

01126
47



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL MPT TEORÍA Y APLICACIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T R A B A J O E S C R I T O
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(ÁREA MECÁNICA)

P R E S E N T A

ALEJANDRO PÉREZ CAMACHO



DIRECTORA DE TRABAJO ESCRITO
M. EN I. SILVINA HERNÁNDEZ GARCÍA

MÉXICO, D.F.

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater

La Universidad Nacional Autónoma de México por haberme proporcionado las bases sólidas y suficientes para integrarme a la sociedad como una persona capaz y productiva, para de esta manera contribuir al desarrollo de mi país ¡México!

A mi Madre

Por tu ejemplo de amor, ternura, dedicación, comprensión, y hasta en los momentos más difíciles, de tu plena confianza.

A mi Padre

Por tu ejemplo de valor, empeño, firmeza, constancia y coraje.

A Enrique

Por tu amistad sincera e incondicional, perdonando siempre mis malas decisiones.

A mi Esposa

Por tu amor, paciencia, y apoyo en los momentos más críticos.

A mi Hija

Por haber sido la razón e inspiración divina para la realización de este trabajo.

A los Ingenieros Silvina Hernández, Héctor Raúl Mejía, Emiliano Anguiano, Víctor Huarota, y Jesús Roviroza por su inestimable ayuda y valiosas sugerencias para la elaboración y enriquecimiento de este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	3
CAPÍTULO PRIMERO: TEORÍA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - MPT -	4
El mundo del mantenimiento	4
Evolución del mantenimiento	4
Por qué Mantenimiento Productivo Total	6
Que es el Mantenimiento Productivo Total	7
Características del Mantenimiento Productivo Total	9
Objetivos generales del Mantenimiento Productivo Total	9
Las seis grandes pérdidas	10
Efectividad Total del Equipo - ETE -	11
Deterioro del equipo	13
Efectos intangibles del Mantenimiento Productivo Total	15
Implementación del Mantenimiento Productivo Total - teoría -	16
Doce pasos para el desarrollo del Mantenimiento Productivo Total	17
Paso 1: Anuncio de la Alta Gerencia de introducir el MPT	18
Paso 2: Educación y campaña relativa a la introducción del MPT	18
Paso 3: Creación de la organización para promover el MPT	18
Paso 4: Establecimiento del plan básico de avance y objetivos del MPT	19
Paso 5: Formulación de un plan maestro para desarrollar el MPT	19
Paso 6: Lanzamiento del MPT	19
Paso 7: Mejorar la efectividad del equipo	19
Paso 8: Establecer un Programa de Mantenimiento Autónomo para los operarios; programa de siete pasos	20
Paso 9: Creación de un programa para el mantenimiento planeado dentro del departamento de mantenimiento	22
Paso 10: Capacitación para el desarrollo de mejores habilidades operativas y de mantenimiento	23
Paso 11: Desarrollo de la administración inicial del equipo	23
Paso 12: Implementación completa y optimización del MPT	23
CAPÍTULO SEGUNDO: PLAN DE DESARROLLO DE MANTENIMIENTO - PDM -	24
Historia sobre lo que hizo Corrugados Zintro para mejorar su mantenimiento	24
Metodología	25
Presentación de la Pirámide de Mantenimiento	27
Estrategia de mantenimiento	30
Definición de expectativas Gerenciales - Misión-Visión-Objetivos-Políticas	31
Incrementar la confiabilidad del equipo	34
Sistema de información computarizado	34
Ingeniería y Mantenimiento	38
Mantenimiento Preventivo / Predictivo	42
Sistema de ordenes de trabajo	55

Medición de desempeño	58
Mejorar disponibilidad de materiales y reducir inventarios	64
Almacén central/clasificación de inventarios	65
Control de la utilización de mano de obra	67
Planeación y Programación	67
Implementar entrenamiento	75
Concepto de entrenamiento en mantenimiento	76
Administración/políticas	77
Interacción del Plan de Desarrollo de Mantenimiento con el MPT	82
CAPÍTULO TERCERO: APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	83
MPT	
Antecedentes	83
Inhibidores en la Aplicación del MPT	85
Primera Fase: Preparación del MPT	86
Paso 1: Anuncio de la Alta Gerencia de introducir el MPT	86
Paso 2: Educación y campaña relativa a la introducción del MPT	87
Paso 3: Creación de la organización para promover el MPT	90
Paso 4: Establecer políticas y metas para el MPT	99
Paso 5: Plan maestro para desarrollar el MPT	103
Segunda Fase: Implementación Preliminar MPT	106
Paso 6: Lanzamiento del MPT	106
Tercera Fase: Aplicación MPT	106
Paso 7: Mejorar efectividad de equipos	106
Paso 8: Desarrollar un Programa de Mantenimiento Autónomo - siete pasos -	110
Paso 1 del Mantenimiento Autónomo: Limpieza inicial	110
Paso 2 del Mantenimiento Autónomo: Limpieza preventiva; eliminar las fuentes de contaminación y áreas inaccesibles	127
Paso 3 del Mantenimiento Autónomo: Desarrollo de estándares provisionales; limpieza y lubricación básica	136
Paso 4 del Mantenimiento Autónomo: Inspección general; desarrollo y entrenamiento	143
Paso 5 del Mantenimiento Autónomo: Inspección general autónoma	154
Paso 6 del Mantenimiento Autónomo: Disciplina en el proceso; administración y control en el lugar de trabajo	162
Paso 7 del Mantenimiento Autónomo: Mantenimiento autónomo; integración con la mejora continua	167
Paso 9: Creación de un programa de mantenimiento planeado dentro del departamento de mantenimiento	171
Paso 10: Capacitación para el desarrollo de mejores habilidades operativas y de mantenimiento	175
Paso 11: Desarrollo de la administración inicial del equipo; implementación temprana del equipo	177
Cuarta Fase: Estabilización	178
Paso 12: Aplicación completa y optimización del MPT	178
Discusión de resultados	179
Conclusiones	191
Bibliografía	193

INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Escrito es la memoria de un proyecto desarrollado en la empresa "Corrugados Zintro" en donde una de sus necesidades, como en muchas otras empresas ha sido el mejoramiento de los procesos de Mantenimiento como una búsqueda incansable del mejoramiento continuo.

Uno de los fundamentos del sistema de Mantenimiento es la información, por lo que se debieron establecer desde un principio indicadores, recolectar y analizar la información proveniente del equipo mismo, las fallas, sus causas y las acciones de Mantenimiento realizadas.

Esto se llevo a cabo mediante la introducción de una plataforma sólida llamada Plan de Desarrollo de Mantenimiento (PDM). Este método de recolección y análisis de la información requerida para dar Mantenimiento a equipos e instalaciones nos dió una clara idea del grado de madurez y avance en los esfuerzos de mejorar nuestro proceso de Mantenimiento en planta.

Esta recolección, análisis y toma de decisiones, con base en la información obtenida en piso, son los procesos que constituyeron el cimiento para todos los demás esfuerzos de mejora de la efectividad de los equipos.

La Alta Gerencia de Corrugados Zintro consciente del fenómeno de la globalización que viene arrollando todas las industrias con un poderoso oleaje de competitividad y buscando un fortalecimiento del trabajo en equipo, incremento en la moral de los trabajadores, creación de un espacio donde cada persona pudiera aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato, y avanzando en la mejora continua, decidió aplicar el Mantenimiento Productivo Total - **MPT** - o - **TPM** - por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance), así mismo, con el objetivo y expectativas de mejorar la efectividad total de la planta, equipos, procesos y herramientas por medio de los Grupos de Trabajo enfocados a eliminar las "seis grandes pérdidas" asociadas con el equipo de manufactura, en otras palabras trabajar en el "Concepto Cero".

Cero accidentes. Cero defectos. Cero fallas. Cero contaminación ambiental.

El razonamiento es simple. No se puede enfrentar a la competencia de hoy con las habilidades del pasado. Por muy buena experiencia que se tenga de las décadas anteriores. Productos con los cuales en el pasado tuvimos grandes márgenes de utilidad, hoy luchamos por obtener parte de ella. Todo ello como resultado de la competencia. La arrogancia, soberbia o en ciertos casos la falta de humildad, pueden hacer que perdamos de vista la verdadera proporción del impacto que nuestros competidores pueden tener.

Buscando ser una Organización de Mantenimiento de Clase Mundial, el MPT es un pilar importante ya que sabíamos que con su Total Aplicación se lograría la Mejora de la productividad Total de la planta productiva, logrando operaciones más eficientes y utilización de recursos, así como la eliminación de inventario innecesario. Mejoraríamos la Calidad del Producto y el Servicio con máquinas mejor mantenidas produciendo mejor producto, teniendo menos paros de máquinas y disminuyendo los arranques que producen variaciones de menor calidad.

Ninguna empresa que permanezca estática en sus prácticas anticuadas podrá sobrevivir en este mundo de competencia global.

La razón de desarrollar este Trabajo Escrito es la de transmitir a todas aquellas personas involucradas de una u otra manera en las actividades de Mantenimiento, no únicamente las actividades a realizar para la Aplicación de esta herramienta tan poderosa, sino profundizar también en algunos de los requisitos necesarios e indispensables a desarrollar antes de proceder a la Aplicación del MPT, de esta manera se estará asegurando la obtención de resultados positivos y exitosos.

Es por ello que el objetivo de este trabajo es el de transmitir la experiencia adquirida en Corrugados Zintro en la Aplicación del MPT de una manera gráfica, sencilla y mostrando conceptos que no podrían ser encontrados en libros.

Evitando de esta manera los descalabros, fracasos y hasta frustraciones en que desafortunadamente muchas empresas han caído al querer aplicar el MPT sin contar siquiera con lo más elemental como serían programas de lubricación y programas de Mantenimiento Preventivo.

Las funciones que desarrollé dentro del proceso de Aplicación MPT fueron las siguientes:

- Como coordinador en la generación de los planes estratégicos basados en los 12 pasos para el desarrollo del MPT, con una duración aproximadamente de 480 horas.
- Como instructor para el "Entrenamiento a Entrenadores" (train to trainer) formando a un grupo de 15 personas, con una duración de 360 horas.
- Como facilitador en la Aplicación del MPT, primeramente en grupos piloto y posteriormente en otras áreas, desde 1996 hasta la fecha.

Este Trabajo Escrito es desarrollado en tres capítulos , en el primero se hace referencia a la Teoría del **MPT** para conocimiento de esta filosofía, en el segundo se hace referencia a los sistemas implantados en Corrugados Zintro para su medición y control de Mantenimiento (Plan de Desarrollo de Mantenimiento – PDM), que son estos precisamente los cimientos que nos permitieron dar el gran paso hacia la aplicación del **MPT**, este segundo capítulo se considera un "valor agregado" de este trabajo, y en el tercero y último capítulo que es precisamente en donde se centra la parte medular de este Trabajo Escrito, se explican todas aquellas actividades desarrolladas para la Aplicación pura del **MPT**.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Es bien conocido por todos nosotros que en cualquier industria en el mercado de hoy se define la productividad como "hacer más con menos", es decir el aprovechamiento máximo de los bienes físicos de la empresa.

Las plantas están bajo una presión continua de producir más producto a bajo costo sin demeritar la calidad y con seguridad, lo que es lo mismo, es indispensable el mejoramiento y la optimización de la ejecución de fabricación y las funciones del personal de producción y mantenimiento.

Si nos enfocamos en la calidad como nuestro objetivo y olvidamos el mantenimiento, esto sería un absurdo, pues con un buen mantenimiento es posible obtener calidad en la operación de cualquier organización, no sólo de las líneas de producción, que es generalmente donde está el énfasis. Al contrario, con un mantenimiento inadecuado, definitivamente es imposible dar calidad a los clientes y a la sociedad en general. De esta forma, el mantenimiento es un reto permanente que debe ser tomado como tal por los mantenentes profesionales. Bajo los nuevos esquemas de calidad y competitividad, ahora resulta evidente que **no hay calidad sin mantenimiento**, considerando estos enfoques, **mantenimiento es una condición previa a la calidad.**

A menudo se dice que la calidad depende del proceso, ahora con la creciente robotización y automatización es más apropiado decir que la calidad depende del equipo, en otras palabras, productividad, costos, seguridad, inventarios y bienestar, todo depende del equipo.

Si las organizaciones desean conservarse prestas a enfrentar todo lo que pueda depararles el futuro, no pueden darse el lujo de dejar de ser *organismos vivos, palpitantes y alertas*. Nada puede considerarse perpetuo. Para que una organización no se empantane, el precio que ha de pagar consiste en *capacitarse continua y formalmente* para enfrentar el futuro, y en llevar a cabo una evaluación constante de sus recursos administrativos.

El continuo seguimiento por alcanzar una "Organización de Mantenimiento de Clase Mundial" (OMCM) con una utilización máxima de ventaja, es la meta para cualquier organización, así es la manera de sobrevivir en el mundo competitivo de hoy, los métodos utilizados en ese seguimiento podrían ser: control total de calidad (TQC), justo a tiempo (JIT), involucramiento y facultación del personal (empowerment), control estadístico de proceso (CEP), **Mantenimiento Productivo Total (MPT)**, Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) etc.

Para este caso, en el que se busca un enfoque innovativo para el mantenimiento, que optimiza la efectividad del equipo, elimina averías, y promueve el Mantenimiento Autónomo por los operarios a través de actividades día a día que incluyen a todo el personal, se explicarán los conceptos teóricos del **MPT**.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO PRIMERO: TEORÍA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

MPT

EL MUNDO DEL MANTENIMIENTO

La idea general del mantenimiento está cambiando. Los cambios son debidos a un importante crecimiento en la mecanización, mayor complejidad de las maquinarias, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades del mismo.

El mantenimiento también está reaccionando ante nuevas expectativas. Éstas incluyen dar una mayor importancia a los aspectos de seguridad y medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se contienen los costos.

Los cambios están poniendo a prueba, al límite, las actitudes y conocimientos del personal de todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento desde el ingeniero hasta el gerente tiene que adoptar nuevas formas de pensar y actuar.

Frente a esta avalancha de cambios, el personal encargado del mantenimiento está buscando nuevos caminos. Se quiere evitar a toda costa equivocarse cuando se toma alguna acción de mejora. En lugar de ello, tratan de encontrar un marco de trabajo estratégico que sintetice los nuevos avances en un modelo coherente, de forma que puedan evaluarlos racionalmente y aplicar aquellos que sean de mayor valía para ellos y sus compañías.

EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Históricamente el mantenimiento ha evolucionado a través de tres generaciones.

La Primera Generación:

Esta cubre el período hasta la segunda guerra mundial. En esos días la industria no estaba muy mecanizada, por lo que los periodos de paros no importaban mucho.

La maquinaria era sencilla y en la mayoría de los casos diseñada para un propósito determinado. Esto hacía que fuera fiable y fácil de reparar. Como resultado, no se necesitaban sistemas de mantenimiento complicados, y la necesidad de personal calificado era menor que ahora.

La Segunda Generación:

Durante la segunda guerra mundial las cosas cambiaron drásticamente. Los tiempos de la guerra aumentaron la necesidad de productos de toda clase, mientras que la mano de obra industrial bajó de forma considerable.

Esto llevó a la necesidad de un aumento en la mecanización. Hacia el año de 1950 se habían construido máquinas de todo tipo y cada vez más complejas. La industria había comenzado a depender de ellas. *Al aumentar esta dependencia, el tiempo improductivo de una máquina se hizo más patente.* Esto llevó a la idea de que las fallas de la maquinaria se podían y debían prevenir, lo que dio como resultado el nacimiento del concepto del **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**.

En el año 1960, esto se basaba primordialmente en la revisión completa del equipo a intervalos fijos.

El costo del mantenimiento comenzó también a elevarse mucho en relación con los otros costos de funcionamiento. Como resultado se comenzaron a implantar sistemas de control y planificación del mantenimiento. Estos han ayudado a poner el mantenimiento bajo control, y se han establecido ahora como parte de la práctica del mismo.

La Tercera Generación:

Desde mediados de los años setenta, el proceso de cambio en la industria ha cobrado incluso velocidades más altas. Los cambios pueden clasificarse bajo los títulos de: nuevas expectativas, nueva investigación y nuevas técnicas.

En la figura 1 se muestra como han evolucionado las expectativas de las funciones del mantenimiento.

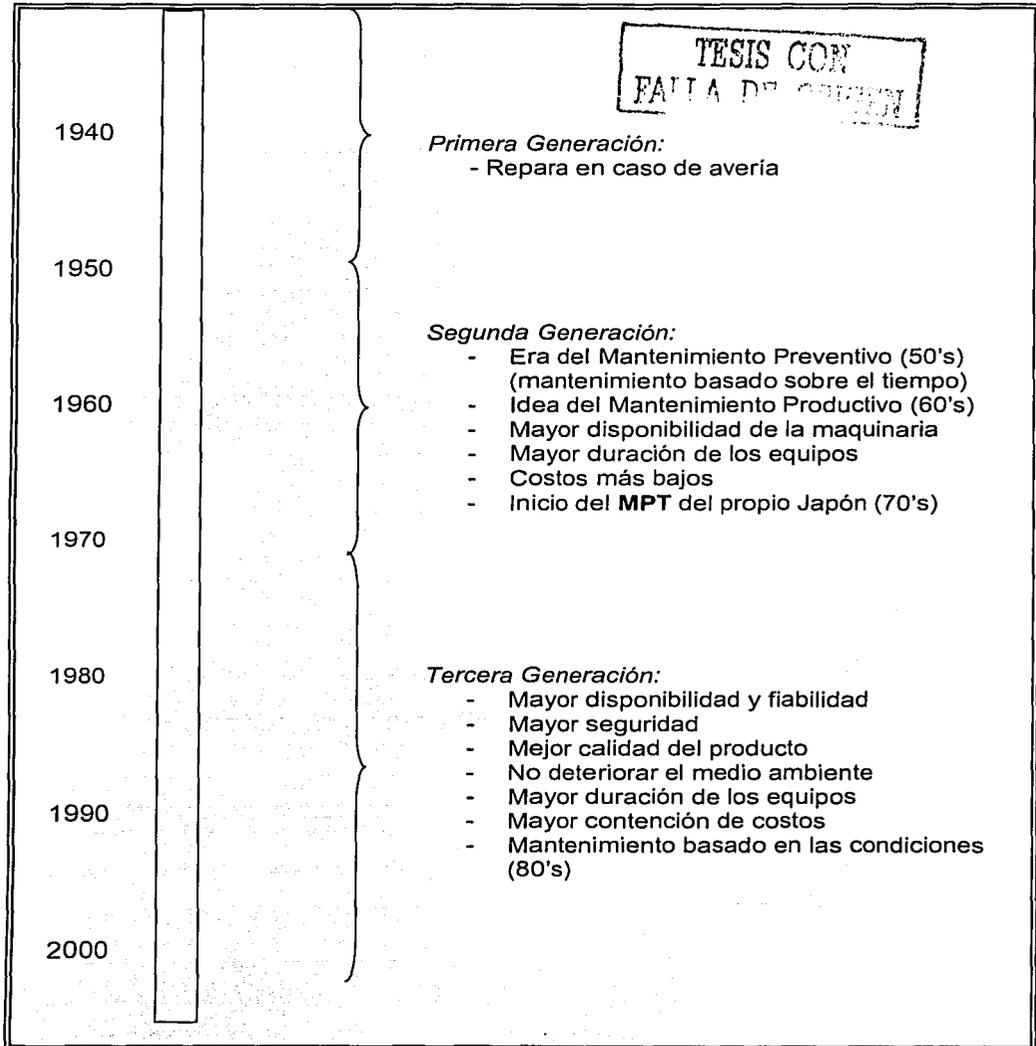


Figura 1. Evolución del Mantenimiento

El crecimiento continuo de la mecanización significa que los *periodos improductivos* tienen un efecto más importante en la producción, costo total y servicio al cliente.

Esto se hace más patente con el movimiento mundial hacia los sistemas de producción justo a tiempo, en el que los reducidos niveles de inventario en curso hacen que pequeñas averías puedan causar el paro de toda una planta. Esta consideración está creando fuertes demandas en la función de mantenimiento.

Una automatización más extensa significa que hay una relación más estrecha entre la condición de la maquinaria y la *calidad del producto*. **Al mismo tiempo, se están elevando continuamente los estándares de calidad. Esto crea mayores demandas en la función del mantenimiento.**

Otra característica en el aumento de la mecanización es que cada vez son más serias las consecuencias de las fallas de una planta para la *seguridad y/o el medio ambiente*. Al mismo tiempo los estándares en estos dos campos también están mejorando en respuesta a un mayor interés del personal gerente, los sindicatos, los medios de información y el gobierno. También esto ejerce influencia sobre el mantenimiento. Finalmente el *costo* del mantenimiento todavía está en aumento en términos absolutos y en proporción a los gastos totales.

En algunas industrias, es ahora el segundo gasto operativo de costo más alto y en algunos casos incluso el primero. Como resultado de esto, en sólo treinta años lo que no suponía casi ningún gasto se ha convertido en la prioridad de control de costo más importante.

¿POR QUÉ MPT?

La primera compañía en Japón en introducir el Mantenimiento Productivo Total fue Nippondenso, una subsidiaria de Toyota. Nippondenso adoptó el **MPT** en 1971 y los resultados fueron tan excelentes que ganaron el premio anual de Mantenimiento Productivo. Este fue el inicio real del **MPT** en Japón.

Recientemente ha habido un dramático incremento en el número de compañías que están adoptando el **MPT**, y estas compañías cubren un amplio espectro de la industria. La automatización y los robots están haciendo su aparición casi en todas partes y la tecnología mecatrónica se está desarrollando a paso veloz. Con la automatización evolucionando tan rápidamente, *el mantenimiento de la maquinaria y el equipo se ha vuelto más vital que nunca.*

Actualmente hablamos de la automatización, pero en realidad ni siquiera hemos logrado completamente la producción automatizada. Este equipo también es susceptible de presentar descomposturas, las líneas de producción se detienen por una razón o por otra. Así que lo que se automatizó fue la operación de las líneas de producción. **El mantenimiento no ha sido automatizado en la mínima parte.**

Por consiguiente, mientras que la automatización se extiende a lo largo y ancho de la industria, serias consideraciones han surgido en cuanto se refiere al mantenimiento de los equipos e instalaciones. Para operar el equipo en la forma más eficiente, debe cambiar nuestra perspectiva total de trabajo.

En otras palabras lo que realmente supervisa la producción actual son los equipos, no el operador.

El operador debe ser entonces capaz de mantener adecuadamente su equipo.

Esto significa que el operador debe poseer un suficiente antecedente técnico, así como la habilidad para operar su equipo eficientemente.

También significa que es absolutamente vital que el especialista de mantenimiento pule sus habilidades técnicas regularmente con el propósito de estar capacitado para mantener su equipo en condiciones.

Por esta razón se han planeado los programas de **MPT** de tal forma que cada individuo de la corporación participe.

La idea del "Mantenimiento Productivo" para elevar la productividad de la corporación se arraigó durante los años 60's.

Los años 70's vieron el inicio del **Mantenimiento Productivo Total (MPT)** del propio Japón, en el que participa todo el personal de la compañía.

En los años 80's se experimenta el cambio de perspectiva del "Mantenimiento basado sobre el tiempo". Anteriormente, la producción se detenía en cierto punto del tiempo, mientras que todo era analizado y se efectuaba el trabajo de mantenimiento requerido.

