vida útil. Una vez reducidos los costos de mantenimiento, los controles, inspecciones y los estándares del equipo deben revisarse a conciencia.

Para mantener un bajo costo del mantenimiento planificado deben emplearse técnicas de diagnóstico para supervisar el estado de los equipos; así se estimula el cambio hacia el mantenimiento predictivo.

Adiestramiento para mejorar las habilidades operativas y de mantenimiento

Algunas personas pueden sostener que con el aumento de la automatización las habilidades operativas y el “expertise” se vuelven superflúos. Desgraciadamente mientras la producción sin ayuda humana puede llegar a lograrse, el mantenimiento totalmente automático no es factible. Las habilidades de los operadores y del personal de mantenimiento deben mejorarse si se quiere tener éxito con el mantenimiento autónomo, el mantenimiento predictivo y la mantenibilidad - los métodos básicos del MPT. El adiestramiento en las habilidades operativas y de mantenimiento es vital. Para implementar el MPT una compañía debe estar dispuesta para invertir en el adiestramiento de sus empleados en el manejo de sus equipos.

Gestión temprana de equipos

Lo ideal es que un equipo no requiera mantenimiento. Un sistema que nos ayude a aproximarnos a este ideal es de extremo valor. La figura 2-1 representa un sistema modélico para la promoción de un diseño libre de mantenimiento. En el lado izquierdo tenemos las fases de diseño e instalación, en el lado derecho las de operación y mantenimiento. El ciclo de vida de una pieza de equipo comienza con el diseño que tiene como objetivo la máxima reducción posible del mantenimiento. A continuación se fabrica, se instala y se prueba el equipo antes de disponerlo para la operación normal. Una vez pasado el período inicial de fallas, los datos operativos se devuelven a la fase de diseño libre de mantenimiento. Estos datos pueden utilizarse para diseñar futuros equipos libres de mantenimiento. La prevención del mantenimiento es el objetivo del ciclo diseño instalación, incluyendo el mantenimiento de la puesta en marcha de los equipos.

Durante la fase de operación - mantenimiento y basándose en inspecciones regulares programadas, se restaura, modifica y sustituye el equipo.

Los datos del mantenimiento recogidos en este proceso proporcionan la base para la investigación de la prevención del mantenimiento.

La información proporcionada es válida para tres tipos de mejora:

- 1.- Para mejorar la mantenibilidad de equipos actualmente en uso.
- 2.- Para mejorar el trabajo y los sistemas de mantenimiento
- 3.- Para facilitar el diseño de un nuevo equipo libre de mantenimiento

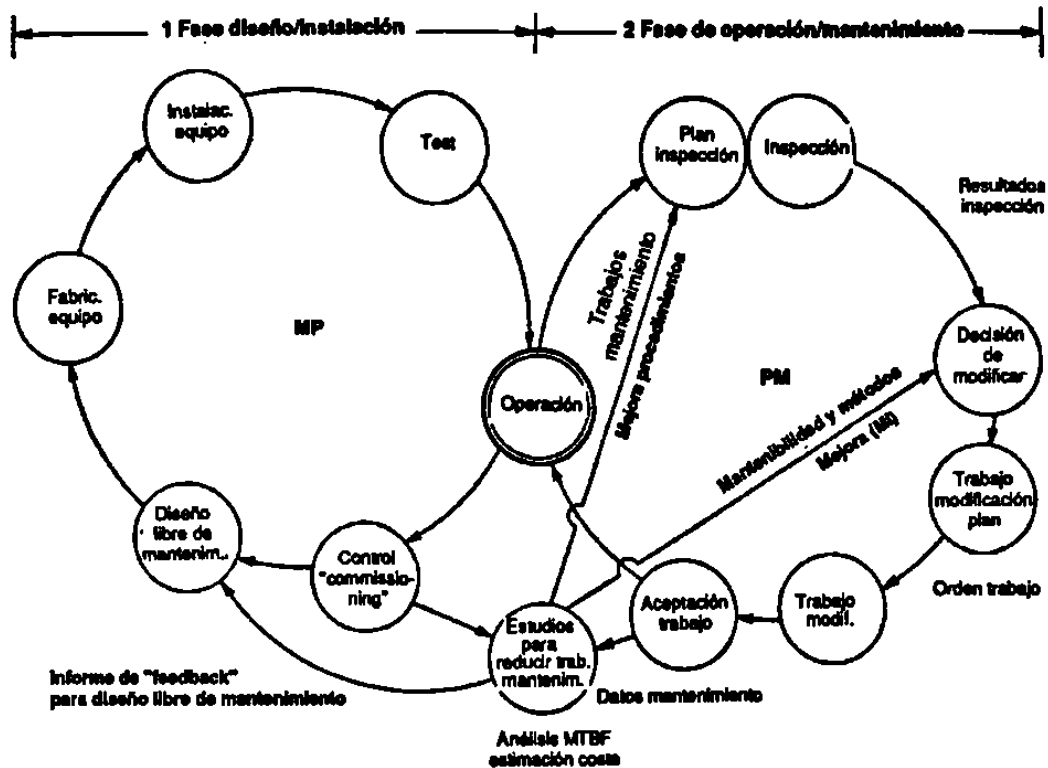


Figura 2-1 Modelo para diseño de equipo libre de mantenimiento

2.3.-Maximización de la efectividad del equipo

La eficacia o efectividad del equipo es una medida del valor añadido a la producción a través del equipo. Dicho simplemente, valor añadido es la diferencia entre los ingresos por ventas y el costo de recursos (material y mano de obra) empleados para fabricar el producto. El valor añadido a un producto por el equipo se reduce considerablemente por los despilfarros y las seis principales pérdidas relacionadas con el equipo. Aumenta cuando sube la disponibilidad y productividad y cuando bajan los defectos en el proceso y las repeticiones de trabajos.

El MPT maximiza la eficacia del equipo a través de dos tipos de actividad:

1.- Cuantitativa.- Aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un período de tiempo operativo.

2.- Cualitativa.- Reduciendo la cantidad de producto defectuoso, estabilizando y mejorando la calidad.

La meta del MPT es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y mantenida en este nivel. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de averías y defectos cero. Aunque sea difícil aproximarse al cero, el creer que los defectos cero puedan lograrse es un requisito importante para el éxito del MPT.

En las industrias de proceso los productos se fabrican en plantas con equipamiento complejo que consiste en unidades tales como columnas, tanques, intercambiadores de calor, bombas, compresores, hornos, etc, todos ellos conectados a tuberías y sistemas de instrumentación. Como resultado de esta integración, es más importante maximizar la eficacia global de una planta que centrarse en la eficacia de las unidades de equipo individuales.

Ocho grandes causas de pérdidas limitan la eficacia de la planta

La eficacia de una planta de proceso depende de la eficacia con que se utilizan el equipo, materiales, personas y métodos. Por lo tanto se debe : maximizar la eficacia global del equipo, eficientar el uso de las materias primas y energéticos, eficientar las tareas (personal) y la de la gestión (métodos). Esto se logra examinando los inputs del proceso de producción (equipo, materiales, personas, métodos) e identificando y eliminando las pérdidas asociadas con cada input para así maximizar los output (productividad, calidad, costos, entregas, seguridad etc.).