Al presente estamos experimentando el denominado "Mantenimiento basado en las condiciones", en el cual se examinan las condiciones del equipo y la maquinaria y por ende – basados en los resultados – se toma la decisión necesaria para continuar la producción o detenerse para reparar.

Por consiguiente, estamos ahora en plena era del **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL** basado en las condiciones.

¿Por qué es bueno el **MPT** para una corporación?

- El **MPT** es necesario para la Manufactura o Mantenimiento de Clase Mundial.
- Manteniendo el espíritu y el propósito del proceso del **MPT**, las tareas y responsabilidades de los empleados de producción y mantenimiento han sido tomadas en cuenta para las negociaciones Empresa-Sindicato.
- El **MPT** apoyará el progreso de la compañía, el desempeño de objetivos y los valores de la misión.
- Para maximizar la efectividad del equipo a través de la participación total de los empleados.
- Para el mejoramiento de la confiabilidad y mantenibilidad del equipo como una contribución a Cero paros de máquina, Cero defectos, Cero accidentes, y Cero desperdicios.
- Para incrementar la pericia y habilidades de los trabajadores.
- Para crear un entusiasta y vigoroso ambiente de trabajo.

El MPT es para la corporación, la clave para sobrevivir entornos de severa austeridad económica y fuerte competencia.

¿QUE ES EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL – MPT–?

El **MPT** a menudo se define como "Mantenimiento Productivo que implica una participación total". Frecuentemente, la dirección entiende que esto significa que solamente los trabajadores realizan autónomamente las actividades de mantenimiento productivo.

SIN EMBARGO, PARA SER EFECTIVO, EL MPT DEBE IMPLEMENTARSE SOBRE UNA BASE QUE ABARCA LA COMPAÑÍA. Desafortunadamente, algunas compañías han abandonado el **MPT** porque han fallado en apoyar plenamente a los trabajadores o la dirección no se implicó lo suficiente, otras, por no haber tenido una base ya desarrollada.

La definición de **MPT** esta basada en 5 principios:

1. El primer principio es el de usar la maquinaria y el equipo a su **máximo nivel de efectividad**. En otras palabras, operar el equipo tan eficientemente como sea posible.
2. El segundo principio es el de establecer un **sistema total de mantenimiento** productivo para cubrir por completo la vida útil del equipo.
3. El tercer principio consiste en **involucrar** a cada uno de los departamentos que tengan relación con el equipo; desde el de planeación al de operación, y de éste al de mantenimiento e ingeniería.
4. El cuarto principio es la **participación de todos y cada uno de los integrantes** de la estructura corporativa, desde las altas esferas gerenciales hasta el personal de la línea de producción y mantenimiento.

5. El quinto principio se basa en la **promoción del mantenimiento productivo** a través de la administración o dirección de la motivación: actividades autónomas de pequeños grupos para promover el mantenimiento antes que la maquinaria o el equipo sea instalado hasta el momento en que sea desechado —un sistema total, completo—

Aún antes de que se instale el equipo, se debe tener gran cuidado al seleccionar el equipo que requiera el mínimo mantenimiento posible.

Una vez que el equipo está seleccionado e instalado, se deberá implementar un muy detallado programa de mantenimiento preventivo, al cual habrá de apegarse de manera estricta.

Pero el mantenimiento preventivo por sí mismo no es suficiente. Se deben tomar las situaciones yendo un paso adelante. El equipo que ha estado en uso por un largo período de tiempo debe ser *modificado, mejorado o sustituido* para mantener el riesgo de descompostura al mínimo. Esto se refiere como “mejoramiento o mantenimiento correctivo”. *Como se puede ver existe una perspectiva total para las cosas, extendiéndose desde antes que la maquinaria sea instalada, pasando por el mantenimiento preventivo después de su instalación y hasta la “mejora o mantenimiento correctivo” después de haber estado en uso por algún tiempo.*

El **MPT** es un enfoque innovativo para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo, elimina averías, y promueve el mantenimiento autónomo por los operarios, a través de actividades día a día que incluyen a todo el personal (gerentes, superintendentes, jefes de área, ingenieros de mantenimiento, supervisores, conductores, obreros etc.).

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 operación. Con el tiempo, este esfuerzo cooperativo incrementa dramáticamente la productividad y calidad, optimiza el costo del ciclo de vida del equipo, amplía la base de conocimientos y capacidad de cada empleado.

Las *actividades del grupo* requieren la participación de cada uno de los integrantes. Los resultados de las actividades en grupo son:

- Medición y eliminación del deterioro del equipo
- Restauración del equipo a sus niveles ideales de operación
- Eliminación de problemas que afectan la productividad

Como se mencionaba anteriormente, en el entorno competitivo de hoy, no podemos conformarnos con metas inferiores a la eliminación total de las averías.

El concepto básico del **MPT** puede describirse como el mejorar a la compañía mediante el mejorar a su personal y planta; es decir “cambiar su cultura corporativa”.

Es frecuente aislar a los trabajadores y limitarlos en 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.

El incremento de la automatización y la producción sin manipulación de personas, no acabarán con la necesidad de tareas humanas, ya que solamente las operaciones se automatizan; el mantenimiento aún depende del personal de mantenimiento. Sin embargo, la automatización y el equipo con tecnología de punta, requieren conocimientos que están más allá de la competencia del supervisor o trabajador de mantenimiento medios, y para un uso efectivo requieren una organización de mantenimiento apropiada. El **MPT** que organiza a todos los empleados desde la alta dirección a los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo a nivel de compañía, que puede apoyar las

instalaciones de producción sofisticadas.

Adicionalmente en las fases tempranas del **MPT**, la compañía debe considerar el gasto adicional de restaurar el equipo hasta una condición propia y los de educación del personal sobre el equipo. Por supuesto que el costo actual dependerá del estado del equipo y de la calidad del mantenimiento. Sin embargo, conforme se incrementa la productividad estos costos se reemplazan rápidamente por los beneficios. Esta es la razón de que el **MPT** se denomine a menudo como un *mantenimiento preventivo rentable*.

CARACTERÍSTICAS DEL MPT

El concepto de "totalidad" está también presente en la idea de la participación total por parte de cada uno de los integrantes de la corporación. De tal forma que hay tres significados de la palabra *total* que están basados en los 5 principios mencionados anteriormente, que describen las características principales del **MPT**:

1. **Efectividad total:**
Esta característica está referida al primer principio, e indica que el **MPT** persigue la *máxima eficiencia del equipo*, lo cual se traduce en economía y eventualmente en incremento de utilidades.
2. **Sistema de mantenimiento total:**
Esta característica está referida al segundo principio, e incluye prevención y mejora del mantenimiento, así como mantenimiento preventivo.
3. **Participación total de todos los empleados:**
Esta característica está referida a los principios 3, 4 y 5, e incluye el que el operador toma su responsabilidad de efectuar los procedimientos de mantenimiento en lo que se llama "mantenimiento autónomo por el operador" a través de las actividades de pequeños grupos.

Estas son las tres características principales del **MPT**. Se debe hacer notar que la primera característica, la *economía*, no está limitada al **MPT** únicamente, sino que también se aplica a los conceptos de los mantenimientos preventivo y productivo.

La segunda característica, un *sistema de mantenimiento total* es un concepto introducido durante la era del mantenimiento productivo, establece un plan de mantenimiento para la vida entera del equipo e incluye la prevención de mantenimiento (MP: diseño libre de mantenimiento), concepto que se sigue durante las fases de diseño del equipo.

Una vez que el equipo está ensamblado, un sistema de mantenimiento total requiere mantenimiento preventivo y mejora del mantenimiento (o de la mantenibilidad).

La tercera característica, mantenimiento autónomo proveniente del operador, es la única característica que le pertenece de manera específica al **MPT**.

*Si una compañía está practicando ya el mantenimiento productivo, el **MPT** puede adoptarse fácilmente añadiendo el mantenimiento autónomo por los operarios al sistema existente.*

SI UNA COMPAÑÍA NO HA IMPLANTADO AÚN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO O PRODUCTIVO, LA IMPLANTACIÓN SÚBITA DEL MPT A PARTIR DEL MANTENIMIENTO DE AVERÍAS O CORRECTIVO SERÁ EXTREMADAMENTE DIFÍCIL, AUNQUE NO IMPOSIBLE.

OBJETIVOS GENERALES DEL MPT

¿Cuáles son los objetivos generales del **MPT**?

En términos simples, el **MPT** es el cambio estructural corporativo a través de la mejora de la planta y su personal.

Sus objetivos son el modificar la estructura corporativa, lograr mayores resultados de producción y mejorar el entorno de trabajo.

El lograr mayores resultados de producción es en otras palabras el principio primario del **MPT**, incrementando la **Efectividad Global del Equipo**.

Establecer un sistema de mantenimiento preventivo, para aprovechar al máximo la vida útil de los equipos. Máxima producción; la relación óptima de costos y resultados, eso es lo que se pretende al decir incrementar la **Efectividad Global del Equipo**, exactamente lo que **Mantenimiento Productivo Total** se esfuerza por lograr.

Los objetivos del **MPT** son: *cero accidentes, cero pérdidas por paros, cero pérdidas por defectos de calidad, cero desperdicios de materias primas y energía*. Cuando se eliminan las averías y defectos los porcentajes de operación del equipo mejoran, los costos se reducen, el inventario puede minimizarse y, como consecuencia, la productividad del personal aumenta. Estos resultados no pueden lograrse de la noche a la mañana. Típicamente, toma una media de tres años desde la introducción del **MPT** lograr resultados premiables.

Para lograr esto, se tiene que eliminar toda la merma; la pérdida generada por la operación del equipo, en otras palabras, se tienen que eliminar las "**Seis Grandes Pérdidas**"

LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS

Para lograr la efectividad global del equipo, el **MPT** trabaja para eliminar las "Seis Grandes Pérdidas", que son formidables obstáculos para la efectividad del equipo, estas son:

TIEMPOS DE PAROS

1. Las pérdidas resultantes debidas a las descomposturas inesperadas, así como las que son ya crónicas.
2. Las pérdidas resultantes de ajustes y calibraciones.

PÉRDIDAS POR VELOCIDAD

3. Pérdidas de producción por velocidad del equipo inferior al rango máximo designado.
4. Las pérdidas debidas al paro de la línea de producción ya sea por un problema temporal o por operar un equipo en vacío sin un propósito definido.

DEFECTOS

5. Pérdidas debidas a defectos en el procesamiento de los productos que requieren ser destruidos o reprocesados.
6. Pérdidas generadas desde el arranque de la máquina a la producción estable.

La forma más concienzuda para erradicar estas seis grandes pérdidas es reducir las descomposturas a cero. Las descomposturas son la raíz de todos los males y esto puede ser análogo al cuerpo humano enfermándose y eventualmente colapsándose.

La descompostura del equipo es la enfermedad del equipo. Este debe ser conservado saludable, libre de enfermedad en todo momento para poder vivir una feliz y totalmente productiva vida operativa.

Para eliminar las descomposturas, el paso más fundamental es el producir equipo bien diseñado, bien construido; equipo "sano" desde el principio. El equipo debe ser nutrido y cuidado como si fuera un niño en crecimiento. Por esta razón es que el **MPT** es tan importante. Resumiendo, el objetivo del **MPT** es el mejorar a la compañía mediante el mejorar a su planta y a su personal.

En cuanto se refiere al personal de esta relación, quiere decir que los operadores deben estar suficientemente *motivados* para mantener su equipo de manera autónoma, el personal de mantenimiento debe ser capaz de mantener apropiadamente equipo sofisticado y los *ingenieros de mantenimiento deben adquirir la habilidad necesaria para diseñar equipo libre de mantenimiento*.

Es solo a través del mejoramiento de esta relación *personal-equipo*, que los resultados de producción pueden ser logrados, a la vez que un mejor entorno es creado, todo lo cual conduce a una estructura corporativa mejorada.

La **EFFECTIVIDAD DEL MPT** puede mejor ser entendida en razón del incremento que aporta a la **EFFECTIVIDAD DEL EQUIPO**, con el propósito de determinar esto debemos tener un *completo entendimiento* del estado o condición de la capacidad operativa, en otras palabras, debemos saber que está ocurriendo en nuestras máquinas, sistemas y controles.

Basta con recordar que todo lo que no se puede medir no se puede mejorar.

EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO - ETE -

La *Efectividad Total del Equipo* es una medición utilizada en el **MPT** para indicar que tan efectivamente están trabajando las máquinas.

La efectividad total de una máquina incluye más que la cantidad de partes que ésta puede producir en un turno (eficiencia).

¿Por qué debe medirse la Efectividad Total del Equipo?

- Da a la dirección una valiosa medición que puede ser utilizada para el mejoramiento.
- Da una valiosa retroalimentación a los Ingenieros de Proceso, a los Ingenieros de Mantenimiento y fabricantes del equipo para el cálculo de confiabilidad, y mantenibilidad, y mejorar en las compras de futuros equipos.
- Pero lo más importante es que da a los grupos el principal enfoque en donde realmente están las pérdidas.

Se debe empezar por definir las formas de calcular la **Efectividad Total del Equipo**.

Si entendemos que la capacidad operativa del equipo esta en función de una base de tiempo, a la que se designará **DISPONIBILIDAD**, podemos apreciar que aun aprovechando ésta, se habrá de detener o de reducir la velocidad, de vez en vez por una u otra razón, esto está representado por la **EFICIENCIA DEL RENDIMIENTO**. Pero existe también otro factor que es la producción de producto defectuoso, el cual representa realmente una merma, esto es conocido como el **ÍNDICE PORCENTUAL DE CALIDAD** del producto.

Siendo así, la Disponibilidad, la Eficiencia del Rendimiento y el Índice Porcentual de Calidad del Producto, integran en conjunto la **EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO**.

Cuando se multiplican la Disponibilidad, Eficiencia del Rendimiento y el Índice Porcentual de Calidad se obtiene la **EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO**, el cual es expresado como porcentaje.

La EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO da un panorama completo de la salud de la máquina no sólo como la rapidez con que ésta puede hacer productos, sino como el potencial de producción fue limitado por la pérdida de disponibilidad y calidad pobre.

La **DISPONIBILIDAD** es una comparación del tiempo potencial de operación y el tiempo real que la máquina está produciendo. En otras palabras es el total neto de tiempo que la máquina está realmente en operación.

La fórmula matemática para el cálculo de la Disponibilidad es la siguiente:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo de Carga}}$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo de carga} - (\text{Tiempo de paro por averías} + \text{Tiempo de paro por prácticas operativas})}{\text{Tiempo de carga}}$$

Donde:

Tiempo de carga = Tiempo total disponible – (Tiempo por mantto programado + Tiempo programado por operación) o disponible

(Ejemplos de Tiempos programado por operación.- falta de programa de producción, paros estratégicos administrativos.)

(Ejemplos de Tiempos de paro por prácticas operativas.- ajustes, cambios de útiles)

Ejemplo de cálculo de DISPONIBILIDAD:

El turno de trabajo por día es de 8 horas (480 minutos). El tiempo de paro planeado de la máquina por operación es de 30 minutos y se paró la máquina 55 minutos por averías. Calcular la Disponibilidad:

Tiempo de carga = 480 – 30 = 450 minutos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{450 - 55}{450} \times 100 = 87.77 \%$$

La **EFICIENCIA DEL RENDIMIENTO** representa la pérdida de velocidad no expresada por la Disponibilidad. (Los cálculos están basados en el Porcentaje de Operación Neta y en el Porcentaje de Velocidad de Operación y está definida por el producto de ambas).

La fórmula matemática para el cálculo de la Eficiencia por Rendimiento es la siguiente:

$$\text{Eficiencia por Rendimiento} = \frac{\text{Cantidad procesada} \times \text{Tiempo actual ciclo}}{\text{Tiempo operación}} \times \frac{\text{Tiempo ciclo ideal}}{\text{Tiempo actual ciclo}}$$

$$\text{Eficiencia por Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo Ciclo ideal} \times \text{Cantidad procesada}}{\text{Tiempo de operación}}$$

Ejemplo de cálculo de Eficiencia por rendimiento:

Si el número de piezas procesadas por día es de 500 y el tiempo ciclo ideal por pieza es de 0.5 minutos y el tiempo de operación es de 395 minutos. Calcular la Eficiencia por rendimiento:

$$\text{Eficiencia por Rendimiento} = \frac{0.5 \text{ min} \times 500}{395 \text{ min}} \times 100 = 63.29 \%$$

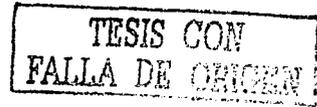
El **ÍNDICE PORCENTUAL DE CALIDAD** del producto se define como la cantidad de producto de calidad contra la cantidad bruta producida.

$$\text{Índice Porcentual de Calidad} = \frac{\text{Cantidad procesada} - \text{Cantidad con defecto}}{\text{Cantidad procesada}}$$

Ejemplo de cálculo:

La línea 5 produjo 350 unidades de las cuales 40 salieron defectuosas, calcular el Índice Porcentual de Calidad:

$$\text{Índice Porcentual de Calidad} = \frac{350 - 40}{350} \times 100 = 88.57 \%$$



Calculando la Efectividad Total del equipo:

Efectividad Total del equipo = Disponibilidad X Eficiencia del Rendimiento X Índice Porcentual de Calidad

Efectividad Total del Equipo = 0.87 X 0.63 X 0.88 X 100 = 48.23 %

En este ejemplo el resultado muestra que la Efectividad Total del Equipo está por debajo del 50%, lo que indica que menos de la mitad del equipo está siendo usado efectivamente.

Así es que como se acaba de apreciar, la EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO, es el reflejo de los tres factores:

1. Tiempo
2. Velocidad
3. Calidad

Y el mejoramiento de alguno de estos tres factores debería mejorar:

- Seguridad
- Tiempos perdidos
- Calidad

El MPT dicta que el equipo debe exhibir:

- Una **DISPONIBILIDAD** de más del 90 %
- Una **EFICIENCIA DEL RENDIMIENTO** de más del 95%
- Un porcentaje de **CALIDAD DE PRODUCTOS** mayor al 99%

Si estos tres objetivos son alcanzados, la **EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO** deberá ser:

$$\text{ETE} = 0.90 \times 0.95 \times 0.99 \times 100 = 85\%$$

DETERIORO DEL EQUIPO

Mantener el equipo, haciendo una analogía con el cuerpo humano, significa mantener en "salud" el equipo. La medicina preventiva ha reducido la incidencia de la enfermedad e incrementado la calidad de vida significativamente. Similarmente, el mantenimiento preventivo es "medicina preventiva" y mantenimiento de la salud del equipo.

En medicina preventiva, el énfasis se coloca en la prevención de la enfermedad, de forma que ésta no llegue a manifestarse. Una dieta apropiada e higiene básica (lavarse la boca y las manos) ayudan a prevenir las enfermedades. Adicionalmente, las revisiones periódicas de la salud realizadas por especialistas promueven una temprana detección y tratamiento.

Se piensa en las fallas como algo que causa que el equipo detenga su operación. Sin embargo, es bastante más que eso. Es la aflicción, son los desvelos, las presiones, las urgencias, es la enfermedad de la maquinaria. Algunas enfermedades causan que la gente se colapse completamente, algunas personas pueden continuar activas a pesar de que estén

enfermas, aunque se ven y se sienten mal y tampoco pueden funcionar a su capacidad regular.

Lo mismo pasa con las líneas de producción. Existen dos tipos de fallas, una que incapacita totalmente el equipo (falla con pérdida de función) y la otra, simplemente causa deficiente operación e ineficiencia (falla de función reducida).

Una falla se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

Esta "pérdida de la habilidad para efectuar una función prescrita o deseada" no está limitada a accidentes no previstos o sólo a paros de producción.

La línea de producción puede continuar en movimiento y el equipo completo puede perder su habilidad para producir, debido a la disminución de rendimiento de un componente específico de la maquinaria. Esto trae como resultado todo tipo de pérdidas.

Como anteriormente se mencionó, la falla con pérdida de función se presenta cuando una máquina deja totalmente de funcionar.

Una pérdida parcial de la capacidad que la máquina posee para funcionar, debida a disminución de rendimiento es denominada "Falla de función reducida"

Esta última abre el paso a una amplia variedad de pérdidas, por ejemplo: la precisión se pierde generándose producto defectuoso, o un gasto excesivo de tiempo dedicado a dirigir trabajos de ajuste para recuperar la precisión perdida.

Cuando una máquina se detiene súbitamente, esto es tan solo la punta del témpano. Y es indicativo de que en la máquina existen todo tipo de daños que no habían sido visualizados. Por lo que, para reducir las fallas a cero no solo tenemos que preocuparnos por los problemas superficiales. Se debe poner especial atención a las acumulaciones de polvo, holguras, fugas, rasgaduras y a cualquier otra anomalía. Todas estas cosas que parecieran imposibles que pudiesen conducir a una falla, pueden ser causa de problemas enormes.

Estas áreas problema, aparentemente insignificantes, las cuales escapan generalmente a la atención son denominadas "problemas potenciales". Es imperativo que estos problemas potenciales sean identificados y solucionados.

Reducir la incidencia de fallas debe ser prioridad número uno. Estas fallas súbitas no solo detienen la producción, sino que generan un caos en la programación de producción. Por consiguiente, la reducción mayor de fallas súbitas, mantendrá corriendo la producción suavemente y por consiguiente los trabajadores tendrán entonces tiempo para concentrarse en mejorar otras áreas.

El mantenimiento diario del equipo sirve para el mismo propósito. Lubricando, limpiando, y realizando ajustes como apretar pernos, e inspecciones, el deterioro puede prevenirse y advertirse las fallas (enfermedad) potenciales del equipo.

Así como una persona se responsabiliza de su salud, debe responsabilizarse de la salud del equipo que emplea. **En otras palabras, el mantenimiento diario es la responsabilidad del operador del equipo.**

Esta es la premisa básica del Mantenimiento Autónomo por los operadores. Adicionalmente, las personas de mantenimiento que son en efecto "doctores de equipos", son los responsables de *inspecciones periódicas* y de *reparaciones preventivas*.

Por lo que el **MANTENIMIENTO PREVENTIVO** reduce el número de averías (enfermedades del equipo) e inevitablemente incrementa la vida útil del equipo.

Es fácil de comprender que el costo de la prevención diaria y de las revisiones periódicas es mínimo comparado con los gastos en que se incurren cuando se ignoran los cuidados de salud y la enfermedad conduce a la hospitalización.

De igual manera, es más barato reparar el equipo sobre una base preventiva que esperar hasta su completo deterioro.

Sin embargo muchas compañías no practican el MANTENIMIENTO PREVENTIVO o lo practican solamente a medias, aún cuando comprenden su importancia.

Las compañías que no logran la implantación del MANTENIMIENTO PREVENTIVO están en esencia, acelerando el deterioro del equipo. En tales compañías, el polvo y la suciedad vuelan en todas direcciones y los lubricantes se derraman mientras el equipo y el suelo están tapizados de polvo, desechos, aceite y virutas.

Cuando el polvo y los pequeños restos metálicos se adhieren a las partes móviles de superficies deslizantes de la maquinaria, las superficies se rayan, se desgastan hasta llegar a su deterioro. Y cuando la lubricación por negligencia se olvida, pueden resultar una fricción o calentamiento excesivos, despilfarrando energía.

Una inspección general a menudo revela que *más de la mitad de las tuercas y pernos están flojos*. Cuando el aflojamiento de anclajes y deterioro continúan sin atenderse, pueden causar sacudidas excesivas, lo que estimula una abrasión anormal e incita un deterioro adicional. Además, cuando el mantenimiento de las instalaciones es inadecuado pueden desarrollarse fugas con un alto despilfarro de valiosos materiales y energía. En las compañías en las que la negligencia es rampante, las averías súbitas y los paros de máquina son inevitables y comunes.