Maximizar la eficacia de la planta implica llevar ésta a condiciones óptimas de operación y mantenerla en este estado eliminando o al menos

minimizando factores tales como las fallas en los equipos, defectos en el producto o en el proceso, y problemas que perjudiquen su rendimiento.

Las ocho pérdidas siguientes son las más importantes que impiden que la planta alcance su máxima eficacia:

1.-Pérdidas por averías o fallas de equipos

Las pérdidas por fallas de equipos son el tiempo que se pierde cuando una planta para porque un equipo súbitamente pierde sus funciones específicas.

Pueden distinguirse dos tipos de pérdidas relacionadas con los equipos: pérdidas de fallas de función, y de reducción de función. Las pérdidas de fallas de función se producen cuando ocurre una falla en un equipo estático o maquinaria rotativa y provoca paro de la planta. A este tipo de pérdida se le conoce como pérdida por falla o avería del equipo.

Las pérdidas de reducción de función, son pérdidas físicas tales como defectos o reducciones del rendimiento que se producen mientras la planta esta en operación pero diversos factores causan que el equipo rinda por debajo de lo previsto.

Las averías esporádicas, fallas repentinas, paros drásticos, o inesperados del equipo, son normalmente obvios y fáciles de corregir, las frecuentes averías menores crónicas son por otro lado ignoradas a menudo o descuidadas después de repetidos intentos fallidos de remediarlas. Debido a que a las averías esporádicas les corresponde un alto porcentaje de las pérdidas totales, el personal de fábrica invierte mucho tiempo y esfuerzo en buscar modos de evitarlas. Sin embargo es extremadamente difícil eliminarlas. Es típico tener que llevar a cabo estudios para aumentar la fiabilidad del equipo y encontrar modos para minimizar el tiempo necesario para corregir los problemas cuando estos se presenten.

Para maximizar la eficacia del equipo, todas las averías deben de reducirse a cero. Esto es realmente posible sin realizar un gran esfuerzo o inversión, aunque en ocasiones puede ser necesario efectuar alguna inversión al principio. Sin embargo, primero es preciso cambiar la filosofía convencional

del mantenimiento donde se tiene la creencia de que las fallas o averías son inevitables.

2.-Pérdidas por fallas en el proceso

Las pérdidas por fallas en el proceso corresponden al tiempo perdido cuando una planta para como resultado de factores externos al equipo, tales como errores de operación o cambios en las propiedades físicas o químicas en la materia prima o sustancias que se procesan. También puede deberse a obstrucciones de material en válvulas ductos que disparan los mecanismos de seguridad, fugas y derrames que causan disfunciones en el equipo eléctrico de medición, y cambios de carga como resultado de las propiedades físicas de las sustancias que se manejan.

Estos problemas pueden tener su origen en las propiedades de los materiales que se procesan o en fenómenos como la corrosión, erosión, o la dispersión de polvo. Las fallas en el proceso decrecerán solamente cuando se eliminen desde su origen. Como ya hemos mencionado, tales problemas deben distinguirse y tratarse por separado de las fallas del equipo. Las industrias de proceso logran el objetivo de cero averías solamente si prestan especial atención a erradicar los problemas relacionados con las fallas en el proceso.

3.-Pérdidas por paros programados

Las pérdidas por paros programados es el tiempo perdido cuando para la producción para el mantenimiento anual planificado o periódico.

Las industrias de proceso usualmente funcionan continuamente a lo largo del año. La mayoría de estas plantas emplean un sistema de mantenimiento periódico en el que la planta para completamente para mantenimiento una o dos veces por año. Durante estos paros el personal de mantenimiento mide el deterioro del equipo e intenta anularlo a fin de mejorar su confiabilidad. Los períodos de paro son por lo tanto algo esencial para mantener el rendimiento de la planta y garantizar su seguridad.

Sin embargo la maximización de la eficiencia de una planta requiere tratar los períodos de paro como pérdidas y minimizarlas. El tiempo de operación

continua de una planta puede ampliarse acortando los períodos de paro y mejorando la eficiencia del trabajo de mantenimiento.

4.-Pérdidas por ajustes de la producción.

Las pérdidas por ajustes de la producción corresponden al tiempo que se pierde cuando los cambios en los suministros o en la demanda requieren ajustes en los planes de producción. Naturalmente no surgen estas pérdidas si todos los productos que se fabriquen pueden venderse de acuerdo con el plan. Sin embargo si cae la demanda de un producto porque cambian las necesidades del mercado, la planta que produce dicho producto puede que tenga que cerrar temporalmente. Los ajustes de la producción y los planes de ésta se basan en factores tales como la demanda y los stocks y son hasta cierto punto algo inevitable para los productores. Sin embargo una empresa puede minimizar las pérdidas de ajustes si mantiene un fuerte liderazgo en calidad, costos, y entregas a la vez que estimula continuamente la demanda mejorando su línea de productos y desarrollando productos nuevos. Esto naturalmente incrementará la eficacia global de la planta.

5.-Pérdidas de producción normales

Las pérdidas de producción normales son las pérdidas de rendimiento que ocurren durante la producción normal en el arranque, paro y cambio de herramientas.

La tasa de producción estándar no puede lograrse durante el período de calentamiento del arranque o mantenerse durante el período de enfriamiento antes de un paro, o durante los tiempos de cambio de herramientas, cuando la producción cambia de un producto a otro.

Los descensos de la producción que ocurren en estos tiempos deben de tratarse como pérdidas.

El tiempo que toma el calentamiento de una planta después de un paro por mantenimiento (desde el momento del arranque hasta que se produce producto aceptable) es tiempo perdido. Esta pérdida puede minimizarse introduciendo sistemáticamente procedimientos de "arranque vertical" (arranque

inmediato libre de dificultades). Lo mismo se aplica al período de enfriamiento cuando se para la planta.

Asímismo pueden minimizarse las pérdidas de cambio de herramientas reduciendo los tiempos de preparación interna de equipos utilizando técnicas de preparación externa realizada por anticipado.

6.-Pérdidas de producción anormales

Las pérdidas de producción anormales son las pérdidas de rendimiento que ocurren cuando una planta rinde por debajo de su estándar como resultado de disfunciones y otras condiciones anormales que interfieren el funcionamiento.

La capacidad global de una planta se expresa mediante la tasa de producción estándar (T / H) . Cuando una planta funciona con una tasa inferior a la estándar, la diferencia entre ésta y las tasas de producción reales es la pérdida de producción anormal.

7.-Pérdidas de defectos de calidad

Las pérdidas de defectos de calidad incluyen el tiempo perdido en la producción de productos rechazables, las pérdidas de los productos irrecuperables y las financieras debido a la baja graduación del producto.

Los defectos de calidad pueden tener muchas causas. Algunas pueden surgir cuando las condiciones se establecen incorrectamente, debido a disfunciones de la instrumentación o errores de operación; otras surgen de factores externos tales como fallas, problemas con las materias primas , o contaminación.

8.-Pérdidas de reprocesamiento

Las pérdidas por reprocesamiento son las producidas por el reciclaje del material rechazado que debe volver a un proceso previo para convertirlo en aceptable.

En las industrias de proceso se debe deshechar la noción de que el reciclaje es permisible simplemente porque puede hacer aceptables productos

rechazables. Debemos tener presente que el reciclaje es una pérdida sustancial que desperdicia tiempo, materiales y energía.

En ciertas industrias o en ciertos productos, el reprocesamiento es imposible. En las plantas donde sucede esto, lo que habrían sido pérdidas de reproceso se tratan como pérdidas de calidad, y las ocho grandes pérdidas se reducen a siete.

2.4.-Organización para la implementación del MPT

El MPT se implementa normalmente en cuatro fases (preparación , introducción, implantación y consolidación)

1°.- Fase de preparación.- En esta fase se crea un entorno apropiado estableciendo un plan para la introducción del TPM; esta fase es análoga a la fase del diseño de un producto y puede tomar de tres a seis meses. Si la planeación es descuidada, se necesitarán modificaciones y correcciones durante la implantación. La fase de preparación arranca con el anuncio de la alta dirección de su decisión de introducir el MPT y se completa cuando se ha formulado el plan maestro plurianual de desarrollo del MPT.

Paso N°1.- La alta dirección anuncia su decisión de introducir el MPT.

La alta dirección debe informar a sus empleados de su decisión de implantar el TPM e infundir entusiasmo por el proyecto. Esto se puede llevar a cabo mediante una reunión así como también mediante la publicación en revista de la empresa etc.

Todos los empleados y operarios deben comprender el porqué de la introducción del MPT en su empresa y estar convencidos de su necesidad. Los costos elevados de las materias primas, la caída de los precios de los productos y otros factores fuerzan a las industrias a organizarse más eficazmente.

Una vez formulado este compromiso, la alta dirección debe dejar bien claro su intención de seguir el programa de implementación del MPT hasta su finalización.

Paso N°2.- Lanzamiento de campaña educativa.

El objetivo de la educación es, no solamente explicar el MPT, sino también elevar la moral y romper la resistencia al cambio; en este caso, el cambio al MPT

Antes de ponerse en práctica un programa de MPT debe comprenderse. Para garantizar que todos comprendan las características del MPT, y las razones estratégicas que han llevado a la dirección a aceptarlo, se planifican seminarios internos adecuados para cada nivel.

Paso N°3.- Crear una organización para promover el MPT

La estructura promocional MPT se basa en una matriz organizacional, conformada por grupos horizontales tales como comités y grupos de proyecto en cada nivel de la organización vertical de dirección.

En cada sección o área de la empresa se debe establecer una oficina de promoción del MPT que se responsabilice de desarrollar y promover estrategias eficaces de promoción del MPT.

Paso N°4.- Establecer políticas y metas para el TPM

Una política de dirección básica debe ser comprometerse con el MPT e incorporar procedimientos concretos de desarrollo en el plan de dirección general a mediano y largo plazo. Aunque las políticas puedan consistir en proposiciones abstractas escritas o verbales, las metas deben ser cuantitativas y precisas especificando QUE, CUANTO, Y CUANDO.

Los Objetivos MPT deben relacionarse con la planificación estratégica de la empresa, es decir con los objetivos del negocio a mediano y largo plazo. El programa de MPT debe durar lo suficiente para obtener los objetivos fijados.

Paso N°5.- Formular un plan maestro para el desarrollo del MPT

Para formular un plan maestro de implementación, hay primero que decidir las actividades a poner en práctica para lograr los objetivos MPT. Cada empresa ha de reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes de cubrir los desfases entre la situación de partida y los objetivos para y entre éstos y las bases de referencia. El desarrollo del MPT se debe centrar en las siguientes ocho actividades de mejoras básicas:

- 1.- Mejoras orientadas a eliminar las ocho grandes pérdidas
- 2.- Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios.
- 3.- Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento
- 4.- Establecer un programa de formación y adiestramiento para aumentar las capacidades personales.
- 5.- Gestión temprana de los equipos.
- 6.- Mantenimiento de calidad
- 7.- Actividades de departamentos administrativos y de apoyo
- 8.- Gestión de la seguridad del entorno.

2°.- Fase de introducción .- Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar el “disparo de salida” del MPT. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que eleve la moral y que inspire dedicación. En Japón consiste a menudo en una reunión de todo el personal en la que se invitan a clientes, filiales y subcontratistas. En la reunión, la alta dirección confirma su compromiso de implantar el MPT e informa de los planes desarrollados y el trabajo realizado durante la fase de preparación.

Paso N°6.- El “disparo de salida” del proyecto MPT

Es el primer paso para la implantación, el comienzo de la batalla contra las 8 grandes pérdidas, los trabajadores deben cambiar desde sus rutinas de trabajo diario tradicionales y empezar a practicar el MPT. El “disparo de

salida" debe ayudar a cultivar un ambiente que incremente la moral y dedicación de los trabajadores

2°.- Fase de implantación .- En esta fase se ejecuta el plan trazado en la fase de preparación; esta fase es análoga a la fase de fabricación del producto, y regularmente puede llevar de dos a tres años completar este proceso.

Durante la fase de implantación, se realizan actividades seleccionadas para lograr los objetivos del plan maestro. Debe ajustarse el orden y plazo de las actividades de los pasos 7 - 11 para adaptarlos a las características particulares de la empresa, división, o planta. Algunas actividades pueden realizarse simultáneamente.

Paso N°7.- Mejorar la efectividad del equipo

Este paso consiste en la aplicación de los Conceptos Principales (Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado, Formación y Adiestramiento; detallados en el punto 2.2) y Mejoras Orientadas para la eliminación de las 8 grandes pérdidas (explicadas en detalle en el punto 2.3).

El Mantenimiento Autónomo se define como actividades simples de mantenimiento realizadas por los grupos de operarios de los equipos de su área de responsabilidad.

Existen 7 pasos para la aplicación del Mantenimiento Autónomo y son como sigue:

- 1.- Limpieza inicial
- 2.- Contramedidas por las causas y efectos de la suciedad y el polvo
- 3.- Estándares de limpieza y lubricación
- 4.- Inspección general
- 5.- Inspección autónoma
- 6.- Organización y orden

El Mantenimiento Planificado incluye mantenimiento periódico, preventivo y de averías y mantenimiento predictivo; gestión de refacciones, herramientas,

dibujos y programas. Las actividades de Mantenimiento Planificado resaltan la importancia de controlar el tiempo medio entre fallas (TMEF) y de usar ese análisis para especificar las frecuencias de las tareas de mantenimiento preventivo (semanal, mensual, trimestral, anual, etc.)

Para la aplicación de las Mejoras Orientadas, una de las técnicas usadas comúnmente que sirve para mejorar la efectividad del equipo es el análisis PM. El análisis PM consiste en lo siguiente:

- 1.- Definir el problema
- 2.- Hacer un análisis físico del problema
- 3.- Aislar la condición que pueda causar el problema.
- 4.- Evaluar el equipo, material y métodos
- 5.- Planificar la investigación
- 6.- Investigar las disfunciones
- 7.- Formular planes de mejora

En la Formación y Adiestramiento, la fuerza laboral de una empresa es un activo de gran valor, y todas las empresas deben formar sistemáticamente a sus empleados. Los trabajadores de las industrias en proceso son cada vez más escasos, forman parte de una élite, y cada vez tienen una formación más polivalente, de modo que su adiestramiento debe ser una parte vital del sistema de recursos humanos.