Algunas compañías presionadas por el programa de producción no tienen flexibilidad para implantar el MANTENIMIENTO PREVENTIVO y por ende, las averías y paros continúan y las condiciones van de mal en peor.

EFFECTOS INTANGIBLES DEL MPT

Lo comentado hasta ahora son los efectos concretos del **MPT**, mismos que pueden ser expresados en números y estadísticas objetivas. Pero también existen efectos intangibles, los cuales no siempre se pueden cuantificar claramente.

Considerando uno de los aspectos del **MPT**, el que los trabajadores sean responsables de mantener su propia máquina y equipo; esto infunde un espíritu de acción autónoma por parte del trabajador, sin tener que estar insistiéndole, cuida de su maquinaria, la inspecciona, la lubrica y todo esto por sí mismo.

El **MPT** promueve también la total eliminación de fallas y producto defectuoso. Los trabajadores pueden ver los resultados con sus propios ojos y en contraparte desarrollan un sentido de confianza y orgullo en su trabajo.

De igual forma sucede con la limpieza. El polvo, y los residuos dejan de ensuciar del todo ya que el **MPT** se encarga que todo esto sea limpiado minuciosamente. De esta manera se pueden recibir visitas en el lugar de trabajo con completa confianza e inclusive recibir cumplidos por el orden y limpieza que ahí existe.

La implementación del **MPT** no solamente incrementa el volumen de producción, también mejora la calidad del producto, reduce los costos, ayuda a cumplir los compromisos de entrega y ayuda a tener un ambiente de trabajo seguro, saludable y radiante. Algo tan importante aumenta la motivación del desempeño de los trabajadores.

Así que entonces, existen muchos beneficios secundarios creados por el **MPT**, mismos que no siempre pueden ser vistos o medidos, los cuales ya sumados a los resultados tangibles conducen a una imagen corporativa mejorada.

IMPLEMENTACIÓN DEL MPT - TEORÍA -

Como ya se ha mencionado, el **MPT** es el mejorar la estructura corporativa a través de mejorar planta y personal. En cuanto se refiere a la parte que de esta relación compete a los trabajadores, es indispensable por comenzar a cambiarles su manera de pensar.

Esto implica inspirar en cada trabajador, en cada operador, un sentimiento de responsabilidad motivándoles a cuidar de su equipo por sí mismos. Esto es absolutamente vital, este espíritu deberá extenderse por toda la compañía, desde los niveles gerenciales superiores hasta el más humilde de los trabajadores en piso de producción.

Con el propósito de que cada operador sea responsable de su propio equipo, ellos deben saber exactamente como cuidarlo. Deben adquirir las habilidades y conocimientos de mantenimiento necesarios.

Si queremos que las personas cumplan las tareas que se les asignan, es obvio que deben saber en que consisten, como se hacen y como se miden sus resultados. Cada individuo de la empresa necesita recibir capacitación constante sobre su responsabilidad de hacer bien las cosas desde un principio, así como requisitos muy claros sobre el escenario cambiante en el que opera.

Por consiguiente, mediante el mejorar la relación entre el operador y su equipo se puede fortalecer la estructura corporativa completa. Sin embargo, esta mejora no sucede de la noche a la mañana (Roma no se hizo en un día) tomará tiempo a los trabajadores el cambiar sus actitudes y recibir capacitación apropiada.

Con el propósito de realizar este extensivo cambio de la forma más efectiva en un período de alrededor de tres años, este debe ser hecho de manera sistemática y metódica usando la perspectiva del "paso a paso" para así lograrlo.

No faltara quien diga "si otras compañías pueden hacerlo en tres años, nosotros lo podemos hacer en un año". Este entusiasmo es encomiable, pero pensar en invertir tan poco tiempo en un empeño de esta clase, puede solamente conducir al fracaso.

A menos que la alta gerencia asuma el liderazgo atacando seriamente este tema, no progresará regularmente la necesaria transformación de actitudes, equipo, y constitución corporativa global.

En la tabla 1 se explican los 12 pasos involucrados en la implementación del programa del **MPT** según el Sr. Seiichi Nakajima, Ingeniero Japonés quien en los años 70 introdujo las prácticas americanas de mantenimiento en Japón y combinó esas ideas con los conceptos de control de calidad total e implicación total de los empleados para desarrollar el **MPT**.

PASOS PARA EL DESARROLLO DEL MPT

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

FASE	PASO	DETALLES
P R E P A R A C I Ó N	1.- Anuncio de la decisión tomada por la Alta Gerencia de introducir el MPT	Conferencia sobre MPT en la compañía, periódico, boletines en la compañía
	2.- Educación y campaña relativa a la introducción del MPT	Seminarios, reuniones, cursos según niveles
	3.- Creación de la organización para promover el MPT	Comité de promoción, comunicación a lo largo y ancho de la compañía
	4.- Establecer Políticas y Metas Para el MPT	Analizar condiciones existentes, establecer metas, predecir resultados
	5.- Formulación de un plan maestro para desarrollar el MPT	Preparación de planes detallados, implantación para las 5 actividades fundamentales
IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR	6.- Lanzamiento del MPT	Gerencia reúne empleados para informar una vez mas la determinación de la implantación del MPT
I M P L E M E N T A C I Ó N	7.- Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo	Selección de equipo modelo para hacer mejoras; proyecto reducir las fallas a 0
	8.- Desarrollar programa de Mantenimiento Autónomo	Promover los siete pasos, diagnósticos, procedimientos de certificación de los trabajadores
	9.- Creación de un programa para el mantenimiento planeado dentro del departamento de mantenimiento	Programa de mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, dibujos, herramientas, refacciones
	10.- Capacitación para el desarrollo de mejores habilidades operativas y de mantenimiento	Entrenar a líderes y estos comuniquen información a los miembros del equipo, alto nivel de habilidades
	11.- Desarrollo de la administración inicial del equipo	Análisis de costos del ciclo de vida, prevención del mantenimiento
ESTABILIZACIÓN	12.- Implementación completa y optimización del MPT	Evaluaciones objetivas, fijar objetivos más elevados

Tabla 1. Doce pasos para el desarrollo del MPT

Los primeros cinco pasos son llamados de manera colectiva "Etapa de Preparación para el MPT". Esta etapa toma usualmente de 3 a 6 meses aproximadamente, dependiendo del tamaño de la compañía.

Es imperativo que los preparativos sean efectuados apropiadamente con el propósito de obtener del MPT los más altos efectos posibles.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PASO 1: ANUNCIO DE LA ALTA GERENCIA DE INTRODUCIR EL MPT

La Alta Gerencia *debe entender y creer* en el concepto del **MPT** antes de implantarlo.

Este primer paso es extremadamente importante. La Alta Gerencia debe primero tomar la decisión de implementar el **MPT** y luego anunciarla a todos los empleados de la compañía.

La determinación proveniente de la Gerencia para implementar efectivamente el **MPT**, es finalmente crucial para determinar si dicha implementación será o no exitosa.

El **MPT** debe implantarse con el persistente apoyo y firme liderazgo de la Alta Gerencia, aunque el programa dependa de la participación total de los empleados, desde la Alta Gerencia a los trabajadores de línea. El **MPT** respeta la autonomía de los trabajadores, pero promueve las actividades autónomas solamente después de que estén suficientemente motivados y tengan la competencia adecuada para dirigir con éxito sus propias actividades, y solamente cuando se haya creado un entorno de trabajo que apoye las actividades autónomas.

Establecer ese entorno favorable es responsabilidad primaria de la Alta Gerencia en esta fase.

PASO 2: EDUCACIÓN Y CAMPAÑA RELATIVA A LA INTRODUCCIÓN DEL MPT

Todos los empleados de cada nivel, desde la Alta Gerencia hasta el personal de línea de producción y mantenimiento, deben conocer en términos concretos como se impulsará el **MPT** y de igual forma deben entenderlo.

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**.

La resistencia al cambio se puede presentar de diferentes formas, algunos prefieren no salir de su zona de confort (los operadores manejan el equipo, mientras los mecánicos los reparan). Los trabajadores de producción temen que el **MPT** incrementará la carga de trabajo, mientras que el personal de mantenimiento se muestra escéptico sobre la capacidad del personal de producción para practicar el MP.

Habrán algunos otros que ya estén practicando el MP con buenos resultados y puedan dudar de que el **MPT** provea beneficios adicionales. La realización de la educación **MPT** debe diseñarse para eliminar la resistencia y elevar la moral. Por ejemplo, se pueden hacer uso de las presentaciones visuales (películas, acetatos, transparencias) y éstas se pueden reforzar invitando a directivos y supervisores para que relaten sus experiencias o lo que se ha aprendido en la implementación.

PASO 3: CREACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN PARA PROMOVER EL MPT

En este paso se establece un sistema de participación para los empleados en todos los niveles de la compañía. La estructura promocional **MPT** se basa en una matriz organizacional conformada por un comité de promoción, éste establece matrices horizontales y verticales con la organización corporativa, trabajando muy de cerca con ella para implementar el **MPT**.

Al implementar el **MPT**, se forman un número de pequeños grupos, mismos que impulsan las actividades del **MPT**, en adición a un número de pequeños grupos formados a nivel de línea de producción y así se forman otros en varios niveles de la corporación. Los líderes de cada uno de estos grupos trabajan en conjunto para implementar el **MPT** en toda la compañía. La directriz de estos grupos es promover la comunicación a lo largo y ancho de la compañía, ayudando a una efectiva implementación.

PASO 4: ESTABLECIMIENTO DEL PLAN BÁSICO DE AVANCE Y OBJETIVOS DEL MPT

El establecimiento del Plan Básico de Avance determina la dirección a la cual la compañía debe conducir, de acuerdo a las necesidades de la misma y las condiciones del entorno en el que esta se desenvuelve.

Se deben establecer los *objetivos* para dar al Plan Básico de Avance una base concreta. Aunque las políticas puedan consistir en proposiciones abstractas verbales o escritas, los *objetivos* deben ser precisos y cuantitativos, especificando los objetivos (*qué*), la cantidad (*cuánto*), y el período de tiempo (*cuándo*). Para establecer objetivos, es importantísimo obtener un firme conocimiento de las condiciones actuales. Por ejemplo, se deben determinar exactamente cuantas fallas ocurren al momento presente, o cuál es la efectividad total, y cuál es el porcentaje de productos defectuosos.

Si esta información no se está registrando debe comenzarse identificando las condiciones actuales.

Estas condiciones actuales son usadas de referencia (benchmark) para establecer los objetivos a tres años para el **MPT**. Luego el avance es medido contra estos objetivos, para determinar la efectividad del **MPT**, así como para predecir sus efectos a futuro.

PASO 5: FORMULACIÓN DE UN PLAN MAESTRO PARA DESARROLLAR EL MPT

El Plan Maestro para desarrollar el **MPT** puede incluir actividades como:

Mejorar la efectividad del equipo a través de la eliminación de las 6 Grandes Pérdidas, establecer un programa de Mantenimiento Autónomo por los operadores (siguiendo un método de los siete pasos), establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento, programa de entrenamiento para aumentar las capacidades personales, etc.

Una vez que los cinco pasos de PREPARACIÓN han sido concluidos, puede entonces iniciarse la IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR.

PASO 6: LANZAMIENTO DEL MPT

Una de las formas de lanzamiento del **MPT**, es el reunir a todos los empleados en una gran junta donde la Alta Gerencia les informa de la determinación de implementar el **MPT**. Otra forma sería el hacer que un representante de los trabajadores les informe una vez más, acerca de la determinación de la compañía en cuanto se refiere a implementar el **MPT**, e inspirarles el deseo de que éste sea un éxito. Este paso debe crear en los trabajadores un espíritu de lucha que los motive a desafiar las 6 Grandes Pérdidas.

A partir de este punto los trabajadores deben cambiar sus rutinas de trabajo diario tradicionales y empezar a practicar el **MPT**.

PASO 7: MEJORAR LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO

El **MPT** se implementa a través de las 5 actividades de desarrollo básicas:

1. Eliminar las 6 Grandes Pérdidas para mejorar la efectividad del equipo.
2. Un programa de Mantenimiento Autónomo.
3. Un programa para el departamento de mantenimiento.
4. Incrementar las capacidades del personal de mantenimiento y operaciones.
5. Un programa inicial de dirección y gestión del equipo.

La primera se refiere al mejoramiento de cada pieza del equipo que experimenta pérdida. Ingeniería, mantenimiento, supervisores y los miembros de pequeños grupos se organizan en

equipos de proyecto que precisamente realizarán las mejoras para eliminar las pérdidas. Estas mejoras producirán resultados positivos dentro de la compañía. Como en todos lados, existen personas que durante las fases tempranas de la implantación duden del potencial del **MPT** para producir resultados, otras que piensen "para que, si así hemos venido trabajando por años y no estamos tan mal".

Para superar estas dudas y crear confianza en el **MPT** y en sus grupos de trabajo es indispensable demostrar efectividad centrando esfuerzos sobre los equipos que sufren pérdidas crónicas durante la operación, lo que es lo mismo piezas que definitivamente mostrarán mejoras significativas en un período inmediato de tres meses.

PASO 8: ESTABLECER UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LOS OPERARIOS

La segunda de las cinco actividades de desarrollo básicas del MPT, el Mantenimiento Autónomo corresponde precisamente a este paso octavo del programa de desarrollo del **MPT**. El Mantenimiento Autónomo por los operarios es una característica única del **MPT**; su organización es central para la promoción del **MPT** dentro de la compañía.

Mientras más antigua es una organización existirán vicios más arraigados y por ende más difícil es implantar el Mantenimiento Autónomo, porque los operarios y personal de mantenimiento encuentran sumamente difícil apartarse del concepto "yo opero-tu arreglas" para los primeros y "yo arreglo-tu diseñas" (refiriéndose a los ingenieros) para los segundos.

Los operarios están acostumbrados a dedicarse de tiempo completo a sacar la mayor producción sin hechar un vistazo a costa de qué o cómo lo están logrando y el personal de mantenimiento espera asumir la plena responsabilidad del mismo.

Tales actitudes y expectativas no pueden cambiarse de la noche a la mañana, lo que es una de las razones por la que es típico que se lleve de dos a tres años progresar desde la introducción del MPT hasta su plena implantación. Cambiar el entorno y el pensamiento de una compañía lleva tiempo.

Cada operario debe creer que es posible que ellos mismos realicen el Mantenimiento Autónomo y que ellos mismos también son responsables de su propio equipo.

Actualmente la mayoría de las compañías aplican los principios de seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y autodisciplina (las 5 S) pero muchas lo hacen superficialmente. La dirección a menudo está más interesada con las apariencias, tales como pintar ciertas partes de las instalaciones, e ignora la limpieza interna que exige desmontar y mover piezas.

Cubrir con pintura el polvo, la suciedad y la grasa es como poner sobre una piel sucia o enferma un grueso abrigo que la tape.

Es recomendable para aquellas compañías que deseen evitar un Mantenimiento Autónomo superficial adopten un **ENFOQUE DE SIETE PASOS**, ya que con éste los trabajadores individualmente adquieren las capacidades correspondientes a cada paso a través del entrenamiento y la práctica.

Paso 1 para el Mantenimiento Autónomo: LIMPIEZA INICIAL

Los operadores desarrollan el interés y compromiso con sus máquinas a través de una limpieza profunda de las mismas. La limpieza es un proceso educacional del que surgen diversas cuestiones como: ¿por qué este equipo se ensucia tan rápidamente? ¿por qué aparece este charco de aceite?

Y se contestan otras como: "la vibración desapareció cuando apreté este tornillo"

"el golpeteo desapareció cuando acomode la guarda". Los operadores aprenden que la limpieza es inspección. También aprenden la lubricación básica y se capacitan en detectar problemas del equipo.

Paso 2 para el Mantenimiento Autónomo: CONTRAMEDIDAS Y LIMPIEZA PREVENTIVA

Cuanto más difícil sea para una persona realizar la limpieza inicial, más fuerte es el deseo de mantener limpio el equipo, y por tanto, de reducir el tiempo de limpieza.

Deben de tomarse contramedidas para eliminar las causas de la suciedad, polvo, virutas, etc., o de limitar la dispersión y adherencia de partículas por ejemplo usando guardas, cubiertas, etc.

Si una causa no puede eliminarse completamente, deben determinarse procedimientos de limpieza e inspección más eficientes para las áreas problema.

Cada área es responsable de limpiar y mejorar su entorno de trabajo, pero el departamento de ingeniería y mantenimiento debe cooperar totalmente con ellos y apoyar sus esfuerzos.

Paso 3 para el Mantenimiento Autónomo: ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN

En los pasos 1 y 2 los operadores identifican las condiciones básicas que deben aplicarse al equipo. Cuando se ha hecho esto, los grupos **MPT** pueden establecer estándares para un trabajo de mantenimiento básico rápido y efectivo para evitar deterioro, como pueden ser: limpiar, lubricar, y reapriete de tornillería de los equipos.

El tiempo para la realización de estas tareas, obviamente es limitado, por lo que los supervisores deben dar a los operadores márgenes razonables de tiempo.

Si los estándares fijados para la realización de estas tareas no pueden mantenerse dentro de los márgenes de tiempo establecido, deben mejorarse las prácticas de limpieza y lubricación, esto puede realizarse con ideas innovativas tales como tener niveles visuales, tener un mejor posicionamiento de las graseras y herramientas más eficientes de lubricación. Los operadores con el pleno apoyo del departamento de mantenimiento pueden hacer estos cambios.

Paso 4 para el Mantenimiento Autónomo: INSPECCIÓN GENERAL

Los pasos 1, 2 y 3 se realizan para evitar el deterioro y controlar las condiciones básicas de mantenimiento del equipo.

En este cuarto paso se intenta medir el deterioro con una inspección general del equipo. Los grupos de trabajadores laboran juntos para identificar y reconocer las áreas problemáticas descubiertas durante la inspección de mantenimiento, y se toman las acciones necesarias para corregir el deterioro y mejorar las áreas afectadas.

Este paso puede requerir largo tiempo para completarse, porque todos los operarios mediante capacitación deben desarrollar la habilidad para detectar anomalías. Sin embargo es el mejor método para formar operadores competentes, de tal suerte que no debe apresurarse. Los resultados positivos no podrán lograrse hasta que cada trabajador adquiera los conocimientos necesarios.

Los tres primeros pasos del Mantenimiento Autónomo se centran en requerimientos básicos, y por tanto los esfuerzos en estos pasos iniciales no pueden siempre exhibir resultados dramáticos. Pero al final del cuarto paso, la compañía debe poder contemplar cambios espectaculares, tales como la reducción del 80% de las fallas de los equipos o un porcentaje de efectividad global del equipo por encima del 80%.

Si en este tiempo no aparecen resultados, probablemente no se ha adquirido maestría en los conocimientos enseñados en los pasos iniciales. Esto puede ser también un síntoma de un bajo nivel generalizado de conocimientos técnicos. Si este es el caso, es mejor empezar otra vez y comenzar por elevar el nivel técnico.

Paso 5 para el Mantenimiento Autónomo: INSPECCIÓN AUTÓNOMA

En este paso, los estándares establecidos en los pasos 1 al 3 y los estándares de inspección tentativos se comparan y reevalúan para eliminar cualquier inconsistencia y asegurar que las actividades de mantenimiento encajan dentro de las metas y periodos de tiempo establecidos.

En este período los operadores ya están plenamente capacitados para conducir una inspección general, y el departamento de mantenimiento debe establecer un calendario de mantenimiento anual y preparar sus propios estándares de mantenimiento.

Paso 6 para el Mantenimiento Autónomo: ORGANIZACIÓN, ORDEN Y DISCIPLINA EN EL PROCESO

Organización significa identificar los aspectos a dirigir del área de trabajo y fijar estándares apropiados para ello y es responsabilidad de los supervisores. Orden, significa adherirse a los estándares establecidos y es responsabilidad propia del operador.

Los pasos 1 al 5 enfatizan las actividades concernientes a la inspección y mantenimiento de las condiciones básicas del equipo, sin embargo el papel del operario es mucho más amplio que esto.

En este paso, los directores y supervisores toman el liderazgo para completar la implantación del Mantenimiento Autónomo evaluando el papel de los operadores y clarificando sus responsabilidades. Por ejemplo, ¿qué deben hacer los operadores para evitar averías y defectos, y que capacidades adicionales deben adquirir?

Además del mantenimiento de las condiciones básicas y de la inspección del equipo, los operadores deben ser también responsables de:

- Operación y preparación de máquinas a punto (condiciones de montaje y revisión de calidad del producto)
- Detección y tratamiento de condiciones anormales
- Registrar datos de operación, calidad y condiciones de proceso
- Ajustes y servicios menores de máquinas

Paso 7 para el Mantenimiento Autónomo: IMPLEMENTACIÓN PLENA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

A través de las actividades de los grupos de trabajo conducidas por los supervisores, los trabajadores desarrollan una mayor moral y competencia. Últimamente llegan a ser trabajadores independientes, entrenados, y en los que se puede confiar. De los que cabe esperar que verifiquen su propio trabajo e implanten mejoras autónomamente.

En esta fase, las actividades de los grupos se centran en eliminar las 6 grandes pérdidas.

Las auditorías de los grupos de trabajo sobre los equipos realizadas por supervisores son importantes en un desarrollo efectivo del sistema de Mantenimiento Autónomo.

Para conducir las efectivamente, los supervisores deben entender a fondo el entorno del área de trabajo; deben de proveer a los grupos de trabajo con las instrucciones apropiadas y estimular a los trabajadores un sentido de logro conforme completan cada paso.

PASO 9: CREACIÓN DE UN PROGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO PLANEADO DENTRO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El noveno paso en el programa de desarrollo es también una de las actividades básicas **MPT**. Hasta que la inspección general llegue a formar parte de la rutina de los trabajadores, se requerirá la asistencia del departamento de mantenimiento más a menudo de lo que era antes de introducir el programa de desarrollo **MPT**.

Adicionalmente, las averías accidentales, mientras decrecen gradualmente, continuarán exigiendo atención. Por tanto la carga de trabajo del departamento de mantenimiento será elevada durante cierto tiempo. Este excedente temporal de trabajo debe ser atendido adecuadamente para apoyar el compromiso de los operadores. De otro modo, estos perderán su entusiasmo por el desarrollo del Mantenimiento Autónomo.

El volumen del trabajo de mantenimiento disminuirá de nuevo cuando la inspección general llegue a ser parte del trabajo de rutina de los operadores. El número de averías decrecerá significativamente y en este punto, el departamento de mantenimiento se centrará en su propia organización.

PASO 10: CAPACITACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MEJORES HABILIDADES OPERATIVAS Y DE MANTENIMIENTO

Esta es la cuarta actividad del desarrollo del **MPT** y el décimo paso del programa de desarrollo. Algunas compañías subestiman el valor del entrenamiento, especialmente el entrenamiento en técnicas de mantenimiento.

La educación y el entrenamiento son inversiones en personal y rinden múltiples beneficios. Una compañía que implante el **MPT** debe invertir en entrenamiento que permita a los empleados gestionar apropiadamente el equipo.

En adición al entrenamiento en técnicas de mantenimiento, los operadores deben afirmar también sus capacidades en operación convencional. La educación técnica y entrenamiento para operación debe ajustarse a los requerimientos individuales del área de trabajo.