Paso N°8.- Desarrollo de un programa de gestión de equipos

La gestión del equipo se realiza principalmente por el personal de mantenimiento e ingeniería de producción como parte de un enfoque de prevención del mantenimiento y de diseño libre de mantenimiento.

Paso N°9.- Mantenimiento de calidad.-

El Mantenimiento de calidad (QM) es un método para fabricar con calidad bien a la primera y evitar los defectos a través de los procesos y equipos. En el mantenimiento de calidad, la variabilidad de las características de calidad de un

producto se controlan controlando la condición de los componentes del equipo que les afecten.

Las características de calidad están influenciadas principalmente por los cuatro inputs de la producción : equipos, materiales, acciones de las personas (habilidades), y métodos. El primer paso en el mantenimiento de calidad es clarificar las relaciones entre estos cuatro factores y las características de calidad de un producto analizando los defectos de calidad. En las industrias de proceso es particularmente importante el efecto del equipo sobre las características de calidad

En las industrias de proceso, el proceso determina el tipo de equipo necesario. Por lo tanto, hay que centrarse primero en el proceso y luego en el equipo.

Paso N°10.-MPT en departamentos administrativos y de apoyo.

Las actividades MPT realizadas por los departamentos administrativos y de apoyo no deben solamente apoyar al MPT en la planta, deben también reforzar sus propias funciones mejorando su organización y cultura.

Las tareas principales de los departamentos administrativos y de apoyo son recoger, procesar y distribuir información, facilitando la promoción y medición de los avances en mantenimiento autónomo, las mejoras, y otras actividades MPT en los diferentes entornos de la fábrica.

La mejora de las tareas administrativas se orienta a su eficiencia y velocidad y a reducir el número de personas necesarias. Para lograr esto, se automatizan las tareas de oficina y se instalan sistemas de proceso de datos como redes electrónicas locales, etc. Al mismo tiempo, hay que incrementar la eficiencia administrativa en el apoyo de las decisiones y acciones de planificación de directores y ejecutivos.

Paso N°11.- Gestión de seguridad y del entorno

La seguridad se promueve sistemáticamente como parte de las actividades de MPT. A la maquinaria y equipo de la fábrica se le deben de incorporar mecanismos a prueba de errores, esto es, diseñar equipos que funcionarán con seguridad incluso aunque el personal no tome las precauciones necesarias. Es también importante garantizar la seguridad durante el mantenimiento en paro general. En las industrias en proceso el mantenimiento en paro requiere una asistencia considerable de contratistas, y lo mismo puede decirse de las actividades de limpieza. Esto hace doblemente importante garantizar la seguridad durante dichas operaciones. Por lo tanto siempre que sea posible, hay que verificar la capacidad y conocimientos de los trabajadores subcontratados y hacerlo por anticipado. Hay que tomar todas las precauciones posibles para garantizar la seguridad, incluyendo dar una formación rigurosa sobre seguridad y supervisar cuidadosamente el trabajo.

Fase de consolidación-

Paso N°12.-Implantación plena del TPM y contemplar metas más elevadas

Una empresa crece persiguiendo continuamente objetivos cada vez más elevados, objetivos que reflejan una visión de lo que la empresa cree debe llegar a ser. Las empresas se están esforzando en realizar planes estratégicos que garanticen su supervivencia y rentabilidad en los próximos años. Los programas de MPT deben apoyarlas en este esfuerzo.

Para mantener los resultados positivos debido a la implementación de actividades de MPT se recomienda crear grupos MPT en cada nivel de la organización que promueva y ayude a integrar el MPT en el trabajo diario. Es también útil un enfoque de mejora continua mediante el ciclo CAPD (Checar, Actuar, Planear y Hacer), revisando continuamente hacia arriba los objetivos, y aceptando objetivos más retadores.

Ninguna de estas acciones será eficaz sin el apoyo de mediciones continuas cuidadosas y concretas. Se debe de establecer el arranque del MPT con claras líneas de fondo y documentar regularmente y en detalle los

resultados de las mejoras obtenidas. Hay que utilizar indicadores de gestión que muestren en cada nivel los progresos concretos que se han obtenido y fomentar la motivación e involucramiento de todos.

En síntesis, se deben de medir los resultados actuales logrados frente a las metas MPT, y fijar entonces metas más ambiciosas.

Capítulo 3

Implementación del MPT en una industria Cementera (Caso práctico)

3.1.- Antecedentes de la empresa

El 28 de mayo de 1920, en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, fue fundado Cementos Portland Monterrey S.A., que utilizaba un horno largo marca Vulcan del tipo rotatorio de un sólo paso y de proceso seco de 100 ton. métricas/día. Sus fundadores, Don Adolfo Zambrano Gutiérrez y Don José Zambrano Gutiérrez dieron inicio a una Planta que poseía la tecnología más moderna de su época, produciendo 36 mil toneladas al año.

En el año de 1930, inicia operaciones el horno No.2, marca Taylor de 100 ton. métricas/día con lo cual se incrementó un 100 % la producción de la planta.

El 20 de enero de 1931 cambia su razón social a Cementos Mexicanos S.A. al fusionarse con Cementos Hidalgo S.A. primera empresa cementera fundada en México en el año de 1906.

En la década de los setenta la planta crece en forma acelerada al instalarse los hornos No. 7, 8 y 9 con una capacidad de 1250, 1300 y 1300 ton. métricas/día, respectivamente.

El 14 de mayo de 1982 se inauguró el horno No. 10 con capacidad de 2200 ton métricas / día, con lo cual se incrementó la capacidad instalada en un 55%.

Actualmente, la Planta que en un inicio se le llamó Cementos Portland Monterrey S.A. es conocida como Cementos Mexicanos S.A. de C.V. Planta

Monterrey y se encuentra ubicada en Avenida Independencia No. 901-A Ote. Col. Cementos en Monterrey N.L.

En esta Planta se produce cemento portland blanco y cemento portland gris tipo 1 laborando en tres turnos y actualmente posee una capacidad instalada de 300,000 toneladas métricas anuales de cemento portland blanco y 2'400,000 toneladas métricas anuales de cemento portland gris tipo 1.

La Planta Monterrey es la planta matriz del Grupo CEMEX MÉXICO, en la cual se conjuga el trabajo del elemento humano con el equipo técnico y las materias primas, para obtener el cemento, producto esencial en el desarrollo económico del país.

La Planta Monterrey se rige por valores organizacionales definidos entre los que destacan la calidad de nuestros productos, el servicio a nuestros clientes, el aseguramiento de nuestros mercados, el desarrollo de nuestra gente, la seguridad del personal y la utilización de una tecnología de punta en nuestros equipos, así como nuestra política de preservación y desarrollo del medio ambiente.

El 7 de septiembre de 1995 la Planta Monterrey inició el proceso de implementación de una Organización de Alto Desempeño.

3.2.- Situación actual de la empresa

En la actualidad a un año y medio de haber iniciado el proceso de cambio hacia una OAD, la empresa ha sorteado dificultades debidas en parte a la resistencia natural al cambio por parte de su personal; sin embargo, basados en un programa intensivo de capacitación al personal se ha logrado mantener en forma eficiente las operaciones, lo que demuestra que la organización actual se encuentra en un camino firme y seguro rumbo al logro de su visión.

Además la Planta Monterrey se encuentra inmersa dentro del proceso de certificación de las normas internacionales ISO 9000 e ISO 14000 a fin de garantizar a sus clientes y distribuidores de sus productos, que estos están

elaborados bajo las estrictas normas internacionales de calidad y que en sus procesos de fabricación se realizan sin deterioro alguno al medio ambiente.

Desde luego que para poder cumplir cabalmente con estas normas es indispensable la aplicación total de los conceptos que se manejan en el MPT.

3.3.- La importancia de establecer esta filosofía

La Planta Monterrey tiene el propósito de mejorar día con día la efectividad de su organización hasta llegar a ser considerada como una Organización de Alto Desempeño, con personal técnico altamente desarrollado, con alta calidad en sus productos y con los costos de producción más bajos.

Es por esto, que se ha considerado la implementación de la filosofía de trabajo del MPT como una de las estrategias prioritarias clave, con las cuales se espera lograr en un plazo no mayor de 2 años la efectividad organizacional que permita la consecución de los objetivos y metas previamente trazados en el inicio de la gestión.

3.4.- Anuncio de la Alta Dirección de Cemex de Implementar el MPT

Para la Planta Monterrey el anuncio de la Alta Dirección de Cemex de Implementar esta filosofía de trabajo llegó mediante un plan estratégico de Operaciones México (PEOM) el cuál contiene entre otras estrategias la de implemetar en un plazo no mayor de 3 años el MPT. Este plan se describe brevemente a continuación:

Plan Estratégico de Operaciones México

Noviembre de 1995

Misión

Cemex como organización cementera más competente del mundo.

Objetivo de la Dirección de Operaciones México

“Abastecer la demanda del mercado nacional y de exportación con cemento de calidad al menor costo posible en equilibrio con el ambiente, satisfaciendo a los clientes, al personal de la empresa y a la comunidad para así obtener distinciones que aseguren mejor grado de competitividad en las unidades de negocio-operativas”

Estrategias

Las estrategias deben cumplirse satisfaciendo las premisas indispensables de operación:

Comprende cinco años (hasta julio del año 2000).

El equipo debe mantenerse siempre en condiciones seguras y permanentes de operación en un esquema de óptima eficiencia.

El producto siempre debe satisfacer al menos las normas mínimas de calidad establecidas por cemex.

La satisfacción de la demanda debe ser garantizada.

El personal nunca debe exponerse al riesgo.

Las unidades de negocio-operativas deberán cumplir los compromisos ecológicos con sectores involucrados (vecinos, municipio, estado y federación)

Promotora de mejora continua.- *con fuerte énfasis en asegurar permanencia de los logros obtenidos. (documentación).*

Basada en confianza.- *empresa como una red de compromisos del recurso humano, proactiva vs. pasiva jornadas de trabajo adecuadas.*

Flexible.- *Característica primordial para hacer las cosas de manera diferente de acuerdo a mejores prácticas en el entorno interno y externo, conservando valores básicos.*

Velocidad.- *Característica primordial que nos permita realizar los cambios en el tiempo adecuado (equilibrio adecuado, planeación vs. ejecución).*

Identidad laboral.- *Adecuación al entorno existente, cambiante; integración con estrategia laboral del grupo.*

Capacitación y desarrollo humano.- Como medida clave para asegurar la misión de cemex.

Máximo plazo para finalizar implementación total del MPT en las plantas, 3 años (coordinación con Dirección Técnica México).

3.5.- Paso inicial el 5S+1

La Planta Monterrey adoptó la metodología de las 5S+1 como base para iniciar el proceso de implementación del MPT y también lo contempló como base para lograr y mantener la certificación de las normas internacionales ISO 9000 e ISO 14000 la figura 3-1 muestra el esquema presentado a su personal para sustentar la necesidad de convertir en un hábito la aplicación de la metodología de las 5S+1.

Posteriormente se elaboró un manual de capacitación para enseñar esta metodología a su personal además se incorporó en el plan de desarrollo del personal para garantizar su aplicación efectiva en la planta ver Fig. 3.3



Figura 3-1 5S+1 es la base del MPT y de cualquier programa de Calidad

A continuación se muestra brevemente el contenido del manual de capacitación de la metodología de las 5S+1 mostrado al personal y el plan global de implementación de esta metodología (ver fig. 3-2).

5S+1

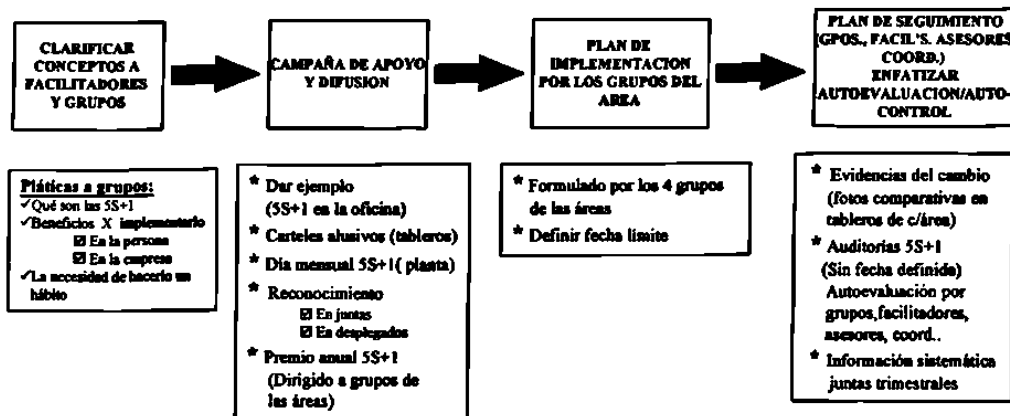


Figura 3-2 Plan global de implementación de la metodología de las 5S+1

5S+1 Manual de Capacitación

Antecedentes porqué 5S+1

- Esta búsqueda nos ha llevado hasta JUSE (Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros)
- JUSE fué quien invitó al Dr. Deming y al Dr. Juran al Japón para aprender de ellos el uso de CEP y métodos de mejora continua.
- Ahora JUSE ayudará a complementar las acciones hacia la calidad con métodos y técnicas de calidad japonesas.
- 5S+1 es la primera técnica en mostrarnos

Objetivo

Crear y mantener un ambiente de trabajo ordenado, limpio, seguro y agradable que facilite el trabajo diario y nos ayude a dar productos y servicios de calidad.

Seleccionar

¿ Qué es ?

-Es la acción de identificar, separar y eliminar materiales innecesarios de nuestra área de trabajo.

¿Cómo hacerlo ?

Identificar frecuencia de uso de artículos:

- a) Mantener en el área de trabajo u oficina. — si se usa cada hora, cada día ó cada semana
- b) Colocar cerca del área de trabajo u oficina — si se usa una vez al mes
- c) Colocar en bodega ————— si se usa cada tres meses, ó esporádicamente (cuando es necesario)
- d) Remover de la empresa————— si no se usa

¿Quién?

-Este proceso se debe realizar en equipo por lo que cada grupo de trabajo se reúne para analizar su situación específica y realizar el trabajo requerido, liderado por los facilitadores del equipo de trabajo.