Se puede usar equipo de simulación de condiciones anormales en la planta, así los operadores aprenden de primera mano como tratar con situaciones inusuales o de crisis.

PASO 11: DESARROLLO DE LA ADMINISTRACIÓN INICIAL DEL EQUIPO

La última categoría de las actividades de desarrollo del **MPT** es la gestión temprana o anticipada del equipo.

Cuando se instala el nuevo equipo, a menudo aparecen averías durante las operaciones de prueba y arranque, aunque durante el diseño, la fabricación, y la instalación todo parece marchar normalmente. Seguramente los ingenieros de mantenimiento e ingeniería tienen que hacer muchas mejoras antes de que comience la operación normal. Incluso entonces, se necesitan reparaciones en el período inicial, inspección, ajuste, alineación, coples, fugas, soldaduras, etc. y a veces los trabajos son tan difíciles de realizar que estos se desmoralizan. Como resultado, pueden pasarse por alto la inspección, lubricación y limpieza, lo que necesariamente prolonga los paros del equipo incluso para las averías menores.

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

"Puesta en Servicio" es un tiempo para refinar el equipo para un rápido progreso hasta la operación estable. Es esencial durante esta fase evitar que las faltas vayan más allá, ya que "Puesta en Servicio" es la última oportunidad para detectar y corregir fallas que no se habían previsto.

Las fallas frecuentes durante esta fase pueden indicar que se han ignorado las oportunidades tempranas de mejora. La meta del **MPT** es maximizar la eficacia del equipo, en otras palabras, perseguir el costo económico del ciclo de vida.

PASO 12: IMPLEMENTACIÓN COMPLETA Y OPTIMIZACIÓN DEL MPT

El paso final en el programa de desarrollo del **MPT** es perfeccionar la implantación del MPT y fijar metas futuras aún más elevadas.

Durante este período de estabilización cada uno trabaja continuamente para mejorar los resultados MPT, de forma que puede esperarse que dure algún tiempo.

*Conjuntando los conceptos anteriores es necesario establecer que para poder aceptar el reto del **MPT** es necesaria su administración. Y para emprender este reto debe ser efectuado un diagnóstico de la empresa y, en particular, uno del mantenimiento.*

Pero ¿qué es un diagnóstico? sencillamente es el conocimiento de la empresa, el cual debe ser efectuado por una persona con amplia experiencia ya sea interno o externo.

CAPÍTULO SEGUNDO: PLAN DE DESARROLLO DE MANTENIMIENTO – PDM

BREVE HISTORIA DE LO QUE HIZO CORRUGADOS ZINTRO PARA MEJORAR SU MANTENIMIENTO

Es importante señalar que en este capítulo se describen las acciones básicas que se tomaron para la creación de esa plataforma sólida mencionada anteriormente que fue la que nos permitió dar el gran paso hacia el MPT y de esta manera asegurar el buen desempeño y éxito del MPT.

- En 1984 se estableció la necesidad de mejorar el Mantenimiento en todas sus áreas.
- En 1986 se dieron los primeros pasos del proceso de mejora:
 - Desarrollo de Expectativas Gerenciales.
 - Presentación del “Plan de Desarrollo de Mantenimiento” (PDM).
 - Presentación de la Pirámide de Mantenimiento como modelo a seguir.
- En 1989 se terminó de dar inducción del PDM a toda la planta.
- En 1996 se decide la Aplicación del Mantenimiento Productivo Total - MPT con la integración del Plan de Desarrollo de Mantenimiento – PDM.

HISTORIA COMPLETA SOBRE LO QUE HIZO CORRUGADOS ZINTRO PARA MEJORAR SU MANTENIMIENTO:

El inicio de operaciones en esta compañía se dió en el año de 1981. Cuando se instaló el nuevo equipo, surgieron problemas durante las operaciones de pruebas y arranques. Las preocupaciones de los Ingenieros de Mantenimiento en ese entonces, se centraban en la supervisión e inspección de la correcta instalación y funcionamiento de los equipos (alineaciones, anclajes, fugas, soldaduras, acoplamientos, etc.) Durante esta etapa de estabilización, los trabajos de emergencia son los que se llevaban a cabo. Sin embargo desde este inicio se tomaban muestras de aceite y se mandaban a analizar con proveedores externos.

En los períodos siguientes, las funciones de los Ingenieros de Mantenimiento se centraron principalmente en dar a cada uno de los equipos su identificación (tag) así como su localización y su refaccionamiento considerando inventario de almacén con máximos y mínimos. Estos empezaron también a dar los primeros pasos en la elaboración de los programas anuales de Mantenimiento Preventivo, así como a la asignación de tareas para la revisión de los equipos (para la generación de las solicitudes de trabajo, que posteriormente se convertían en ordenes de trabajo), las cuales iban a ser realizadas por el personal de Mantenimiento.

Una vez realizadas las ordenes de trabajo, y de acuerdo a los comentarios de los mecánicos así como de las observaciones propias del Ingeniero de Mantenimiento, este último decidía que se iba a registrar en el Historial de los Equipos. Por supuesto que mientras todas estas actividades se venían realizando, todavía las Tareas de Emergencia eran implacables.

Esto vino sucediendo hasta el año de 1984 en donde la Gerencia **estableció la necesidad de mejorar el Mantenimiento en todas las áreas.**

METODOLOGÍA

- El departamento corporativo de Ingeniería y Mantenimiento, se encargó de la difusión a personal de Corrugados Zintro, sobre el proyecto del PLAN DE DESARROLLO DE MANTENIMIENTO (PDM).
- Estudio y asesoría de una persona externa y experta en Mantenimiento.
- Se trazó y presentó la estrategia a seguir.
- Se nombró un Administrador de los equipos y un Facilitador para cada uno de los cinco equipos.
- Se dió capacitación al Administrador y facilitadores sobre "Formación de jefes en equipos de trabajo".
- Se nombraron participantes de cada uno de los equipos de trabajo.
- Se recibió asesoría de una persona externa y experta sobre "Sistemas de administración de Mantenimiento".
- Se dió capacitación a participantes de los equipos sobre "Técnicas de participación en Equipo".
- En el mes de Febrero dió inicio, en Corrugados Zintro, el **Plan de Desarrollo de Mantenimiento (PDM) en su primera etapa** "Definición de Expectativas Gerenciales" (figura 4) y se decidió:
 - 2 horas de reunión a la semana
 - 2 horas de tareas
 - Se trazaron reglas del grupo
 - Primera semana: Definir las Expectativas Gerenciales (Misión, Visión, Objetivos y Políticas).
 - Segunda y tercer semana: Se llevó a cabo una Tormenta de Ideas para obtener expectativas a analizar.
 - De la cuarta a la séptima semana: Se llevó a efecto el agrupamiento y evaluación de cada una de las expectativas.
 - Octava semana: Se llevó a efecto un resumen y evaluación de las expectativas seleccionadas en cada uno de los bloques de la Pirámide del Mantenimiento a cada equipo.

En 1986 se tuvieron revisiones con el comité de Dirección los días 13 y 31 de Marzo, 13 y 25 de Abril. Los días 27 y 28 del mismo mes de Abril se hizo una presentación corporativa ante nuestro Asesor Externo.

- De la semana décima a la décimo novena: **Inicia la Segunda etapa del Plan de Desarrollo de Mantenimiento (PDM)** "Incrementar la Confiabilidad del Equipo", (figura 2) durante este período de tiempo se procedió a elaborar Procedimientos y Mejorar Políticas en cada uno de los equipos. Se llevaron a efecto juntas de congruencia con Facilitadores de cada Equipo.
Se tuvieron revisiones con el Comité de Dirección los días 11 y 25 de Mayo, 8 y 24 de Junio.
Presentación final ante los Consultores Externos el día 2 de Julio.

En la figura 2 se muestra el organigrama creado para el aseguramiento del incremento de la Confiabilidad del equipo.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**MEJORAR CONFIABILIDAD DEL EQUIPO
ORGANIGRAMA**

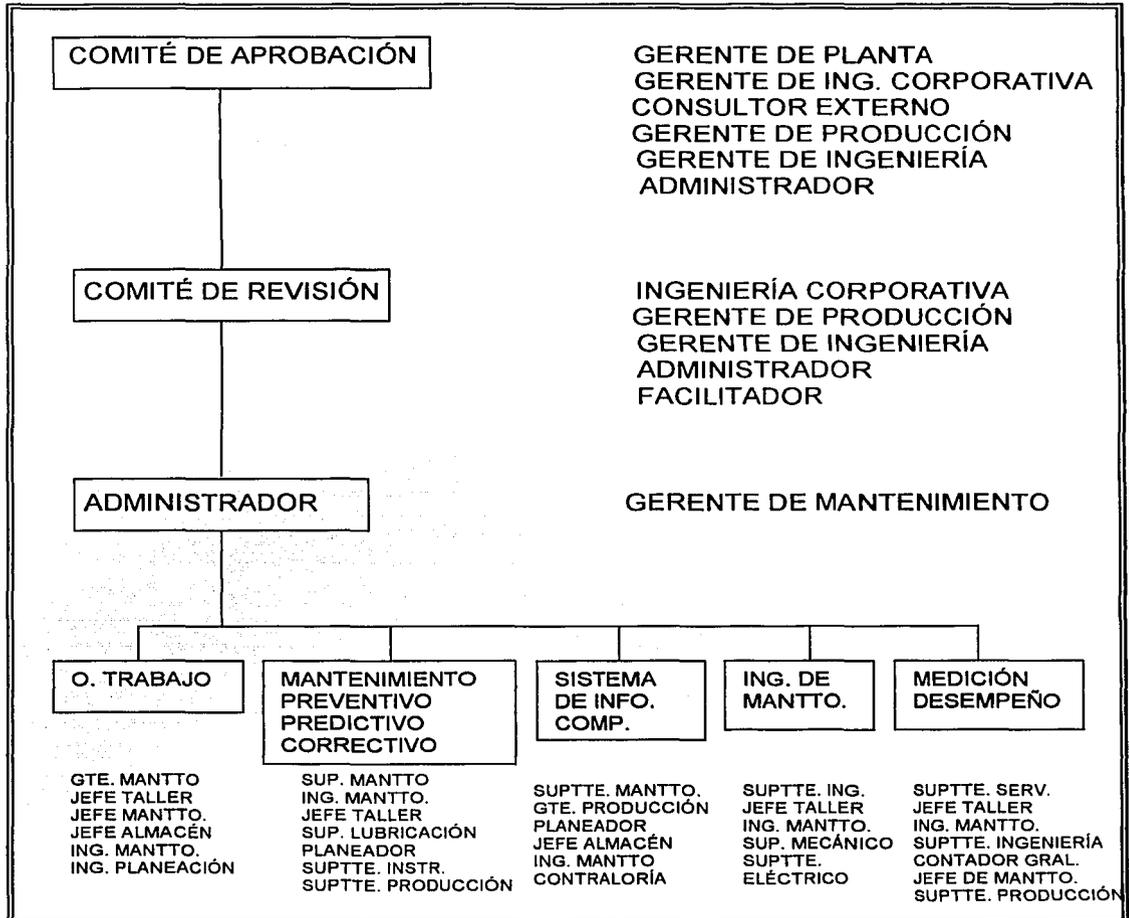


Figura 2. Organigrama para mejorar la confiabilidad del equipo

PRESENTACIÓN DE LA "PIRÁMIDE DEL MANTENIMIENTO" COMO MODELO A SEGUIR:

**CORRUGADOS ZINTRO: SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO
EL MANTENIMIENTO EN SU MODALIDAD PREVENTIVA**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

OMCM – Organización de
Mantenimiento de Clase
Mundial

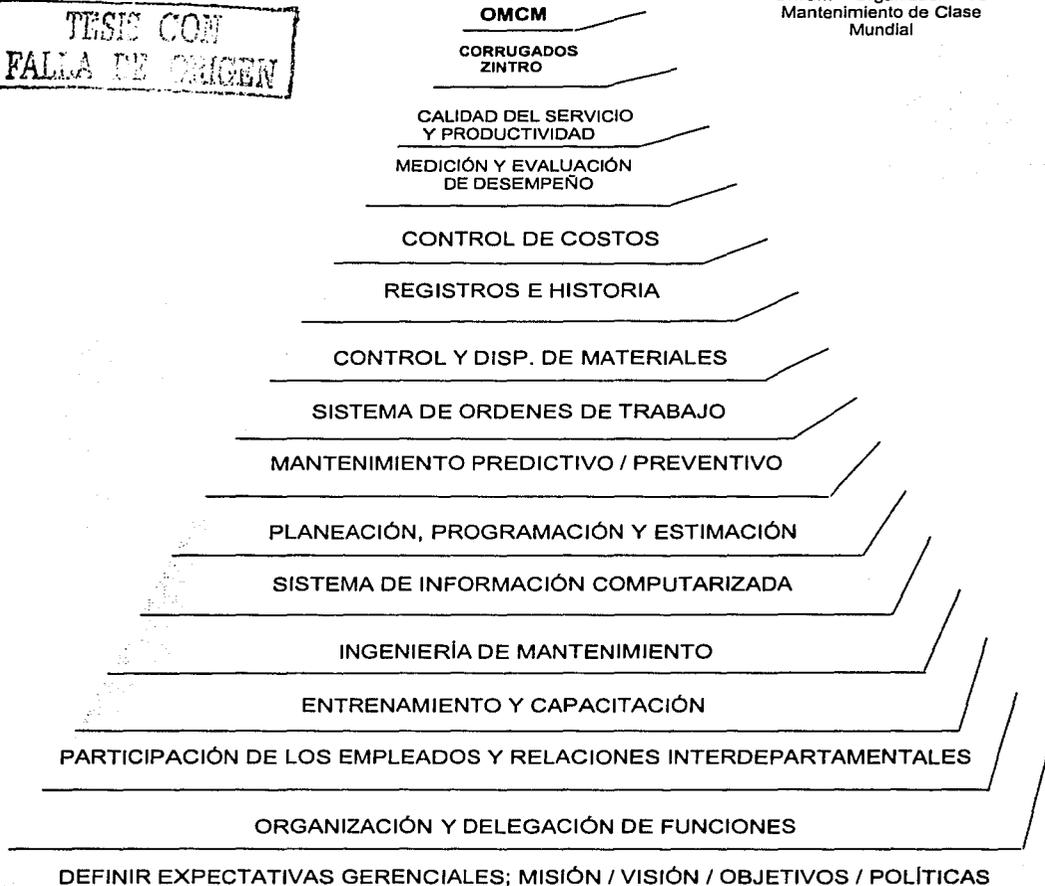


Figura 3. Pirámide del Mantenimiento

Corrugados Zintro reconoce que los catorce bloques que componen la Pirámide del Mantenimiento, figura 3, son de igual importancia para mantenerla en completo estado, los cuales serán explicados brevemente a continuación:

Definir expectativas gerenciales

Ver páginas 31 y 32

Organización y delegación de funciones

- Ejecución
- Ingeniería de Mantenimiento
- Planeación y Programación

Participación de los empleados y relaciones interdepartamentales

- Promover el involucramiento buscando la participación proactiva de todos los departamentos de la planta.
- Obtener una actitud de cambio así como una cultura de servicio en todo el personal de Mantenimiento.

Entrenamiento y capacitación

Un programa moderno de entrenamiento permanente, el cual garantice el mejoramiento y desarrollo de las habilidades del personal de mantenimiento.

Determinar las necesidades de entrenamiento con la opinión de la persona y la del jefe.

Ingeniería de mantenimiento

- Análisis de fallas
- Mejoramiento del equipo y mantenibilidad
- Soporte de ingeniería

Sistema de información computarizada

Implementar un sistema computarizado donde participen:

- Mantenimiento
- Almacén
- Compras

Planeación, programación y estimación

- Planeación
 - ¿Qué se va a hacer?
 - ¿Quién lo va a hacer?
 - ¿Cómo se va a hacer?
 - ¿Qué herramientas y partes de repuesto se necesitan?
- Programación
 - ¿Cuándo estará hecho?
 - Trabajo de logística
 - Iniciación y terminación
 - Resultados del trabajo
- Estimación
 - ¿Cuánto costo en refacciones y mano de obra?

Mantenimiento predictivo / preventivo

- Ultrasonido
- Análisis de aceite
- Vibraciones
- Termografía
- Programas de Mantenimiento preventivo
- Continuo mejoramiento basado en el análisis de fallas

Sistema de ordenes de trabajo

La orden de trabajo es un documento el cual autoriza la expedición de materiales así como la ejecución de los trabajos que deben ser realizados; esto incluye, instrucciones y detalles de procedimientos para asegurar la realización del mantenimiento.

- Seguridad
- Eficiencia
- Economía

Control y disponibilidad de materiales

- Importancia del material para su almacenamiento:
(grupo y subgrupo)
 - Por familia
 - Control físico de los materiales
 - Clasificación por familia
- Material importante para mantenimiento
 - Existencia disponible para cuando se requiera
 - Disponibilidad de buena calidad
- Importancia de la dirección
 - Valor del inventario
 - Rotación

Registros e historia

Tener registros de las intervenciones de mantenimiento hacia los equipos, así como los comentarios de ingeniería.

Esta base de datos debe ser:

- Eficiente
- De fácil acceso
- De fácil manejo

Control de costos

Establecer un adecuado y estricto Control de Costos que nos permita tener la mejor tecnología de mantenimiento.

Siempre buscando la disponibilidad y efectividad del equipo al menor costo.

Medición y evaluación de desempeño

- Juntas mensuales
- Medición (cada dos años)
- Índices PDM
 - Confiabilidad
 - Disponibilidad
 - Disponibilidad total
- Comparativos entre plantas

Calidad en el servicio y productividad

Calidad en el servicio brindado a cualquier departamento, con actividades que incrementen la productividad.

ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

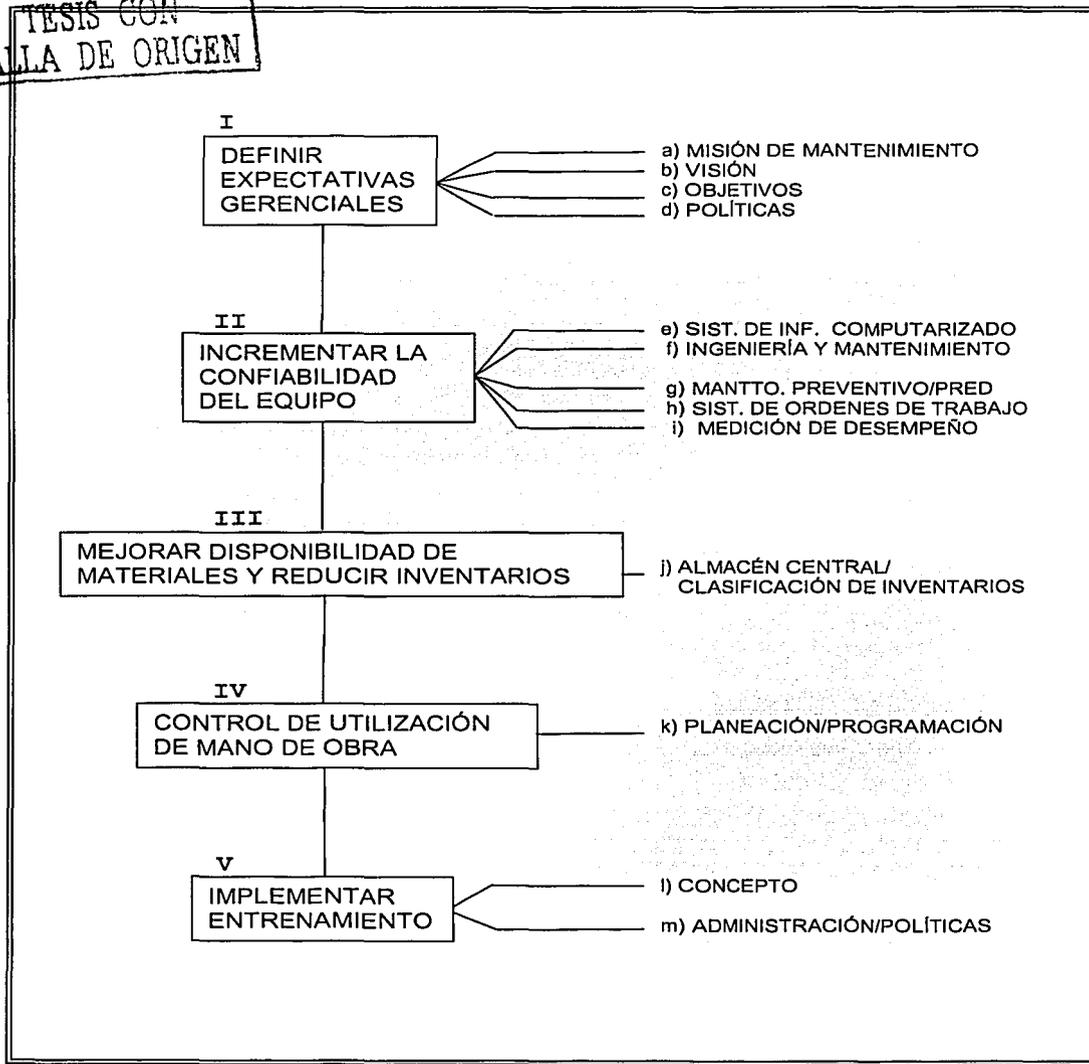


Figura 4. Estrategia del Mantenimiento

A continuación se muestra paso a paso los incisos I, II, III, IV, y V con sus respectivos sub incisos a, b, c, ... de la Estrategia de Mantenimiento, figura 4.

I. -DEFINICIÓN DE EXPECTATIVAS GERENCIALES (Figura 4 de pag. 30)

DEFINICIONES GENERALES; MISIÓN, VISIÓN, OBJETIVOS, POLÍTICAS

a) MISIÓN DE MANTENIMIENTO:

1. Mejorar la **continuidad** de nuestras operaciones mediante planes efectivos tendientes a disminuir las interrupciones atribuibles a fallas de los equipos.
2. Asegurar una **correcta operación** de los equipos a través de un mantenimiento efectivo y duradero.
3. Contribuir fuertemente en la optimización de los **niveles de producción, calidad y merma al menor costo. Marcando prioridad en seguridad.**
4. **Preservación y manejo** de los activos e instalaciones, así como sus costos de ciclo de vida para hacer nuestras operaciones continuas.
5. Participar en la **modernización** de nuestras instalaciones, manteniéndose al día en **tecnología de alto nivel** a fin de ser más competitivos y eficientes.
6. Mejorar la apariencia de nuestras instalaciones, con un alto estándar de **seguridad, orden y limpieza.**
7. **Integrarse** con las áreas afines a mantenimiento para participar activamente en el logro de los objetivos comunes de la compañía.
8. Administrar los **recursos humanos** para eficientar su uso, propiciando un ambiente que ayude a desarrollar un alto nivel de **moral y productividad** en los trabajadores y empleados.

b) VISIÓN DE MANTENIMIENTO

Queremos que nuestros clientes internos nos vean como "Mantenimiento de Clase Mundial", líderes en servicio, calidad, costo e innovación.

Queremos una organización de la que estemos orgullosos, una en la que cada uno de nosotros tenga la oportunidad de aprender, contribuir y avanzar en su funcionamiento. Vemos los cambios como una oportunidad y el mejoramiento continuo como la llave de nuestro futuro.

El personal de operaciones se acercará a nosotros para ayudarles a resolver sus problemas porque sabemos escuchar, entender y responder rápidamente. Queremos que nuestros competidores nos vean como una industria líder. Queremos que nuestros inversionistas vean nuestra planta como la mejor opción de inversión por el retorno que producimos y por el crecimiento en productividad.