Beneficios

- Ahorro en área techada para otros propósitos
- Elimina herramientas, gabinetes, repisas, lockers, libreros excedentes.
- Quita artículos obsoletos.
- Elimina repuestos y/o refacciones obsoletas.
- Ahorra tiempo al personal de almacenes
- Elimina cualquier desperdicio.

Sistematizar

¿Qué es ?

- Definir un lugar para cada artículo necesario y mantener cada uno en su lugar.

¿Cómo hacerlo?

1. Consolide artículos comunes bajo una nomenclatura.
2. Determine donde localizarlos ——— Un artículo en una posición, Fácil de almacenar, Fácil de identificar dónde está
3. Determine como almacenarlos—— Primeras entradas, Primeras salidas, Fácil de recargar, Fácil de devolver a localización original.
4. Capacitar personal relacionado

5. Colocar etiquetas visibles y código de colores

¿Quién ?

- El grupo de trabajo del área liderado por los facilitadores del equipo de trabajo

Beneficios

- Reduce el tiempo de localización de herramienta, equipo, refacciones etc.
- Mejora la seguridad.
- Incrementa la productividad personal.
- Reduce el tiempo de preparación de equipo, molinos, horno, ensacadoras, etc.

1.- Reducir a cero el tiempo de localización para :

- herramientas, refacciones, materiales, etc.

2.- Determinar los lugares de almacenamiento para :

- herramientas, refacciones, materiales, etc.

3.- Por períodos de utilización:

- Todos los días, Semanalmente, Mensualmente, Anualmente

Sacar lo sucio

¿Qué es ?

- Mantener limpia nuestra propia área de trabajo, la maquinaria y herramienta que usamos, nuestra planta y la compañía en general.
- Eliminar, polvo, basura, chatarra, material derramado o cualquier desperdicio etc., en área de trabajo.

¿Cómo hacerlo ?

- Barrer y quitar el polvo y la grasa del piso, paredes, techos ventanas, estantes, vestidores, y maquinaria utilizada en la operación diaria.
- Limpiar área de trabajo y el equipo al finalizar el turno.
- Quitar la grasa y el polvo de la herramienta, o equipo de medición antes y después de usarse y autoinspeccionar su funcionalidad.

- Si se encuentran condiciones de desorden o material innecesario durante la limpieza, identifique causa raíz y establezca acciones preventivas para evitar recurrencia

Salud e Higiene

¿Qué es ?

-Mantener un ambiente de trabajo limpio y agradable que favorezca la integridad física y mental de las personas.

-Para el concepto de 5S se considera que se llega al saneamiento al momento de tener en práctica la selección sistematización y el sacar lo sucio en el área de trabajo.

¿Cómo hacer la parte de salud mental ?

Primeros pasos de orientación a empleados,

- Recordarle al personal lo bueno de mantenerse sano física y mentalmente con ejemplos de actitudes sanas y hábitos de limpieza e higiene personal.

-Sugerir al personal el uso de ropa limpia y acatamiento de reglamento de seguridad.

- Mantener condiciones sanitarias sobresalientes en áreas de uso común para el personal; comedor, vestidores, baños, regaderas, palapas canchas deportivas, etc.

Ser +

¿Qué es ?

Buscar activamente como mejorar continuamente como persona y como grupo sirviendo a los demás, realizando las acciones acordadas en nuestro grupo y/o equipo de trabajo.

¿Cómo hacerlo ?

-Establecer hábitos deseados y acciones a ser realizadas por las personas de la empresa.

-Establecer estándares de desempeño (acciones a llevar a cabo) para cada

compromiso acordado con el grupo y/o equipo de trabajo.

-Si la persona no cumple con el desempeño acordado corregirlo de inmediato y explicarle porqué es incorrecto lo que esta haciendo, por parte del grupo de trabajo o el facilitador del equipo.

Comportamiento personal

- Uso de zapato de seguridad, tapones, casco, lentes, careta de seguridad, equipo de protección para soldadores.
- Uso de uniforme correcto sin objetos extraños como cadenas, aretes, botones, etc.
- Uniforme completo, sin roturas, limpio.
- No fumar en áreas no permitidas ni en horario no permitido.
- Tener conciencia del tiempo, puntualidad a la entrada, salida, juntas, comidas.

Entendimiento de 5S+1

- Todos entienden lo que significa, cual es el objetivo y cada quien tiene su meta fijada, sabe que hacer y sabe como hacerlo.

Implementación de 5S+1

- Todos saben como implementar las 5S, limpia siempre, implementa las metas de 5S, tiene implementado el concepto de control visual (etiquetas de id. código de colores, ayudas visuales fotos, dibujos gráficas instrucciones simples, etc.)

Ser Constante

¿Qué es ?

- No parar la aplicación de las 5S en nuestra persona y en el área de trabajo
- Lo que es bueno hoy debe ser mejor mañana

¿Cómo hacerlo ?

- Continuar seleccionando lo que sirve y lo que no sirve
- Mantener el area limpia.

- Cuidar nuestra salud y limpieza personal, nuestra ropa y equipo de seguridad

- Cumplir con nuestros compromisos y con metas establecidas.

El 5S + 1 en nuestro plan de desarrollo

Niveles	Oper'n.	Manti.	Higiene Social	Admón.
A				
B				
C				
D				
	5S + 1			

} ser constante

<u>Metodología 5S+1</u>	
✓	Su conocimiento y aplicación forma parte sin excepción de la capacitación en el nivel "D" para <u>todos</u> los grupos de la planta
	Para su certificación:
✓	La parte teórica contempla el conocimiento de la metodología y la presentación de su programa de implementación por área
✓	La parte práctica considera la aplicación efectiva de esta metodología, con el resultado de áreas de trabajo permanentemente ordenadas y limpias.

Figura 3-3 5S+1 incorporado al plan de desarrollo del personal técnico de la Planta

Posteriormente se elaboró una guía para facilitarles a los grupos de trabajo la elaboración de un plan de trabajo de implementación de esta metodología, ver Fig.3.4, además se incorporó en el plan de desarrollo del personal para garantizar su aplicación efectiva en la planta; ver Fig. 3.3