Debemos tener un efectivo liderazgo a todos los niveles de la organización de mantenimiento. Produciremos confianza empezando por un orientado y decisivo desempeño.

Debemos ser comprometidos con los sucesos en las operaciones y debemos estar dispuestos a aceptar las responsabilidades tanto en los fracasos como en los éxitos.

Debemos funcionar como un equipo. Debemos ser constructores de calidad en todo lo que hagamos: equipo, servicios, seguridad, eficiencia, control ambiental y desempeño financiero.

El nombre de "Corrugados Zintro – Mantenimiento" debe ser sinónimo de "Lo Mejor".

Necesitamos información del sistema y también la proveemos para tomar buenas decisiones.

Debemos conocer que se espera de cada uno de nosotros y de nuestro equipo. **La excelencia será recompensada y la mediocridad no será aceptada.**

c) OBJETIVOS PLANTA ZINTRO MANTENIMIENTO

1. Lograr la siguiente disponibilidad del equipo de producción en relación al mantenimiento:

MÁQUINA W1	96%
MÁQUINA W2	96%
MÁQUINA W3	97%
2. Mejorar la confiabilidad de la operación del equipo, como sigue;

MÁQUINA W1	98%
MÁQUINA W2	98%
MÁQUINA W3	99%
3. Mejorar la planeación, programación, y ejecución de los trabajos de mantenimiento.
4. Mejorar el inventario de materiales y partes de repuesto en valor total a costo de 1986, así como en una mejor distribución de niveles de inventario.
5. Desarrollo de sistema para medir la participación de mantenimiento en productividad y reducción de mermas.
6. Implementación de cursos de Capacitación para obreros por categorías, que les permitan prepararse para ascender a la categoría superior. Continuación con presentaciones semanales de proveedores de materiales. Curso de capacitación para mejorar el nivel de Ingeniería en el Departamento.
7. Continuar con el desarrollo del Sistema Computarizado de Ordenes de Trabajo, Control de Costos de Mantenimiento, Almacenes y Compras.

d) POLÍTICAS DE MANTENIMIENTO

1. Todo responsable de Área, Gerente, Superintendente, o Jefe, asegurará el cumplimiento de las Políticas, relativas a la ejecución de Mantenimiento.
2. Mantenimiento será responsable de la calidad de su trabajo y el uso efectivo de sus recursos.
3. La fuerza de trabajo de Mantenimiento está autorizada para llevar a cabo modificación, construcción, instalación y reubicación, sólo cuando la carga de trabajo de Mantenimiento lo permita.
4. La carga de trabajo será medida en una base regular (ordenes de trabajo, planeación, frecuencia, pendientes, etc.) para ayudar a determinar el tamaño correcto y composición de la fuerza de trabajo.
5. La productividad de Mantenimiento será medida en forma regular y continua para monitorear el progreso y mejoramiento del control de la mano de obra.
6. Mantenimiento utilizará técnicas de diagnóstico y de detección para llevar a cabo el programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, el cual asegurará reparaciones efectivas para minimizar paros y extender la vida del equipo. Lubricación, servicio oportuno y pruebas no destructivas serán integradas efectivamente en el programa de Mantenimiento Preventivo.
7. La planeación y programación detallada serán aplicadas a trabajos complejos como reparaciones mayores y reemplazos de componentes mayores para asegurarse de que el trabajo es completado pronto y productivamente. Los trabajos de rutina estarán incluidos en los programas semanales. Los trabajos de emergencia estarán sujetos a procedimientos especiales.
8. Un sistema de ordenes de trabajo será utilizado para solicitar y controlar el trabajo.
9. Mantenimiento publicará un procedimiento para establecer prioridades, lo cual, permitirá a otros departamentos comunicarse formalmente acerca de los trabajos y al departamento de Mantenimiento asignar efectivamente sus recursos.

10. Piezas y accesorios no serán quitados de cualquier unidad de equipo para restaurar otra unidad a condiciones operativas sin la autorización explícita del Superintendente de Mantenimiento.
11. Mantenimiento desarrollará y usará información concerniente a la utilización de mano de obra, estado de ordenes de trabajo pendientes, costos e historia de las reparaciones, para asegurar un control efectivo de sus actividades y decisiones económicas relativas, tales como reemplazo de equipo. Se desarrollará y utilizarán comunicaciones efectivas para facilitar la administración. Se usarán índices de desempeño para evaluar los logros a corto plazo y las tendencias a largo plazo.
12. Serán estrictamente acatados los procedimientos para reordenar existencias y comprar materiales o servicios.
13. Se utilizará tecnología actual para facilitar un Mantenimiento efectivo.
14. Se capacitará a todo el personal de Mantenimiento en técnicas de mantenimiento. Los supervisores serán capacitados en procedimientos administrativos. Deberán hacerse evaluaciones periódicas para asegurarse que el personal ha aprovechado la capacitación proporcionándole también reforzamiento de la misma.
15. Mantenimiento publicará un glosario de términos para asegurar uso y entendimiento uniforme.

II. - INCREMENTAR LA CONFIABILIDAD DEL EQUIPO (Figura 4 de pag. 30)**e) SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO**

Integrantes del equipo sistema de Información Computarizado:

- Suptte. Mantenimiento
- Gerente Producción
- Planeador
- Contraloría
- Jefe Almacén
- Gerente de Ingeniería y Mantenimiento – facilitador

Introducción:

Para un mejor desempeño de Mantenimiento, la planta requiere de un sistema de información rápido y confiable, esto se puede obtener por medio de un sistema computarizado.

A través de los datos con que es alimentado el sistema, la Administración de Mantenimiento podrá llevar un mejor control de sus actividades.

El equipo de trabajo desarrolla primeramente a través de expectativas (agrupadas y evaluadas), las necesidades de cada bloque de la Pirámide para el sistema computarizado.

Posteriormente la información obtenida fue clasificada en cinco módulos principales del Sistema de Mantenimiento:

1. Sistema de control de trabajo
2. Sistema de confiabilidad de equipo
3. Sistema administrativo de mantenimiento
4. Sistema de control de materiales
5. Sistema de planeación y programación

Posteriormente, cada uno de los módulos del sistema fueron desarrollados, describiendo su alcance, metodología y complementando con algunas expectativas.

Se describieron las políticas del sistema para el usuario, los programas y el equipo de computación.

Por último se mencionaron los aspectos para la implementación del sistema de información computarizado.

Misión

Para tener una mayor continuidad de nuestras operaciones, debemos adecuar las necesidades de cada uno de los equipos que intervienen en el Programa de Desarrollo de Mantenimiento, a un sistema de información computarizada que nos proporcione rapidez, confiabilidad, velocidad en todos nuestros controles y así contribuir a los resultados de: Producción y Calidad al menor costo, manteniendo actualizada, moderna y competitiva nuestra empresa.

Principales módulos del sistema de información

→ Módulo 1: Sistema de control de trabajo

Este sistema deberá usar en forma óptima los recursos disponibles (mano de obra y materiales), a través de la Planeación, Programación y control de las actividades a realizar, capturando la información en tal forma que puedan ser procesados por medio del sistema computarizado y emita información valiosa para el usuario y la Administración de Mantenimiento.

El módulo está constituido por los siguientes bloques:

- Sistema de ordenes de trabajo
- Ordenes de trabajo pendientes
- Índices de control (medición de desempeño)
- Relación contable de las ordenes de trabajo
- Reportes de control

El sistema de ordenes de trabajo debe ser un elemento de control para las actividades de mantenimiento en general de la planta, a continuación se muestran algunas expectativas:

- Que el sistema de información genere ordenes de trabajo para inspecciones de Mantenimiento Preventivo y Predictivo de acuerdo a su ruta y frecuencia.
- Describa prioridades de Mantenimiento, indicando si es en paro programado o no
- Reporte los tiempos reales de cada trabajo
- Clasifique las ordenes de trabajo por departamento
- Proporcionar información para alimentar el historial del equipo
- Índice de ordenes de trabajo canceladas contra las totales
- Índice de ordenes de trabajo de Mantenimiento Preventivo ejecutadas contra las programadas.
- Índice de ordenes de trabajo pendientes

Alguna de la información que debe contener la orden de trabajo en el sistema computarizado se describe a continuación:

- Identificación del número del equipo
- Asignación (mecánica, eléctrica, instrumentos, talleres: máquinas herramientas, automotriz o lubricación)
- Fecha y hora de su emisión
- Nombre y firma del emisor
- Problema observado
- Trabajo a realizar
- Fecha deseada y disponibilidad del equipo
- Niveles de autorización: supervisores, jefes de área, superintendentes de área, gerente de área.
- Número y control de la orden de trabajo
- Número de identificación de la parte de repuesto
- Tiempo estimado para la ejecución, así como horas-hombre estimadas
- Tipo de orden de trabajo: emergencia, preventiva, predictiva, correctiva, seguridad, o mejora.
- Localización del equipo
- Indique herramientas especiales a utilizar en trabajos
- Medidas de seguridad, orden y limpieza a tomar en la ejecución del trabajo
- Reporte el costo de las refacciones utilizadas
- Describa y desglose componentes de cada equipo
- Describa los datos técnicos del equipo
- Describa instrucciones y procedimientos de mantenimiento del equipo
- Contenga reporte de las refacciones utilizadas en la ejecución del trabajo, así como observaciones importantes, modificaciones, cambios y mediciones para el registro del historial de equipo.
- Contenga reporte de tiempo de; inicio del trabajo, terminación del trabajo, total del paro, real de la ejecución del trabajo.
- Contenga reporte de horas-hombre reales en la ejecución del trabajo (normales, dobles o triples).
- Firma del ejecutor del trabajo y número de credencial

→ Módulo 2: Sistema de Confiabilidad del equipo

Los bloques que forman este módulo son:

- Expedientes del equipo de la planta
- Programas de mantenimiento preventivo y predictivo
- Historial de equipo y refacciones
- Programas de identificación de equipo
- Reportes de control

El sistema se debe programar para que proporcione información de:

- Localización del equipo de la planta
- Número de identificación del equipo
- Refacciones (lista de partes)
- Procedimientos (operación y mantenimiento)
- Datos técnicos y especificaciones
- Modificaciones o cambios al equipo o al proceso
- Normas de seguridad para ejecutar trabajos en cada equipo

Además que controle:

- Archivo de planos y dibujos
- Historial de equipo y refacciones

Y que agrupe:

- Equipos y refacciones equivalentes, locales y corporativas

→ Módulo 3: Sistema Administrativo de Mantenimiento

Este módulo está constituido por los siguientes bloques:

- Información sobre empleados y obreros
- Inventario de seguridad
- Utilización de la mano de obra
- Ausentismo
- Tiempo extra
- Entrenamiento

En este módulo se incluirá la información sobre personal (confianza y sindicalizado), para medir su eficiencia, optimizar su uso en las actividades de mantenimiento conociendo la carga de trabajo por áreas a través de las actividades programadas de emergencia.

Algunas de las expectativas para mejorar la utilización de la mano de obra se mencionan a continuación:

- El sistema de información proporcione un inventario actualizado de recursos humanos
- Se programe grupos de trabajo en base a capacidades individuales
- Se evalúe la actuación del trabajador (individualmente y en grupo)
- Se lleve un historial de los trabajadores de mantenimiento
- Se programe la capacitación al personal
- Reporte del tiempo extra mensual
- Índice de horas-hombre programadas contra el total de horas trabajadas
- Índice de horas-hombre en trabajos de emergencia

→ Módulo 4: Sistema de control de materiales

Los bloques de este módulo son los siguientes:

- Catálogo de partes de repuesto y mercancías
- Lista de materiales
- Catálogo de herramientas
- Información de inventarios en el almacén
- Actualización del estatus de los materiales

El departamento de mantenimiento para la ejecución de los trabajos preventivos y correctivos debe tener en su oportunidad los materiales necesarios, para lo cual, el sistema de información de este módulo debe contener las funciones para el manejo y control de inventario teórico y físico de refacciones y herramientas. La información que sea alimentada al sistema debe ser fácil de interpretar y confiable al nivel de operación de consulta, soportado con las siguientes expectativas:

- a) Codificaciones de refacciones
 - Utilización de una forma específica de **Autorización de nuevos Artículos para Existencia en almacén (AAE)**, cuyo contenido deberá considerar lo siguiente:

- Descripción completa del fabricante
 - Número de dibujo asignado en planta ó del fabricante, especificando el caso
 - Descripción completa para compra, incluyendo equivalentes y/o alternativas
 - Número de identificación interna
 - Origen (nacional o importación)
 - Modelo, tipo y clase
 - Grupo, subgrupo, según el tipo de material (eléctrico, mecánico, instrumentos)
 - Uso, área y fecha de elaboración
 - Unidad de medida (pieza, kilo, metros, etc.)
 - Si la pieza es reparable o no
 - Si debe estar sujeto a control de calidad
 - Información para el inventario (máximo y mínimo)
 - El número y nombre del equipo donde se va a utilizar
 - El número de equipos cubiertos
 - Razones para requerir existencias
 - Nombre y firma del solicitante
 - Reporte diario de entradas de partes, que incluya, **número de identificación de la refacción en almacén (PCZ)**, número de vale, centro de costo, precio, cantidad y unidad de medida.
- b) Inventarios físicos
- Programa de inventarios físicos, selectivos, rotativos, diarios, semanal, mensual, anual.

Rotativos.- Que el sistema seleccione de acuerdo al programa (frecuencia), el volumen o cantidad de estantería para una o dos vueltas al año del inventario total de refacciones.

Selectivos.- Programa de diario determinando el porcentaje del total de inventario considerando: alto consumo, lento movimiento, alto costo, gran volumen.

Ajuste de inventarios teóricos contra físicos.- Reportando las diferencias entre ambas, así como reporte de sobrantes y faltantes y cantidad de piezas repetitivas.

c) Historial de refacciones

- Información por consulta en pantalla de consumos, entregas, ajustes de inventario hasta once meses anteriores al mes activo.
- Reporte de partes consumidas en el mes por grupo, subgrupo y por centro de costo

d) Reordenes

- De acuerdo al consumo diario de partes, nos proporcione un reporte de las que llegaron a su punto de reorden.
- Las partes a reordenar autorizadas por el solicitante de la forma AAE, deben estar indicadas en el sistema reportando número de orden, fecha y cantidad pedida.
- Retroalimentación.- Consultando en el sistema por número de parte interna (PCZ), para conocer con que orden de compra fue colocada, el tiempo de entrega, el proveedor asignado, el costo, y partes pendientes a surtir.

e) Refacciones obsoletas

- Que el sistema nos informe cuando una parte no tiene movimiento durante un largo tiempo, pudiendo ser ésta una parte obsoleta. No deben ser consideradas las refacciones por seguro de producción.
- Analizar semestralmente las partes de lento movimiento para separar anualmente las que pudieran ser obsoletas.

f) Consultas

- Que las áreas involucradas tengan acceso a consultas por pantallas para conocer existencias, localización en el almacén, consumos, refacciones agotadas, tiempos de entrega, nivel de inventario (máximo y mínimo), puntos de reorden, origen y descripción técnica de la parte.

g) Enlace de áreas involucradas

- Almacén de refacciones
- Ingeniería y Mantenimiento
- Producción
- Compras (nacional e importación)
- Contabilidad (cuentas por pagar)
- Contraloría

→ Módulo 5: Sistema de planeación y programación

Este módulo está constituido por los siguientes bloques:

- Desarrollo de planes y programas
- Planes de los trabajos repetitivos
- Procedimientos de trabajo

La organización de Mantenimiento requiere de una planeación y programación adecuada, que defina los detalles de los trabajos y que estime, tanto el tiempo, como la cantidad de mano de obra, así como las refacciones a utilizar.

f) INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

(Figura 4 de pag. 30)

Uno de los problemas más graves a los que se enfrenta una compañía actualmente, es a la optimización de los recursos con que cuenta para el desarrollo de sus actividades, garantizar la calidad de sus productos y mejorar la posición que ocupa en el mercado.

El equipo de trabajo dentro del Plan de Desarrollo de Mantenimiento, desarrolló en este trabajo el tema de Ingeniería y Mantenimiento, en donde se resume principalmente las funciones, deberes y responsabilidades que conciernen directa o indirectamente al Ingeniero de Mantenimiento dentro de la organización de la Compañía.

Integrantes del equipo Ingeniería y Mantenimiento:

- Supervisor mecánico
- Jefe de taller
- Superintendente eléctrico
- Ingeniero de Mantenimiento Máquina W1
- Ingeniero de mantenimiento Máquina W2
- Superintendente de Ingeniería

Misión de Ingeniería de Mantenimiento

Apoyar con servicios de Ingeniería la Planeación, Programación y Ejecución de los trabajos de Mantenimiento para maximizar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de los equipos e instalaciones de la compañía en calidad, cantidad, oportunidad, costo y seguridad.

Visión de Ingeniería de Mantenimiento

Consolidarse como un excelente departamento de soporte, asesoría y servicio para producción y mantenimiento utilizando tecnología de punta para lograr un Mantenimiento de Clase Mundial, integrándose con las áreas afines a mantenimiento para participar y compartir activamente en el logro de los objetivos comunes de la compañía en un ambiente que ayude a desarrollar un alto nivel de moral y productividad.

Ingeniería de Mantenimiento Expectativas

- a) Mantenimiento Preventivo y Predictivo
- b) Historial de equipo / retroalimentación / análisis de fallas
- c) Ordenes de trabajo
- d) Supervisión / asesoría
- e) Trabajos con otros departamentos
- f) Refacciones
- g) Ahorros por mano de obra y reparaciones
- h) Seguridad / normas / políticas
- i) Conservación de activos / productividad
- j) Archivo técnico y de ingeniería
- k) Organización propia
- l) Actualización personal



El desarrollo de cada uno de los incisos arriba mencionados fue basado en la técnica de preguntas ¿Qué? ¿Cómo? ¿Quién? ¿Para que? Debido a lo extenso del desarrollo de cada una de las expectativas antes mencionadas, se mostrará a continuación solamente un ejemplo:

- a) Mantenimiento Preventivo y Predictivo

“Desarrollo de Expectativas” Preguntas:

- ¿QUÉ?
 - Elabora programas y procedimientos de lubricación y muestreo de aceite
- ¿CÓMO?
 - Conociendo el equipo y sus características
 - Obteniendo información de los fabricantes de los equipos
 - Obteniendo información de tipos de lubricantes existentes en planta
 - Elaborando programas anuales de muestreo de aceite, mandando las muestras a analizar mediante laboratorios externos.
 - Haciendo programas anuales de lubricación que incluyan principalmente:
 - a) Los equipos más importantes
 - b) Nombre del equipo
 - c) Número del equipo
 - d) Frecuencias de inspección
 - e) Trabajo en paro o sobre la marcha
 - f) Lista de trabajos a realizar
 - g) Llevar tendencias del estado del aceite de cada equipo
 - ¿QUIÉN?
 - Ingeniero de Mantenimiento y Planeador mecánico
 - ¿PARA QUE?
 - Detección temprana de posibles problemas en los equipos
 - Reducir los costos debido al consumo de lubricantes, manteniendo control sobre su uso.
 - Aumentar la vida útil de los equipos
 - Participar en la disminución del costo del ciclo de vida de los equipos
 - Asegurar la correcta operación de los equipos, optimizando las frecuencias de cambios de aceite.

Termina ejemplo de Desarrollo de Expectativas.

- **Ingeniería de Mantenimiento/Mantenimiento Preventivo y Predictivo**
 - Elabora programas y procedimientos de lubricación y muestreo de aceite
 - Elabora programas de mantenimiento predictivo
 - Elabora programas y procedimientos de análisis de vibraciones

- Elabora programas y procedimientos de inspección de subestaciones unitarias y rutas de amperaje de motores de corriente alterna y directa.
 - Elabora programa y procedimientos para la revisión de coples
 - Involucra a los departamentos afectados en las modificaciones o nuevos proyectos y los incluye en los programas de inspecciones, Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo.
 - Elabora programas y procedimientos para la inspección de rodamientos
 - Elabora programas y procedimientos de Mantenimiento Preventivo
 - Hace las revisiones y ajustes necesarios de los programas y procedimientos
 - Coordinador responsable de la emisión, ejecución, cancelación o cambios en los programas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.
 - Coordina la elaboración de los manuales de Mantenimiento Preventivo y Predictivo de la planta.
 - Recomienda el mantenimiento adecuado a los nuevos equipos adquiridos
 - Participa activamente en la programación y priorización semanal, mensual de los paros de los quipos.
 - Propone y autoriza modificaciones a equipo
 - Participa activamente en juntas de coordinación semanal, previa a paros por mantenimiento y extraordinarias.
 - Mantiene índice, actualización y disponibilidad de manuales, catálogos, planos, diagramas e información técnica.
 - Edita y actualiza procedimientos de mantenimiento
 - Codifica equipo y mantiene actualizada la información básica así como localización
 - Analiza y recomienda sobre fallas repetitivas
 - Recomienda procedimientos de operación de equipos
 - Coordina y supervisa reparaciones externas
 - Ayuda mediante capacitación a mejorar los niveles de habilidades de todo el personal
 - Recomienda tipo y criterio de niveles de inventario proporcionando datos solicitados en formas.
 - Participa activamente en el desarrollo de nuevos productos
 - Asegura el cumplimiento de normas de seguridad elabora y actualiza normas y especificaciones de ingeniería.
 - Se mantiene actualizado en los conocimientos de especialidad para optimizar su desempeño.
 - Analiza índices de desempeño y sugiere acciones para mejorarlos
 - Propone cambios en los diseños de los equipos para mejorar el Mantenimiento y Confiabilidad .
 - Desarrolla proveedores nacionales buscando mejor calidad y menores costos en las refacciones, así como la substitución de las importaciones sin reducir sus características de operación.
 - Proporciona servicio y asistencia técnica requeridos por operación y mantenimiento
 - Identifica necesidades de capacitación
 - Modernización y conservación de equipos
- **Ingeniería de Mantenimiento/Historial de equipo/retroalimentación/análisis de fallas**
- Codifica todos los equipos y mantiene actualizadas sus características, diagramas y localización.
 - Complementa la información para el historial de equipo
 - Analiza los problemas repetitivos
 - Coordina juntas con los departamentos de Operación, Ejecución e Ingeniería

- **Ingeniería de Mantenimiento/Ordenes de trabajo**
 - Anexa información completa a las ordenes de trabajo
 - Colabora en dar prioridades a los trabajos a realizarse en el taller de máquinas herramientas y trabajos de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo.
- **Ingeniería de Mantenimiento/Supervisión/Asesoría**
 - Supervisa y aporta recomendaciones para la optimización en la calidad de los mantenimientos.
 - Asegura el mantenimiento adecuado y oportuno de los equipos, efectuado por talleres externos.
 - Recomienda técnicas ó nuevos procedimientos para mejorar la productividad y reducción de costos.
 - Colabora en el desarrollo de planes de capacitación para el personal de Operación, para precisamente asegurar una buena operación de los equipos.
- **Ingeniería de Mantenimiento/Trabajos con otros departamentos**
 - Mantiene y mejora las relaciones con otros departamentos y proveedores
 - Asiste a las juntas de producción, calidad, departamentales, seguridad, costos, etc.
 - Mantiene comunicación continua con operación, ejecución, compras, almacén, etc., y todos los departamentos involucrados en el desarrollo de sus funciones.
- **Ingeniería de Mantenimiento/Refacciones**
 - Promueve la estandarización del equipo
 - Recomienda las refacciones adecuadas estableciendo los límites del inventario indicando los datos solicitados en las formas para tal efecto.
 - Colabora con almacén y compras para elaborar procedimientos que garanticen la existencia de refacciones.
- **Ingeniería de Mantenimiento/Ahorros por mano de obra y reparaciones**
 - Mantiene un catálogo actualizado de proveedores especializados
 - Evalúa nuevos productos
 - Cuida la economía en el uso de materiales y refacciones
- **Ingeniería de Mantenimiento/seguridad/normas/políticas**
 - Participa activamente en los programas de prevención de incendios de la planta
- **Ingeniería de Mantenimiento/Conservación de activos/productividad**
 - Colabora con el mejoramiento y modernización de los equipos y áreas de trabajo
 - Participa activamente en la detección de necesidades de equipos o mejoras
 - Colabora activamente para el seguimiento e implementación de normas y procedimientos.
- **Ingeniería de Mantenimiento/Archivo técnico de Ingeniería**
 - Mantiene planos y diagramas actualizados y a través de la computadora mantiene un control de éstos.
 - Recomienda la adquisición de información técnica para la biblioteca de Ingeniería de planta.
 - Mantiene perfecto conocimiento del manejo e información existente en el archivo de Ingeniería.