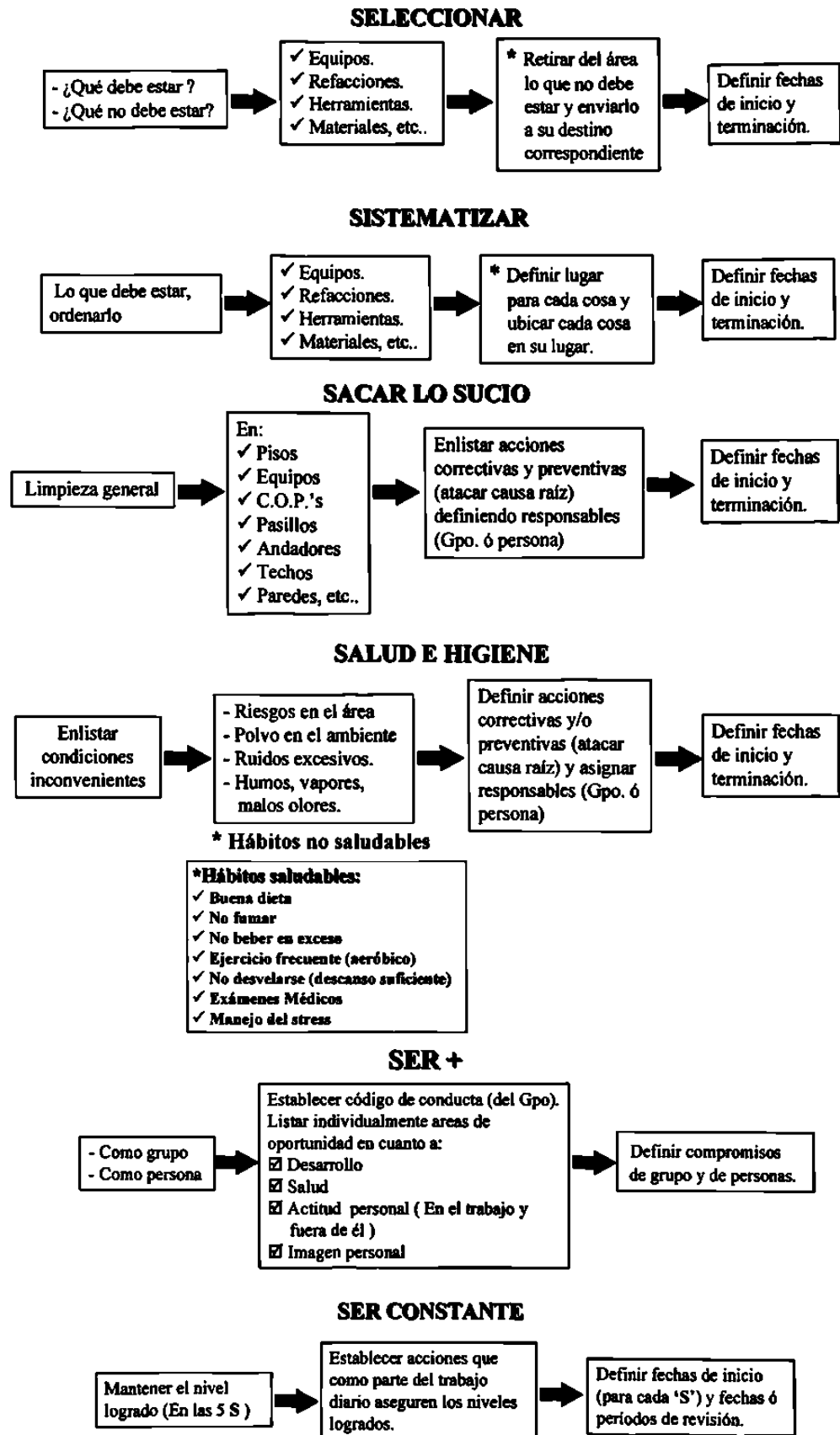


Figura 3-4 Guía para formulación de planes de trabajo aplicando la metodología 5S+1

3.5.1-Resultados

A continuación deseo mostrar algunas fotografías como evidencia de los resultados que se han logrado hasta el momento con la aplicación de la metodología de las 5S + 1 en la planta monterrey

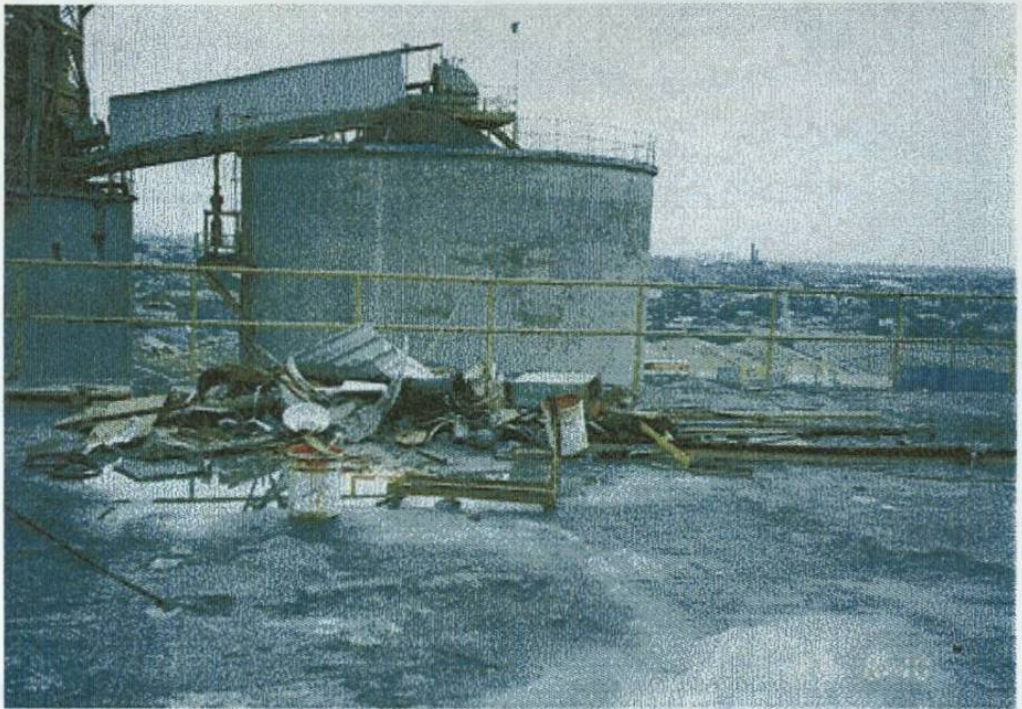


Foto 3-1 Vista de la parte superior del silo de caliza desde la parte superior del edificio de molinos de materia prima antes de la implementar las 5S+1

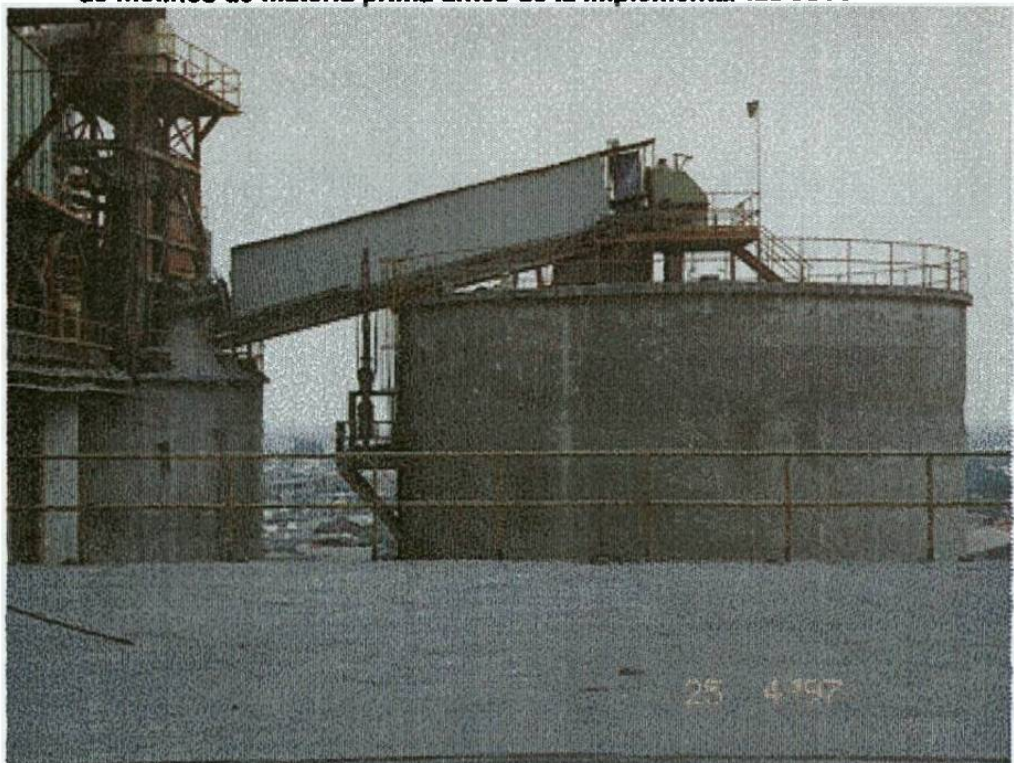


Foto 3-2 Vista de la parte superior del silo de caliza desde la parte superior del edificio de molinos de materia prima después de la implementar las 5S+1

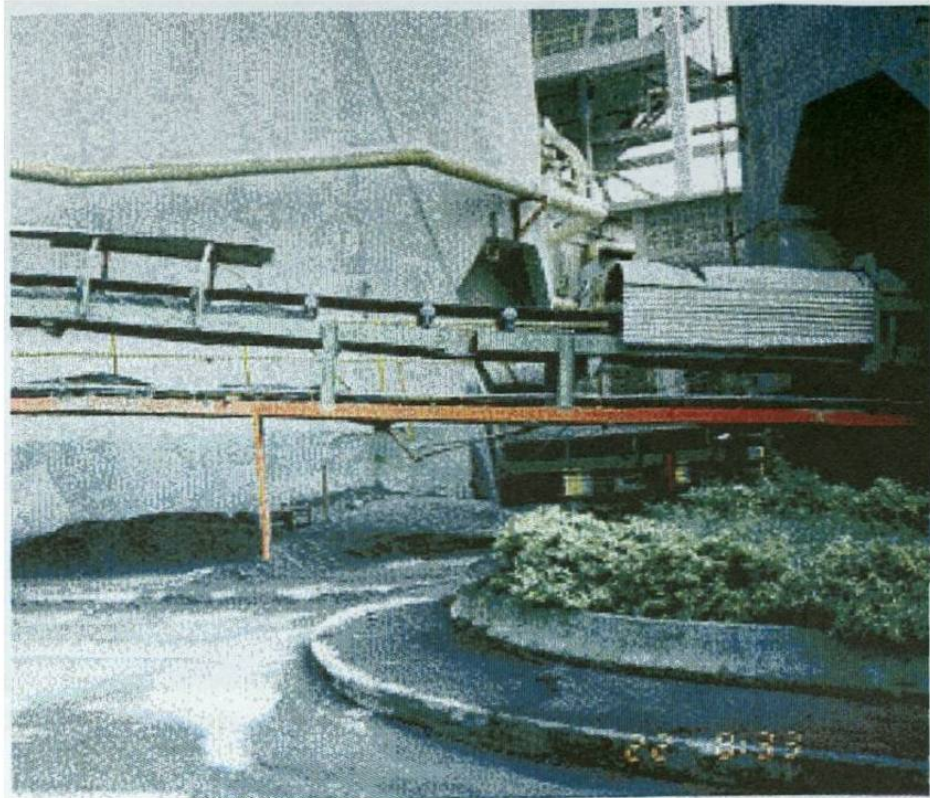


Foto 3-3 Vista de la banda transportadora de descarga del silo de caliza desde la parte exterior del edificio de molinos de materia prima lado sur antes de implementar las 5S+1



Foto 3-4 Vista de la banda transportadora de descarga del silo de caliza desde la parte exterior del edificio de molinos de materia prima lado sur después de implementar las 5S+1

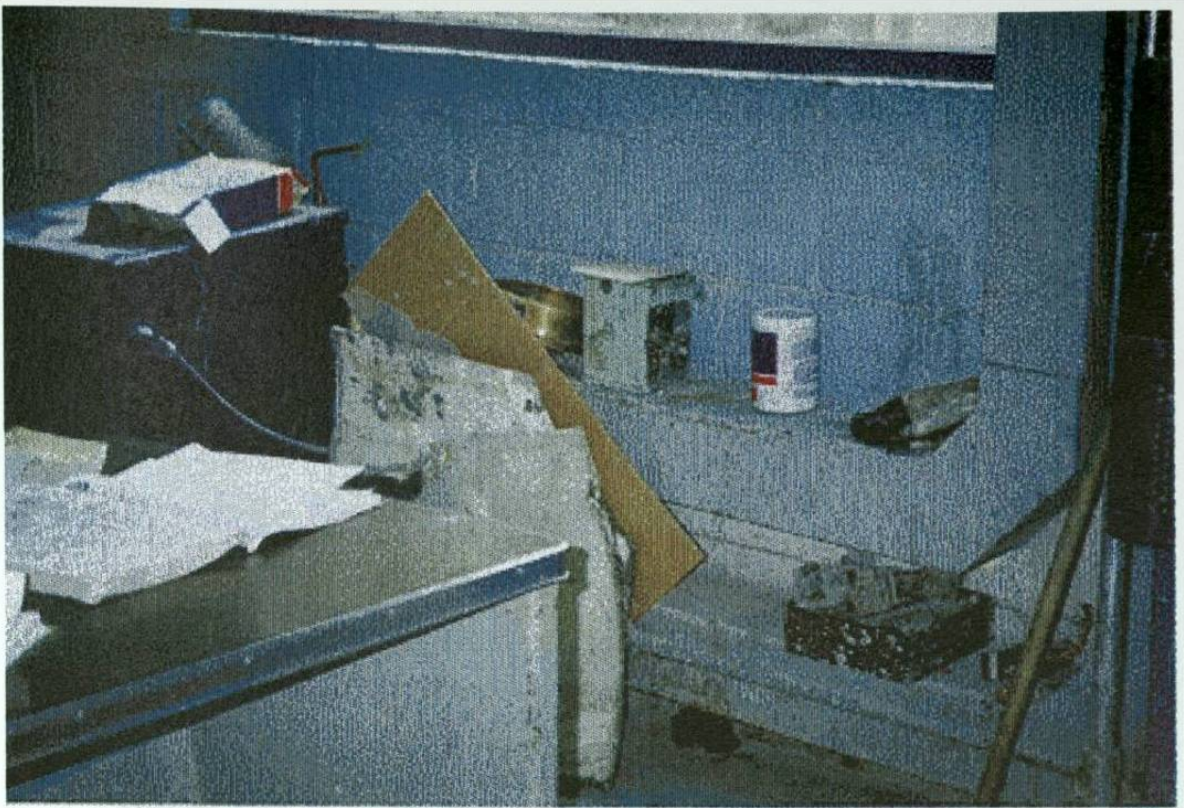


Foto 3-5 Vista del interior del COP de molinos de materia prima antes de implementar las 5S+1



Foto 3-6 Vista del interior del COP de molinos de materia prima después de implementar las 5S+1