- **Ingeniería de Mantenimiento/Organización propia**
- Optimiza el aprovechamiento de su tiempo en la realización efectiva de sus funciones y responsabilidades.

- **Ingeniería de Mantenimiento/Actualización personal**
- Se mantiene actualizado en técnicas de Mantenimiento (Preventivo, Predictivo y Correctivo), mejoras de equipo, nuevos equipos, etc.
- Se mantiene actualizado en el proceso de fabricación y funcionamiento del equipo

g) MANTENIMIENTO PREVENTIVO / PREDICTIVO

(Figura 4 de pag. 30)

Este reporte fue elaborado por el equipo de trabajo "Mantenimiento Preventivo / Predictivo". En este se presentan las acciones así como algunas necesidades para cumplir con las expectativas propuestas, eso es con la finalidad de mejorar las funciones y que ayuden a lograr la optimización de Mantenimiento de Corrugados Zintro.

Dichas acciones, expectativas, políticas, procedimientos y recomendaciones están comprendidos en este reporte.

Es necesario hacer notar que este proceso de optimización de Mantenimiento deberá ser monitoreado en forma continua para adicionar, suprimir o modificar lo que se considere necesario a fin de adaptarse a las necesidades de la planta.

Este proceso de optimización de Mantenimiento consiste principalmente en lo siguiente:

Mejorar los programas de Mantenimiento Predictivo en base a inspecciones, pruebas y estudios de equipos durante la marcha que nos permita detectar a aquellos que se encuentren operando en forma anormal y que posiblemente fallen, lo cual nos permite planear y programar su revisión en forma oportuna, así mismo evitar un sobremantenimiento a los equipos que aún no ameriten una revisión.

Enfocar los esfuerzos a los equipos críticos en cuanto a optimizar frecuencias de revisión, llevar el historial completo y oportuno. Mejorar la planeación y programación de los materiales y recursos para aumentar la productividad de Mantenimiento.

Hacer más eficiente nuestro sistema de ordenes de trabajo para que sirva como base de la Planeación y Programación.

Iniciar un programa de Mantenimiento correctivo para minimizar las causas de falla.

Iniciar un programa de estandarización de partes y componentes que nos permitan reducir nuestros inventarios de refacciones. **Establecer parámetros de medición de desempeño para evaluar los resultados y buscar mejoras.**

Establecer un sistema de información computarizada como base de este proceso de optimización de Mantenimiento.

Todo esto en busca de lograr mayor Disponibilidad y Confiabilidad del equipo, así como minimizar los costos de Mantenimiento.

Organización y objetivo del equipo

Integrantes del equipo de trabajo Mantenimiento Preventivo/Predictivo:

Supervisor de lubricación
 Superintendente de Producción
 Ingeniero de Mantenimiento Mecánico
 Supervisor de Mantenimiento
 Planeador de Mantenimiento
 Superintendente de Instrumentación
 Jefe de Taller

Objetivo del equipo:

Proponer los procedimientos y acciones necesarias para optimizar el Mantenimiento Preventivo y Predictivo con la finalidad de incrementar la Disponibilidad y Eficiencia del equipo, en busca de obtener una máxima producción de excelente calidad a un menor costo.

Misión y expectativas de Mantenimiento Preventivo / Predictivo:

- Minimizar las causas de fallas en los equipos mediante un seguimiento efectivo y control estadístico que nos permita obtener mayor continuidad en nuestras operaciones.
- Incrementar la Disponibilidad y Confiabilidad del equipo mediante un Mantenimiento efectivo y duradero.
- Reducir los costos de mantenimiento mediante una planeación adecuada de los materiales y de nuestros recursos.
- Participar activamente en la busca de mejoras y aplicación de nueva tecnología para hacer más eficiente y competitiva nuestras operaciones.

Se mencionan algunas de las expectativas para la optimización del Mantenimiento Preventivo:

- Actualización de planos, diagramas y refacciones para equipos existentes
- Procedimientos fáciles de entender para el ejecutor
- Capacitación continua
- Preparación previa a un Mantenimiento / Planeación y programación
- Mejorar supervisión / Estudio de problemas repetitivos
- Comunicación interdepartamental / Planeación de recursos humanos
- Disponibilidad de materiales y refacciones
- Conseguir una mayor disponibilidad de equipo / Incrementar la productividad
- Reducción de costos / Calidad de refacciones
- Optimización del aprovechamiento de mano de obra
- Integración al sistema computarizado
- Respetar programas de Mantenimiento (frecuencias)
- Evitar el sobremantenimiento / Frecuencias de inspección
- Fijar equipo al que se pueda dar Mantenimiento sobre la marcha
- Fijar equipo al que se pueda dar Mantenimiento en paro parcial
- Recomendaciones del fabricante
- Compra oportuna de refacciones nacionales y de importación
- Substitución de refacciones de importación por nacionales
- Ordenes de trabajo adecuadas para Mantenimiento Preventivo / Historial de equipo
- Levantamiento físico de equipo y fácil localización del mismo
- Programas maestros de Mantenimiento
- No programar trabajos sin verificar existencia de materiales
- Estimación de tiempos para cada revisión
- Costos de Mantenimiento contra sustitución del equipo

Se mencionan algunas de las expectativas para la optimización del Mantenimiento Predictivo:

- Procedimientos fáciles de entender para el ejecutor
- Capacitación continua
- Evaluación del Mantenimiento

- Número de equipo
- Rutas de lubricación / inspecciones
- Frecuencias
- Contar con el equipo necesario y especializado para el Mantenimiento Predictivo
- Planeación y Programación
- Mejorar supervisión
- Comunicación interdepartamental
- Reducción de costos
- Integración al sistema computarizado
- Fijar con producción equipos críticos
- Respetar programas de Mantenimiento (frecuencias)
- Minimizar las tareas de emergencia
- Planeación de recursos humanos
- Elaboración de ordenes de trabajo para Mantenimiento Predictivo
- Mayor soporte técnico del departamento de Ingeniería
- Levantamiento físico de equipo
- Programas maestros
- Control estadístico
- Que genere información oportuna para trabajos de Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento Preventivo

Son todos los trabajos o acciones necesarias para mantener el equipo en condiciones óptimas de operación, con la máxima disponibilidad y confiabilidad a un mínimo costo.

Este tipo de Mantenimiento se basa en la operación de los equipos y se efectúa a intervalos fijos de tiempo de uso. Los equipos se programan considerando el conocimiento de los equipos, vida útil de las partes, experiencias pasadas y recomendación de los fabricantes de los equipos, etc.

Propósitos y objetivos del Mantenimiento Preventivo:

- Tiene como finalidad que el equipo tenga los mayores índices de confiabilidad y disponibilidad, evitando fallas o deficiencias que repercutan en calidad del producto, eficiencia o paros innecesarios de máquina.
- Tiene como finalidad evitar los trabajos no programados, incrementando los trabajos planeados. De esta manera la mano de obra será más productiva y el tiempo perdido por fallas en los equipos será reducido.

Mantenimiento Predictivo

Es un programa elaborado para llevar a cabo rutas de inspección, pruebas y estudios a los equipos para predecir fallas, desviaciones y tendencias del equipo en operación con cierto grado de exactitud, antes de que estas fallas se declaren o se conviertan en problemas graves.

Reparación de acuerdo con inspecciones periódicas practicadas a los equipos con la pretensión de alargar el período útil. Para llevar a cabo este tipo de Mantenimiento es necesario instrumentos de medición muy precisos y experiencia en su utilización y anticipación de falla. Este tipo de Mantenimiento responde a dos puntos, la condición que guarda el equipo y la capacidad de diagnosticar.

Propósitos y objetivos del Mantenimiento Predictivo:

- Tiene como finalidad prolongar el tiempo de funcionamiento del equipo, disminuyendo el tiempo improductivo por paros e interrupciones o por revisiones generales, mediante

la ayuda de equipos y aparatos de medición especializados que ayuden a reducir, con el equipo en operación, fallas; por ejemplo, por corrosión en tuberías y recipientes, ruidos, vibración, amperajes, temperaturas, etc.

Mantenimiento Correctivo

Es un programa realizado para eliminar las causas que provocan fallas, apoyándose en el Mantenimiento Preventivo / Predictivo. Incluyendo rediseño, mejoras de materiales, mejor uso de herramientas, etc.

Trabajo o Tarea de Emergencia

Es todo aquel trabajo que requiere una acción inmediata por estar en peligro el equipo, personal, productividad o calidad y rompe la continuidad de un programa.

Objetivos, concepto y relaciones interdepartamentales:

- Lograr la máxima disponibilidad del equipo en relación al Mantenimiento
- Incrementar la confiabilidad del equipo reduciendo fallas
- Aumentar la vida útil de los equipos mediante un mejor Mantenimiento
- Colaborar con las campañas de seguridad de la Planta, para mantener el índice de siniestralidad abajo del mínimo.
- Optimizar los programas de Mantenimiento Predictivo, para soportar el Mantenimiento Preventivo.
- Mejorar la Planeación, Programación y Ejecución de los trabajos de Mantenimiento para aumentar la productividad del personal.
- Reducir el tiempo extra, mejorando la planeación de trabajos
- Mejorar el control de costos de Mantenimiento
- Reducir el inventario de refacciones, analizando los máximos y mínimos, obsoletos, partes de lento movimiento, etc., al mismo tiempo completar el inventario con partes que aún no se tienen en stock.
- Desarrollar un sistema de medición del Mantenimiento para analizar tendencias y efectuar correcciones.
- Implementar cursos de capacitación en forma permanente para el personal de Mantenimiento.
- Establecer un programa de Mantenimiento Correctivo para eliminar las causas que provocan fallas.
- Implementar un sistema computarizado que ayude a optimizar las funciones de Mantenimiento.

En la figura 5 se muestra el Ciclo de Mantenimiento.

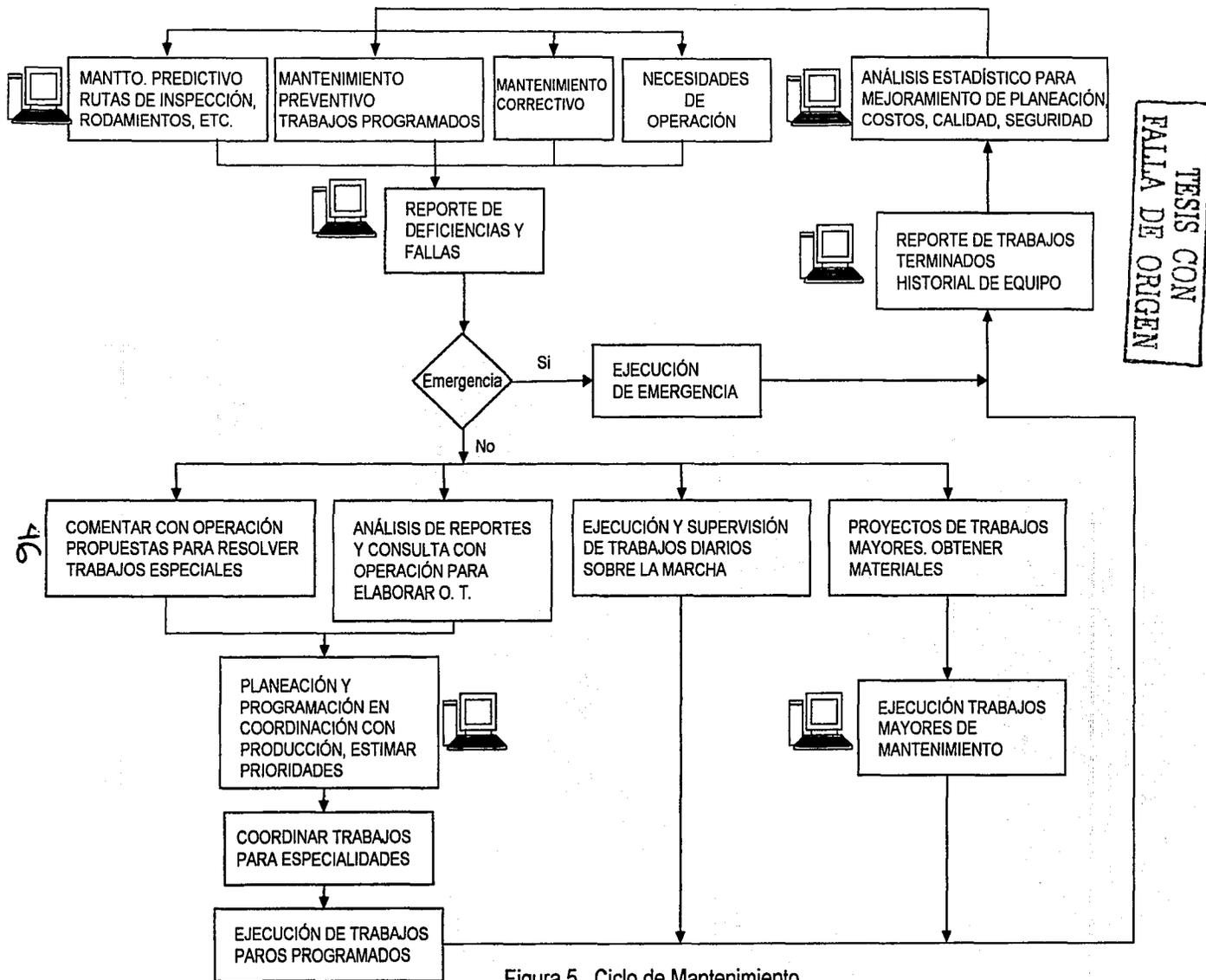


Figura 5. Ciclo de Mantenimiento

Sistema de numeración de equipo

Como inicio de un buen Programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo es necesario contar con un Sistema de Numeración de Equipo, el cual, deberá contemplar todo el equipo existente incluyendo edificios. Esto es con la finalidad de contar con registros de historial y Costos.

Dicho sistema deberá contemplar lo siguiente:

- Que se efectúe un levantamiento físico de equipo para completar el catálogo de equipo.
- Que el número de equipo sea práctico y de fácil manejo para el usuario y que cumpla con la finalidad de análisis de costo e historial.
- Que sea factible de integrarse al sistema computarizado
- Que se actualicen diagramas y planos, adicionándoseles el número de equipo

Criterio para el sistema de numeración de equipo

Para fijar el criterio de la numeración de equipo, se debe considerar que sea práctico, de fácil manejo y entendible para el usuario, además que permita analizar costos e historial por áreas, sistemas, sub-sistemas y equipo.

Para lo cual se debe considerar lo siguiente:

- Que sea por planta
- Que se identifique por especialidad (instrumentos, mecánico, eléctrico)
- Que indique el nivel donde se encuentra
- Que sea por tipo de equipo (bomba, reductor, agitador, motor, etc.)
- Que indique el número consecutivo del equipo (bomba, reductor, agitador, motor, etc.)
- Que sea compatible con el sistema de costos
- Que su descripción sea corta y clara

A continuación se muestra un ejemplo de dicho criterio.

Numeración de Equipo

Se propone una codificación de 9 dígitos para que el número de equipo contenga las expectativas propuestas:

Ejemplo:

W3 M 01 AG 01

Donde:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

W3 M 01 AG 01

W1 - Máquina W1
W2 - Máquina W2
W3 - Máquina W3

M - Mecánico
E - Eléctrico
I - Instrumentos

01 - Primer nivel
02 - Segundo nivel
03 - Entrepisos

AG - Agitador
BO - Bomba
CO - Compresor
CP - Criba presurizada
CS - Control de velocidad
DT - Despastillador
FI - Filtro
LV - Válvula de control nivel
PT - Transmisor de presión
RE - Reductor de velocidad
VE - Ventilador
VS - Válvula de seguridad
XV - Válvula on-off
Etc.

01
02
03
04
Etc.

Selección de frecuencias

Es de gran importancia contar con una eficaz selección de frecuencias ya que éstas tienen mucho que ver con el éxito de un Programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Que se efectúe un inventario físico, para garantizar que los programas Maestros de Mantenimiento Preventivo tienen contemplado todo el equipo.
- Que se revisen las recomendaciones del fabricante para verificar que las frecuencias de revisión que se están llevando sean las más adecuadas a las necesidades.
- Que se lleven estudios de fallas repetitivas para ajustar la frecuencia de revisión.
- Que el historial de equipo sirva como base para los ajustes de las frecuencias de revisión.
- Que producción participe en el análisis de equipos críticos para que la frecuencia de revisión sea la más adecuada.
- Que se tomen en cuenta la antigüedad y las condiciones ambientales del equipo.
- Que se ingrese al sistema computarizado.

Prioridades en el Mantenimiento Preventivo / Predictivo

Se debe considerar que el Mantenimiento Preventivo tiene prioridad sobre los demás trabajos de Mantenimiento, con excepción de las emergencias.

Para ayudar a establecer prioridades razonables con respecto a la disponibilidad del equipo, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

Prioridad 1.- Los equipos que al fallar provoquen paro de toda la planta, así como los trabajos de Seguridad que puedan causar daño al personal o al equipo.

Prioridad 2.- Los equipos que al fallar provoquen paro de una máquina y no se cuenta con equipo de reserva.

Prioridad 3.- Los equipos que al fallar provoquen paro de una máquina y se cuenta con equipo de reserva.

Prioridad 4.- Los equipos y sistemas críticos que al fallar dejen fuera de operación a la sección o sistema de la máquina y puedan provocar en un lapso de tiempo paro de máquina.

Prioridad 5.- Los equipos y sistemas que al fallar no provoquen paro de máquina, pero que afecten el ritmo de producción o calidad del producto.

Prioridad 6.- Los equipos o sistemas que si fallan no repercutan en la continuidad de operación de la máquina.

Que se den a conocer programas de producción y exista comunicación interdepartamental con la finalidad de evaluar las prioridades y tener cierta flexibilidad en algunos casos.

Que se integre al Sistema Computarizado.

Mantenimiento Predictivo

El contar con un buen programa de Mantenimiento Predictivo en base a inspecciones, pruebas y estudios a los equipos, nos permite detectar aquellos componentes que están trabajando en forma anormal y que probablemente fallen.

Dicho programa deberá elaborarse de acuerdo a lo siguiente:

- Hacer un levantamiento físico, para determinar que equipos deberán incluirse en los programas maestros de Mantenimiento Predictivo.
- Elaborar rutas de inspección (de rodamientos, de amperaje, de temperaturas, etc.) y pruebas a equipos (pruebas a transformadores, pruebas de aislamiento, estudios termográficos, etc.), incluyendo formatos con los procedimientos de inspección detallados y claros.
- Que se cuente con el equipo y capacitación necesaria para efectuar las inspecciones y pruebas.
- Que el historial de equipo se tome como base para establecer las frecuencias de inspección.

- Que el Mantenimiento Predictivo genere información oportuna para Mantenimiento Preventivo y áreas involucradas, así como para llevar gráficas de control y estadística.
- Que producción participe en establecer equipos críticos para que las frecuencias de inspección sean las más adecuadas.
- Que se integre al sistema computarizado

Mantenimiento Correctivo

En base a la información que proporcione el Mantenimiento preventivo y Predictivo, es necesario poner en marcha un Programa de Mantenimiento Correctivo para eliminar las causas de las fallas, analizando el ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Por qué? Ocurrieron dichas fallas. Este programa deberá comprender rediseño o modificaciones al equipo, capacitación del personal, mejores materiales, mejores herramientas, así como métodos de Mantenimiento estandarizados para los trabajos repetitivos.

Este programa deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Efectuar análisis de fallas encontradas durante las revisiones de Mantenimiento Preventivo / Predictivo, para buscar las posibles causas y tomar acciones correctivas.
- Contar con programas de capacitación en forma continua y permanente para el personal.
- Hacer modificaciones o sustitución de equipos y componentes que causen trabajos de emergencia, analizando el uso, materiales, diseño, capacidad, etc.
- Que se alimente el Historial de Equipo con las causas que provocan fallas para iniciar acciones correctivas a equipos similares antes que se presenten trabajos de emergencia.
- Supervisión a contratistas para garantizar que la calidad de trabajos y materiales cumplan con los requerimientos, evitando acciones correctivas posteriores.
- Que se integre al sistema computarizado

Medición de Mantenimiento Preventivo / Predictivo

Es importante establecer Estándares de Medición del Mantenimiento Preventivo / Predictivo, con lo cual se mejorará la calidad de trabajo y productividad de la mano de obra. Con esto tendremos una evaluación de desempeño del grupo de Mantenimiento, lo que nos permitirá corregir desviaciones.

Deberá contemplarse lo siguiente:

- Que se efectúen estudios periódicos de manos sobre el trabajo, para observar las tendencias y buscar aumentar la productividad de la mano de obra.
- Que se lleven gráficas y estadísticas de las horas-hombre estimadas contra horas-hombre reales para ajustar los programas de Mantenimiento.
- Que se lleven estadísticas sobre el número de trabajos generados por Mantenimiento Preventivo, número de emergencias, número de trabajos pendientes por falta de materiales y refacciones para observar tendencias.
- Que se lleven estadísticas sobre el número de accidentes para ayudar a mejorar la seguridad.
- Que se integre al sistema computarizado

Historial de Equipo

Los objetivos que se buscan con la implantación de registros o Historial de Equipo se mencionan a continuación:

- Contar con una recopilación histórica del equipo de manera clara, concisa, que tenga integrado el costo, efectividad y rentabilidad del equipo, así mismo, valorar los errores del personal de Mantenimiento y/o Operación.

- Registrar ajustes, tolerancias, intercambiabilidad, además de servir para hacer análisis de fallas repetitivas.
- Que la información de los trabajos efectuados de Mantenimiento Preventivo y Predictivo sirva como retroalimentación para corregir deficiencias.
- Que contenga información necesaria para hacer estadísticas y gráficas de los problemas repetitivos.
- Que tenga la información necesaria para efectuar análisis de costos por número de equipo.
- Que sirva como base para evaluar costo de Mantenimiento contra sustitución del equipo.
- Que sirva como base para establecer programas de reposición de equipo, así como la planeación de reemplazo de refacciones.
- Que sirva para hacer análisis de durabilidad y calidad de refacciones
- Que se integre al sistema computarizado

Estandarización e Intercambiabilidad

La Estandarización e Intercambiabilidad de refacciones utilizadas para el Mantenimiento del equipo es muy importante para reducir costos, ya que nos permite reducir inventarios.

Se obtendrán ahorros representativos al sustituir refacciones de importación por nacionales, al mejorar la calidad en la fabricación de piezas, además de lograr una disponibilidad inmediata de las mismas en mayor porcentaje.

Para lograr esto se debe considerar lo siguiente:

- Elaborar normas de Ingeniería para a la fabricación y sustitución de piezas, tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante (ajustes, tolerancias, capacidades, materiales, etc.)
- Que se actualicen planos y diagramas con las normas de Ingeniería de instalación, mismas que se tomen en cuenta en cualquier modificación o nueva instalación.
- Que los dibujos y croquis que se elaboren para la fabricación y sustitución de piezas tengan instrucciones claras y de acuerdo a las normas de Ingeniería.
- Que se elaboren listas de equipos similares con localización y número de equipo para ver intercambiabilidad entre sí, y en caso de sustitución conservar la estandarización.
- Que Ingeniería de Mantenimiento participe plenamente en la estandarización de equipos.
- Que se busque la estandarización de equipos y refacciones con la finalidad de reducir inventarios y costos.
- Que se lleve un control estadístico sobre la fabricación y sustitución de piezas y que se anoten en el Historial de Equipo.
- Que se integre al sistema computarizado.

Reemplazo de partes componentes y Confiabilidad

La confiabilidad debe tener una tendencia a lograr una operación satisfactoria dentro de los límites especificados por un cierto tiempo. Para lo cual se debe buscar el tiempo promedio entre una avería y otra. De esta manera establecer la duración de las partes y componentes del equipo para reducir los tiempos de paros que ocasionan pérdidas de producción y por consiguiente grandes costos.

Es necesario descubrir las causas que provocan las fallas, efectuando las pruebas que sean necesarias (metalografía, ultrasonido, rayos x, etc.), a fin de evitar al máximo las mismas y llevar además un control estadístico y hacerse las preguntas ¿Por qué? ¿Cómo? ¿Material adecuado? ¿Operación adecuada? Etc.

Para esto se debe considerar lo siguiente:

- Que exista un programa de reposición de equipo en base al historial del mismo.

- Que se efectúen análisis de costo de Mantenimiento contra el costo de reposición de equipos o componentes.
- Que en los programas de reposición de equipos se vea la posibilidad de sustituirlo por equipo nacional si éste es de importación, con la finalidad de reducir costo.
- Que estos programas se hagan en coordinación con los departamentos de: Mantenimiento, Ingeniería, Producción y Proyectos con la finalidad de buscar beneficios adicionales en el proceso y costo.
- Que se hagan análisis sobre las partes y componentes que sean cambiados para asegurarse que hayan llegado a su vida útil y no como consecuencia de desgaste prematuro por: corrosión, abrasión, calidad de materiales, cambios en el proceso, etc.
- Que se integre al sistema computarizado

Planeación, Estimación y Programación

Contar con una buena Planeación de trabajos de Mantenimiento en base a: Historial de equipo, Análisis de fallas, Inspecciones de Mantenimiento Preventivo, Herramientas disponibles, Existencia de refacciones e Instrucciones de revisión, nos da como resultado un mejor aprovechamiento de la mano de obra y nos permitirá cumplir con los programas de forma satisfactoria y eficiente. Se deberá considerar lo siguiente:

- Que en la Planeación se contemple la preparación previa a un mantenimiento para asegurarse que se cuenta con lo necesario para efectuar los trabajos (materiales, personal, herramienta, refacciones, equipo disponible, etc.), además que exista coordinación con todas las áreas involucradas.
- Que se tomen en cuenta el Historial de equipo y estudios de fallas repetitivas como base para la Planeación.
- Que se realice una buena Planeación y estimación de los recursos humanos para un mejor aprovechamiento de la mano de obra.
- Que las estimaciones de tiempo para cada revisión se analicen continuamente para establecer parámetros reales.
- Que los programas de Mantenimiento Preventivo / Predictivo sean respetados por Producción hasta donde sea posible.
- Tratar que los programas de Mantenimiento Preventivo / Predictivo se cumplan al 100% y que los trabajos pendientes sean reprogramados.
- Que los trabajos no programados sean analizados y se efectúen solamente los de emergencia.
- Que se integre al sistema computarizado
- Que los programas de Mantenimiento Preventivo / Predictivo se estandaricen y tengan contemplados los aspectos de organización y desarrollo de los mismos, figura 6.

ORGANIZACIÓN

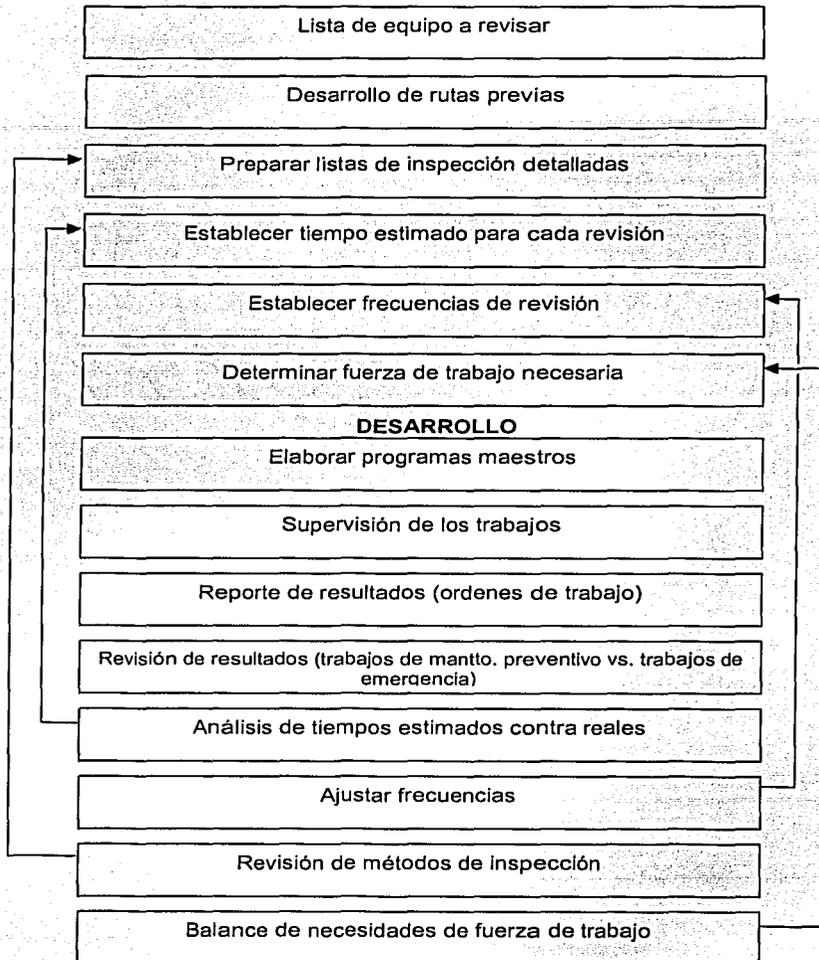


Figura 6. Organización programas de mantenimiento

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

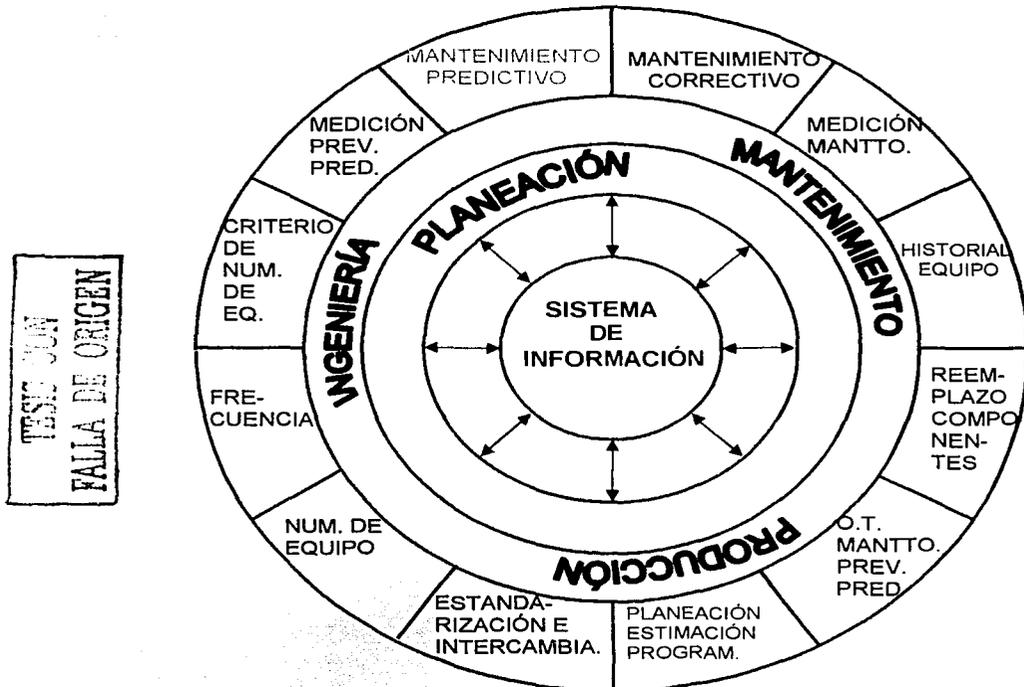


Figura 7. Flujo de información al Sistema Computarizado

La figura 7, muestra el flujo de información generada por los departamentos de ingeniería, mantenimiento, producción y planeación que debe ser capaz el sistema computarizado de relacionar.

Se realizó el explicativo de cada uno de sus bloques, así como su(s) responsable(s), debido a lo extenso del desarrollo de cada uno, se mostrará a continuación solamente el ejemplo del bloque de Mantenimiento Predictivo

Procedimiento:

Responsable: Ingeniero de Mantenimiento y Ejecución

- Enlistar el equipo que será contemplado en los programas maestros
- Elaborar rutas de inspección (rutas de lubricación, amperaje, temperaturas, termografía, análisis de vibraciones, etc.).
- Elaborar programa de pruebas a los equipos (pruebas a transformadores, pruebas de aislamiento, ultrasonido, etc.).
- Establecer frecuencias de inspección en base a historial, experiencia y recomendaciones del fabricante.
- Capacitación del personal de ejecución
- Verificar que los reportes de las inspecciones sean entregados en forma oportuna

Responsable: Planeación

- Alimentar al sistema computarizado los programas maestros, frecuencias, instrucciones, materiales y mantenerlos actualizados.

- Alimentar los reportes de las inspecciones de Mantenimiento Predictivo en forma oportuna.
 - Elaborar gráficas de tendencias y distribuir a responsables.
- Termina ejemplo del bloque de Mantenimiento Predictivo.

h) SISTEMA DE ORDENES DE TRABAJO (Figura 4 de pag. 30)

Integrantes del equipo Sistema de Ordenes de Trabajo:

- Jefe de Taller
- Jefe de Mantenimiento
- Jefe de Almacén de refacciones
- Planeación
- Ingeniero de Mantenimiento
- Gerente de Mantenimiento (facilitador)

Misión de la Orden de Trabajo

- Proporcionar una información e identificación detallada y eficaz del equipo instalado en nuestra planta, para que mediante una efectiva Planeación y Programación se optimicen las intervenciones de mantenimiento.
- Obtener una retroalimentación veraz y oportuna de los trabajos desarrollados, que sirvan como base a la elaboración de mejores estándares, métodos y procedimientos de trabajo.
- Estructurar un mejor control de los costos de mantenimiento mediante una comunicación escrita.
- Contribuir a mejorar la continuidad de las operaciones para optimizar los niveles de producción en calidad, cantidad, oportunidad, costo y seguridad.

Objetivos de la Orden de Trabajo

- Utilizar en forma efectiva los recursos disponibles y optimizar la calidad, programación, organización, control y costos de mantenimiento.
- Mantener la comunicación entre departamentos en forma eficaz y oportuna para dar pronta solución a desviaciones.
- Involucramiento del personal en la toma de decisiones, para lograr una mejor integración de equipo.
- Implementar una Orden de Trabajo y que ésta sea respetada en todos los niveles

Políticas de la Orden de Trabajo que se utilizarán en Planta

1. La forma de la Solicitud de la Orden de Trabajo será única para toda la planta
2. Todo trabajo a realizar por el departamento de Mantenimiento de Corrugados Zintro deberá ser solicitado por medio de una Orden de Trabajo.
3. Cada Orden de Trabajo deberá ser específica para un solo trabajo
4. Toda orden de Trabajo será canalizada por el departamento de Planeación de Mantenimiento.
5. Al cambiar instrucciones de intervención en una Orden de Trabajo, automáticamente se cancelará ésta y deberá ser necesario abrir otra por el emisor con las nuevas indicaciones.
6. Que se respeten al máximo las Ordenes de Trabajo programadas
7. Toda Orden de Trabajo deberá estar soportada por una firma autorizada de acuerdo a niveles.
8. Es responsabilidad de Ingeniería y Mantenimiento mantener actualizados los procedimientos de la Orden de Trabajo.

9. Es responsabilidad de los departamentos de Operación, Ingeniería y Mantenimiento mantener las comunicaciones interdepartamentales sobre los trabajos a efectuar.
10. Es responsabilidad de Ingeniería y Mantenimiento dar a conocer el manual de procedimientos y políticas de la Orden de Trabajo en toda la planta.
11. Es responsabilidad del departamento de Ingeniería y Mantenimiento revisar periódicamente el proceso de implementación del sistema de la Orden de Trabajo.

Se hizo para la Orden de Trabajo el desarrollo de un número amplio de expectativas a manejar por el Emisor, por Planeación, por Ingeniería y por el Ejecutor; por lo extenso del contenido a continuación se lista únicamente el Agrupamiento de Expectativas Generales:

Expectativas de la Orden de Trabajo (O.T.)

- Que la O.T. tenga espacios suficientes para reportar
- Que se especifique claramente quién debe llenar la O.T.
- Que la O.T. sea de un tamaño adecuado para archivar y con la máxima información. Que exista un procedimiento sobre el flujo de la O.T.
- Que existan programas de Mantenimiento Preventivo como respaldo
- Que la O.T. tenga original gruesas y copias delgadas
- Que se entreguen en block's de 100 O.T.
- Que la O.T. sea única en toda la Planta
- Que la O.T. tenga recorte en una esquina para no archivarla de cabeza
- Que se divida por zonas la Planta
- Que la O.T. se enlace con tarjeta de seguridad
- Que la O.T. tenga un número de Departamento
- Que la O.T. se enlace al sistema de refacciones por computadora
- Que los espacios de la O.T. estén diseñados para manejarse por computadora
- Que la O.T. sea entendible fácilmente
- Que la O.T. no lleve hojas anexas
- Que se indique el procedimiento de alimentación al sistema de la O.T.
- Que por cada trabajo se elabore una O.T.
- Que la O.T. sea de fácil manejo
- Que la O.T. se enlace con costos
- Que se difunda la función de la O.T. a nivel Planta
- Que la O.T. sea un sistema por palomeado

Definición de objetivos

Implantar el sistema de Ordenes de Trabajo para usar en forma óptima los recursos disponibles y optimizar la Planeación, Programación Calidad y Control del Mantenimiento.

Relaciones interdepartamentales e involucramiento de los empleados

- Que la O.T. lleve mensaje impreso sobre Seguridad
- Que la O.T. tenga un espacio para anotar observaciones del departamento de ingeniería.

Numeración de equipo y códigos requeridos

- Que la O.T. tenga espacio para identificar el número del equipo
- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar el número de centro de costo

Sistema disciplinado de prioridades

Prioridad 1.- Los equipos que al fallar provoquen paro de toda la planta, así como los trabajos de Seguridad que puedan causar daño al personal o al equipo.

Prioridad 2.- Los equipos que al fallar provoquen paro de una máquina y no se cuenta con equipo de reserva.

Prioridad 3.- Los equipos que al fallar provoquen paro de una máquina y se cuenta con equipo de reserva.

Prioridad 4.- Los equipos y sistemas críticos que al fallar dejen fuera de operación a la sección o sistema de la máquina y puedan provocar en un lapso de tiempo paro de máquina.

Prioridad 5.- Los equipos y sistemas que al fallar no provoquen paro de máquina, pero que afecten el ritmo de producción o calidad del producto.

Prioridad 6.- Los equipos o sistemas que si fallan no repercutan en la continuidad de operación de la máquina.

Autorización de los trabajos de mantenimiento

- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar firma de nivel de aprobación

Planeación y Programación

- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar el número de PCZ (número de identificación de la parte en almacén) de las refacciones en existencia en almacén.
- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar la asignación de la intervención:
 - 1.- Mecánica
 - 2.- Eléctrica
 - 3.- Instrumentos
 - 4.- Talleres
 - 5.- Proyectos
 - 6.- Contratos

Estimaciones

- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar horas-hombre estimadas a la ejecución del trabajo.

Seguimiento

- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar fecha de emisión
- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar el nombre y el número de credencial del emisor.
- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar el número de credencial del ejecutante del trabajo.

Reportes

- Que la O.T. cuente con un espacio para reportar refacciones utilizadas y observaciones de la ejecución del trabajo.
- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar la hora de inicio y terminación de ejecución del trabajo.
- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar el total del tiempo utilizado en la ejecución del trabajo.
- Que la O.T. cuente con un espacio para anotar el costo real de la mano de obra utilizada en la ejecución del trabajo.

Ordenes de trabajo de emergencia y seguridad

- Que la O.T. cuente con un espacio para identificar el tipo de la misma

En la figura 8 se muestra el diagrama del proceso de la Orden de Trabajo.

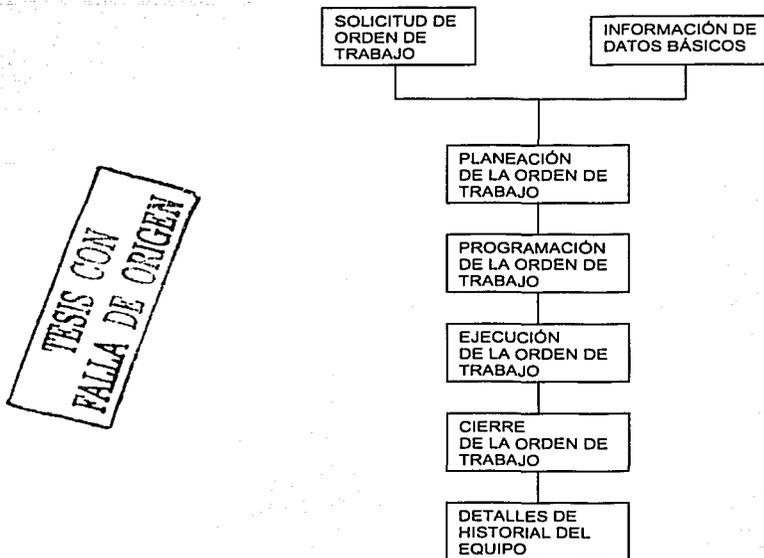
Diagrama del proceso de la Orden de Trabajo

Figura 8. Diagrama del proceso de la Orden de Trabajo

i) MEDICIÓN DE DESEMPEÑO

(Figura 4 de pag. 30)

Lo que se explica a continuación ha sido preparado para evaluar el desempeño de Mantenimiento. Con esto se pretende responder al deseo de conseguir mejoras substanciales en lo que se refiere a la Administración, Seguridad, Efectividad, y Costos de Mantenimiento. Eligiendo los indicadores con sus formas de cálculo, elaborando las políticas y procedimientos así como ejemplificando reportes y gráficas que permitan la visualización inmediata de las tendencias, lo cual permitirá a la Administración tener un mayor y mejor panorama del resultado de sus actividades que mejoren su desempeño.

Integrantes del equipo Medición de Desempeño:

- Superintendente de Servicios (facilitador)
- Superintendente de Producción
- Jefe de Taller
- Jefe de Mantenimiento
- Contador general
- Superintendente de Ingeniería
- Ing. de Mantenimiento

Misión

Establecer un Sistema que permita evaluar de manera organizada las actividades de Mantenimiento, que logre el mejoramiento de su Administración, así como la optimización de uso de los Recursos Humanos y Materiales.

Objetivos

- Mejorar la eficiencia del Mantenimiento
- Lograr una utilización más efectiva de la Mano de Obra
- Reducir las reparaciones repetitivas
- Reducir Costos de Mantenimiento
- Mejorar la Planeación y Programación de Mantenimiento
- Contar con Inventario adecuado de refacciones
- Convertir los trabajos de Mantenimiento por fallas en trabajos de Mantenimiento planeado.

ÍNDICES

- Horas programadas vs. total horas trabajadas

$$\% = \frac{\text{horas programadas}}{\text{total de horas trabajadas}} \times 100$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Ordenes de trabajo canceladas vs. totales

$$\% = \frac{\text{ordenes de trabajo canceladas}}{\text{ordenes de trabajo totales}} \times 100$$

- Ordenes de trabajo de MP ejecutadas vs. programadas

$$\% = \frac{\text{ordenes de trabajo de MP ejecutadas}}{\text{ordenes de trabajo de MP programadas}} \times 100$$

- Ordenes de trabajo atrasadas

$$\% = \frac{\text{No. de O.T retrasadas con una o más semanas}}{\text{total de ordenes entregadas para ejecución}} \times 100$$

- Materiales entregados por almacén al lugar de trabajo

$$\% = \frac{\text{No. de peticiones entregadas}}{\text{No. total de peticiones recibidas por almacén}} \times 100$$

- Vales no surtidos

$$\% = \frac{\text{No. de vales por artículos que no estaban en existencia}}{\text{total de vales recibidos}} \times 100$$

- Tiempo empleado en trabajos de seguridad

$$\% = \frac{\text{horas-hombre en trabajos de seguridad}}{\text{horas-hombre total programadas}} \times 100$$

- Tiempo empleado en pláticas o capacitación de seguridad

$$\% = \frac{\text{horas-hombre dedicadas a capacitación de seguridad}}{\text{horas-hombre totales}} \times 100$$

En las siguientes fórmulas, se hace la aclaración que es la manera como se calcula la Disponibilidad y Confiabilidad del equipo de acuerdo al Plan de Desarrollo de Mantenimiento (PDM) que es el que se está explicando actualmente y no como lo estipula el MPT.

- Confiabilidad: Es el porcentaje del tiempo disponible del equipo para producir sin fallas.

$$\text{Confiabilidad} = \left[1 - \frac{\text{tiempo de paro por falla de equipo}}{\text{tiempo programado para producción}} \right] 100$$

- Disponibilidad: Es el porcentaje de tiempo disponible del equipo, afectado por las siguientes actividades de mantenimiento.- fallas de equipo, mantenimiento programado y no programado.

$$\text{Disponibilidad} = \left[1 - \frac{\text{tiempo usado por mantenimiento (inc. programado)}}{\text{tiempo programado para producción}} \right] 100$$

Una vez obtenidos estos índices se realizaban gráficas de cada uno de los resultados obtenidos, para de esta manera con una vista rápida saber donde podrían existir oportunidades de mejora.

La medición de desempeño se llevará a cabo además de usar índices, en base a encuestas.

En estas encuestas se utilizarán formatos desarrollados por especialistas en el ramo (externos).

Para esto, Ingeniería Corporativa buscará y seleccionará el formato adecuado, siendo parte de la implementación.

Estas se desarrollarán en grupos de 25 personas representativas de todos los niveles de la Administración.

La frecuencia será 2 veces al año para iniciar, ajustándose posteriormente a las necesidades.

En la figura 9 se muestra el sistema de evaluación y desempeño, explicando brevemente cada uno de sus componentes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

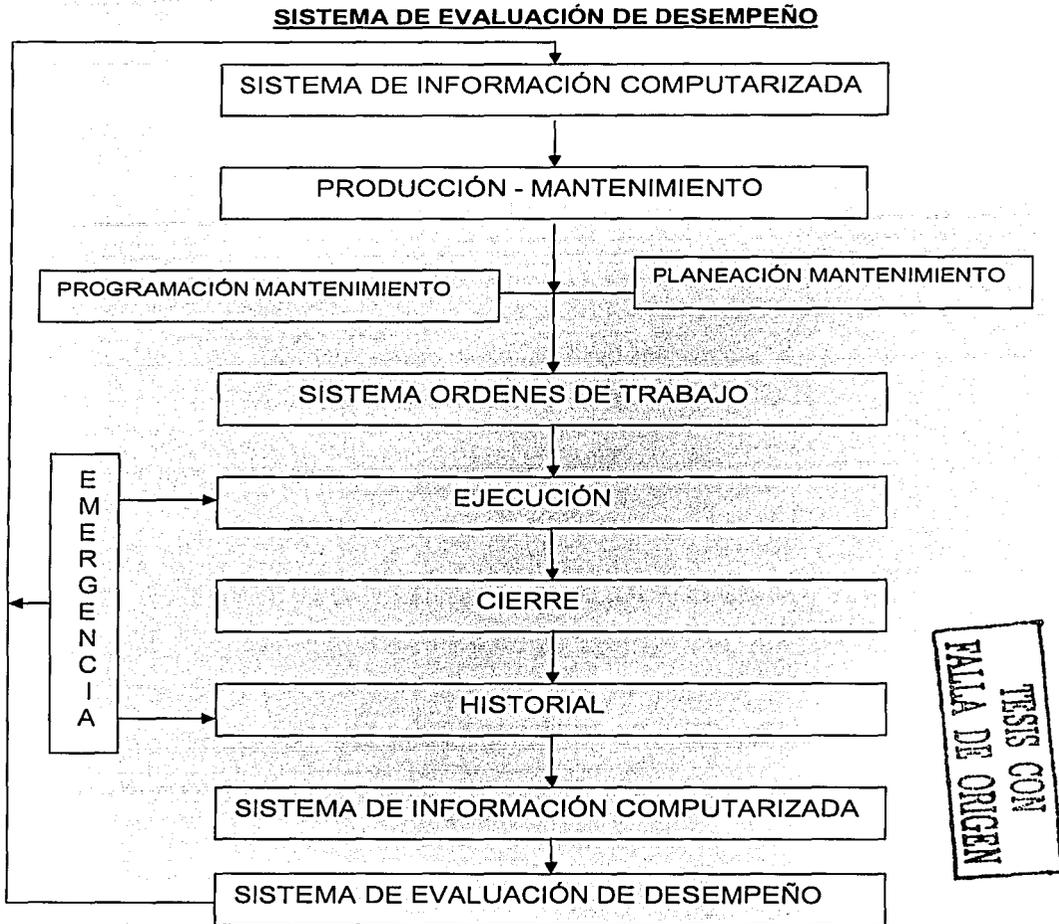


Figura 9. Sistema de evaluación de desempeño

1.- Sistema de Información Computarizada.- El ciclo del Sistema de Evaluación de Desempeño de Mantenimiento comienza con el Sistema de Información Computarizada, ya que todas las actividades de Mantenimiento son alimentadas en el mismo.

2.- Producción y Mantenimiento.- La intercomunicación permitirá conocer los requerimientos, necesidades y alcances.

3.- Planeación y Programación.- Las actividades de Mantenimiento se preparan en base a los recursos: refacciones, mano de obra, tiempo de ejecución y herramientas. Si la actividad requiere paro se incluye en los paros programados. Si no, se incluye en el programa semanal.

4.- Sistema de Ordenes de Trabajo.- Es importante que por cada trabajo se elabore una Orden de Trabajo.

5.- Ejecución.- Es el departamento responsable de realizar el trabajo

- 6.- Cierre.-** Se hace una evaluación de trabajos (fallas, horas de trabajo, materiales usados)
- 7.- Historial.-** Se hacen reportes de trabajo terminado y de desempeño
- 8.- Emergencias.-** Los trabajos de emergencias se atacan de inmediato
- 9.- Sistema de Información Computarizada**
- 10.- Sistema de Evaluación de Desempeño.-** Utiliza la información del Sistema de Información Computarizada y a su vez lo retroalimenta, repitiéndose el ciclo.

Políticas del Sistema de Evaluación de Desempeño:

- Todo responsable de área, gerente, superintendente o jefe asegurará el cumplimiento de las Políticas relativas al Sistema de Evaluación de desempeño.
- Un Sistema de Evaluación de Desempeño de Mantenimiento será utilizado para medir Administración, Efectividad y Costos de Mantenimiento.
- Mantenimiento es un Servicio dado a otro departamento sobre necesidades básicas que debe ser evaluado.
- Mantenimiento con la información del Sistema de Evaluación de Desempeño tendrá la responsabilidad de autoevaluarse y dirigir con mejor perspectiva sus actividades.
- Mantenimiento será responsable de que la fuerza de trabajo comprenda y acepte el objetivo de las mediciones periódicas de productividad.
- Las O.T. deberán, enlazarse con las tarjetas de tiempo, la salida de existencias y los documentos de compra para obtener datos sobre la mano de obra y materiales empleados.
- Un Sistema de O.T. será utilizado para solicitar y controlar el trabajo
- La Gerencia con la información de resultados de costos y desempeño podrá comparar con los objetivos.
- Producción revisará a intervalos regulares los costos de Mantenimiento y la información sobre su desempeño.
- La carga de Mantenimiento y la fuerza de trabajo será conocida en base al Sistema de Evaluación de desempeño.
- Mantenimiento será responsable de que los resultados del Sistema de Evaluación de desempeño se hagan tan extensivos como sea posible.
- El almacén y compras deberán conocer el porcentaje de vales no surtidos
- Contabilidad debe suministrar a Mantenimiento la información sobre costos, que permita a la Administración juzgar el desempeño de Mantenimiento como servicio a la Planta.
- Mantenimiento será el responsable de, que el Sistema de Información Computarizado cuente con los datos del resultado de sus actividades.

Procedimiento.- Para el cumplimiento de los objetivos de Evaluación de desempeño, la base principal será la O.T. que a su vez genera un programa de Mantenimiento, que asegure mantener en óptimo estado de operación el equipo.

Ingeniería y Mantenimiento / Sistema de Evaluación y Desempeño

Formulará un Programa de Mantenimiento anual que incluirá: reparaciones, reconstrucciones, revisiones generales, reposición de componentes y en general todos los trabajos que se puedan prever y pondrá toda su atención para realizarlos.

Coordinará con Producción la disponibilidad del equipo en forma compatible con el logro de las metas de producción, a fin de usar en forma más racional los recursos de ambos. Establecerá prioridades y fechas de terminación realistas para todos los trabajos programados. Asegurará la corrección de fallas repetitivas mejorando sus técnicas de mantenimiento para reducir costos y tiempos improductivos. Usará un sistema de reportes continuos sobre Evaluación de Desempeño para apoyar el manejo efectivo de sus actividades.

Sistema de Información Computarizada / Sistema de Evaluación y Desempeño

Desarrolla indicadores para medir la efectividad de las operaciones de Mantenimiento. Es posible que con el tiempo estos índices se tengan que ajustar (actualizar) lo que dependerá de los programas específicos, así como los componentes o actividades que se están midiendo.

Se debe tomar en cuenta la reducción de costos, los cuales se deben revisar continuamente para poder medir los logros del Programa.

Se deben fijar y medir metas para estar seguros que se lograrán los resultados deseados, por consiguiente es necesario un sistema de control de información y reportes para dar a la Administración de Mantenimiento la información de tal manera, que se pueda usar los diversos indicadores de desempeño para evaluar la Administración, efectividad y costos de Mantenimiento.

Planeador de Mantenimiento / Sistema de Evaluación y Desempeño

Es el encargado del soporte de la ejecución de los trabajos de mantenimiento en las áreas de recepción, planeación, estimación, programación y coordinación de las O.T.

Mantiene cerrada la vinculación con Producción y otros clientes de Mantenimiento, supervisión e Ingenieros de Mantenimiento.

Mejora la calidad y productividad del trabajo eliminando con anticipación los obstáculos potenciales de una ejecución eficiente del trabajo. Desarrolla toda la información específica de evaluación de desempeño, elaborando reportes y gráficas sobre índices de desempeño seleccionados que brindan a la Administración de Mantenimiento el vehículo que le permita dirigir con mejor perspectiva sus actividades.

Recomendaciones

Antes de instalar un Programa de Evaluación de Desempeño habrá que conseguir el respaldo y la colaboración de los diferentes grupos involucrados porque a menos de que se obtenga un apoyo en todos los niveles, los beneficios se verán restringidos; por lo que se requiere:

- El total apoyo de la Dirección de la Gerencia de planta y en resumen de todo el personal.
- En el caso del Sindicato, se le invitó a las reuniones de información para explicarle el programa y aclaración de situaciones. Es mejor contar con el asentimiento formal del Sindicato. Tanto los trabajadores como el Sindicato aceptarán con mayor facilidad un plan de medición del trabajo cuando se les vincula a un plan general de reducción de costos que abarque a toda la empresa, porque entonces se tratará de buscar economías en todos los aspectos y no sólo en el de Mantenimiento. Con antelación a la fecha de iniciación se efectuaron un número conveniente de reuniones con el personal para evaluar los distintos elementos y detalles del programa. Semanalmente se proporcionaron informes del desempeño de los trabajadores por medio de los supervisores, además es conveniente llevar a cabo juntas explicativas adicionales.
- Desafiar a la Administración y Supervisión de mantenimiento a que mejoren el costo de su función.
- Identificar el empleo de los materiales y accesorios de Mantenimiento para un mejor control.
- Enfocar la atención de los departamentos y unidades de alto costo, mediante un esfuerzo sostenido para minimizar estos últimos. El departamento de Mantenimiento podrá poner en obra, de una manera constante, un programa de Reducción de Costos.

III. - MEJORAR DISPONIBILIDAD DE MATERIALES Y REDUCIR INVENTARIOS

(Figura 4 de pag. 30)

Debido a la importancia de manejo de inventarios y su relación con la disponibilidad de materiales, se formó este grupo heterogéneo para unificar recomendaciones y elaborar un plan de trabajo específico.

Integrantes del equipo Mejora, Disponibilidad de Materiales y reducir inventarios:

Jefe de Almacén
Jefe de Mantenimiento Mecánico
Jefe de Producción
Supervisor Contraloría
Ingeniero de Materiales
Jefe de Compras
Superintendente Eléctrico

Metodología

1. Se definió el objetivo del equipo
2. Se hizo programa general
3. Lluvia de expectativas
4. Agrupación de expectativas
5. Objetivo Corrugados Zintro
6. Políticas
7. Procedimientos
8. Beneficios e Implementación

Objetivo del equipo

Aportar recomendaciones y elaborar un plan de trabajo que sirva para optimizar la disponibilidad de materiales del inventario de refacciones, para lograr una mejor calidad y eficiencia del Mantenimiento a las áreas de la planta.

Misión

Asegurar la disponibilidad de materiales, herramientas y equipo de mantenimiento, utilizando técnicas modernas de control de inventarios a un costo óptimo con calidad y justo a tiempo.

Alcance del sistema

Proporcionar servicio a todos los departamentos involucrados e integrar a nivel corporativo el Sistema de Control de Inventarios y asegurar Disponibilidad de Materiales justo a tiempo.

En la figura 10 se muestra la relación de la disponibilidad de materiales con el sistema de información computarizado, compras, contabilidad e ingeniería y mantenimiento.



Figura 10. Disponibilidad de materiales

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Objetivos

1. En servicio al cliente:
Seguro de producción (clase 1) 100%
2. La rotación de inventario total, dos veces por año
3. La rotación del inventario con excepción de clases 1, 2, cuatro veces por año
4. Minimizar el valor del inventario en un 10%
5. Optimizar el inventario total en un 100% (identificación, mínimo-máximo)
6. Por medio del sistema computarizado calcular en un 100% en clases 3, 5, 6 y 7 automáticamente.
7. Integrar el Comité de Materiales
8. Revisar y actualizar los procedimientos anualmente

Todos estos objetivos debieron ser alcanzados en el lapso de un año después de haber sido aprobados (excepto puntos 2 y 3 que estuvieron considerados en tres años).

j) Almacén central/Clasificación de Inventarios

(Figura 4 de pag. 30)

Clasificación de inventarios para refacciones:

Clase 1: Cuando el costo esperado de un paro de producción asociado con el no tener el artículo es mayor que el costo de mantener el artículo en el inventario, además:

- a) Cuando el proveedor normalmente no tiene en existencia el artículo
- b) Cuando el tiempo de entrega es prolongado
- c) Cuando su uso no se puede pronosticar

d) Cuando la falta del artículo pararía una pieza mayor de equipo, o un proceso

e) Cuando no se puede substituir fácilmente

Clase 2: Adquisición de artículos nuevos en existencia

Clase 3: Refacciones estándar para maquinaria y equipo, (artículos de consumo)

Clase 5: Artículos a consignación

Clase 7: Obsoletos

Clase 8: Compra de partes planeadas, no inventario

Clase 9: Partes de lento movimiento

Expectativas

- Formación de un comité que analice los problemas críticos del inventario (máximo, mínimo, punto de reorden, lento movimiento).
- Que haya un analista de partes de refacciones para estandarizar (nacional-importación).
- En materiales considerados críticos, tener un mayor seguimiento desde su reorden hasta su recepción.
- Seguimiento de partes agotadas, reordenes y adquisición de artículos en existencia nuevos (AAE).
- Realizar estudios para evaluar las necesidades de despacho en horas y días críticos.
- Revisar procedimientos de recepción-inspección-almacén
- Revisión periódica de materiales de lento movimiento para reducir inventarios
- Que toda la gente de Ingeniería y Mantenimiento esté informada de cómo funciona el almacén de refacciones.
- Realizar un estudio para facilitar la recepción de materiales pesados o peligrosos
- Analizar los equipos a los que se les da mantenimiento en paros programados para preparar con tiempo las refacciones necesarias.
- Aprovechamiento de los reportes del Sistema Computarizado de Refacciones
- Análisis de reordenes repetitivos
- Implementar un adecuado programa de recuperación de refacciones y materiales a nivel planta
- Establecer una mecánica de partes obsoletas detectadas sobre la marcha
- Aviso oportuno del usuario sobre la recepción de refacciones urgentes y estatus de la orden de compra.
- Revisión de políticas de compras en relación con proveedores
- Selección y desarrollo de proveedores
- Desarrollo de cartera de proveedores
- Seguimiento de ordenes de compra vencidas, AAE nuevos y reordenes revisados por el comité.
- Revisión por el comité a proveedores en calidad, tiempo de entrega, servicio y costo
- Cartera de proveedores por tipo de materiales con disponibilidad en su almacén
- Que los proveedores no entreguen materiales en áreas de trabajo, lo deberán hacer en el almacén de refacciones.
- Difusión y conocimiento de los programas del Sistema Computarizado
- Capacitación continua a todo el personal relacionado con la disponibilidad de materiales.
- Manejo de materiales a consignación

IV. – CONTROL DE LA UTILIZACIÓN DE MANO DE OBRA

(Figura 4 de pag. 30)

k) Planeación y programación

Integrantes del equipo: Jefe de Almacén de refacciones

Supervisor de Mantenimiento

Planeador-Instrumentos

Planeador-Eléctrico

Planeador-Mecánico

Supervisor de lubricación

Ingeniero de Mantenimiento (facilitador)

Metodología:

- Se procedió a seguir con la estrategia de Mantenimiento
- Se nombró un facilitador del equipo
- Se recibió un seminario sobre Planeación y Programación de compañía externa
- Se definió la Misión
- Se procedió a tormenta de ideas
- Se evaluaron las ideas
- Se agruparon las expectativas
- Resumen

Para un mejor desempeño del Mantenimiento es esencial un proceso de toma de decisiones encaminado hacia el futuro.

Es necesario contar con un medio por el cual la información de mano de obra y materiales se transformen en planes completos. Se debe organizar a futuro con el uso adecuado de recursos para sacar adelante un trabajo específico en forma efectiva.

En la figura 11 se muestra el concepto de Planeación y Programación.

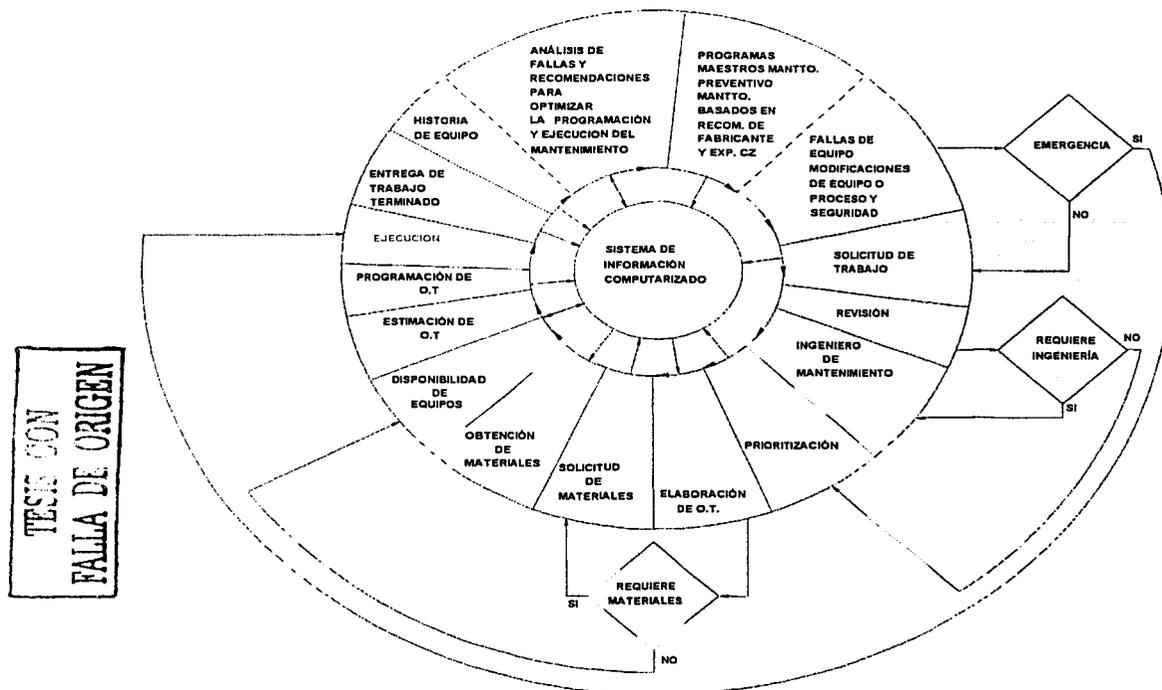


Figura 11. Concepto de Planeación y Programación

Alcance

El Sistema abarca toda la Planta considerando la fuerza de trabajo interna y/o externa para los servicios proporcionados por Mantenimiento.

Objetivos

- Lograr mediante una buena planeación el incremento del porcentaje de Mano de Obra en un 10%.
- Mejorar la disponibilidad del equipo comparando con los objetivos del Plan de Desarrollo de Mantenimiento.

Procedimientos

Debido a lo extenso del desarrollo de estos procedimientos, se mostrará a continuación un ejemplo de la técnica utilizada:

- ¿QUE?

Ejecución será responsable directo de la calidad de los trabajos solicitados en los programas de mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y rutas de inspección.

- ¿POR QUÉ?

Por la alta capacitación, adiestramiento, experiencia y capacidad en el puesto.

- NECESIDAD

Asegurar la calidad de los trabajos para tener altos índices de efectividad y disponibilidad de máquina. Hacerlo bien a la primera vez.

- ¿CÓMO?

Asignando al personal con más experiencia, capacitando continuamente al personal para incrementar su desarrollo de conocimientos y habilidades, así como también al de nuevo ingreso.

- ¿DONDE?

En áreas de trabajo

- ¿QUIÉN?

Mantenimiento – Ejecución

- ¿CUÁNDO?

Al ejecutar los trabajos (permanentemente)

Planeación

Planeación de Mantenimiento es esencialmente un proceso de toma de decisiones con una fuerte orientación hacia el futuro, dividida en cinco etapas:

1. Definición del problema
2. Identificación y desarrollo de alternativas de soluciones
3. Evaluación de alternativas de soluciones
4. Selección de la mejor alternativa
5. Se pone en marcha la mejor solución escogida

- Planeación es la mejor conversión de un Concepto en un Plan de Trabajo usando destreza técnica.
- Planeación es el medio por el cual la información de mano de obra y materiales es transformada en planes concretos.
- Planeación es la tarea de organización a futuro, con el uso de recursos para sacar adelante un trabajo específico en forma efectiva.

Flujo de la Solicitud de Trabajo:

1. El Solicitante de cualquier trabajo deberá anotar en la Solicitud de Trabajo todos sus datos y su necesidad. El mismo hará entrega de esta solicitud al departamento de Planeación, el Planeador anotará la fecha de recepción y al firmar de aceptado, automáticamente la Solicitud de Trabajo se convierte en Orden de Trabajo, a la cual le dará un número de identificación.
2. El Planeador analizará la urgencia o no de la intervención de Ejecución del trabajo contra la importancia del equipo y anotará la Prioridad de la intervención y registra para impresión, tabla 2.
3. Planeador completará la codificación del equipo anotando: planta, centro de costo, asignación (mecánico, eléctrico, instrumentos), área, número de equipo.
4. Planeador clasificará si los costos de la O.T. son a cargo de: materiales de Operación o materiales de Mantenimiento y registra para impresión.
5. Planeador clasificará el tipo de Asignación del trabajo y registra para impresión.
 - Mecánico
 - Eléctrico
 - Instrumentos
 - Proyectos
 - Contrato
 - Talleres
 - Otros: Trabajo de maquinado
Trabajo de lubricación
Trabajo de paillería
Trabajo de pintura
Trabajo de conservación de edificios, etc.

RELACIÓN DE PRIORIDADES

TIPO DE TRABAJO		EQUIPO					
		EQUIPOS QUE AL FALLAR PARA PLANTA O AFECTA LA SEGURIDAD DE SU PERSONAL	EQUIPOS QUE AL FALLAR PARA MAQUINA Y NO SE CUENTA CON EQUIPO DE RESERVA	EQUIPOS QUE AL FALLAR PARA MAQUINA Y SE CUENTA CON EQUIPO DE RESERVA	EQUIPOS Y SISTEMAS CRÍTICOS QUE AL FALLAR DEJEN FUERA A LA SECCIÓN Y PROVOQUE PARO DE MAQUINA	EQUIPOS QUE AL FALLAR NO PARAN MAQUINA PERO AFECTAN RITMO DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD	EQUIPOS QUE AL FALLAR NO REPERCUTEN EN LA CONTINUIDAD DE LA MAQUINA
		1	2	3	4	5	6
EMERGENCIA	1	1	2	3	4	5	6
SEGURIDAD	2	2	4	6	8	10	12
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	3	3	6	9	12	15	18
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	4	4	8	12	16	20	24
RUTINA	5	5	10	15	20	25	30
MODIFICACIÓN	6	6	12	18	24	30	36
PROYECTO	7	7	14	21	28	35	42
ORDEN Y LIMPIEZA	8	8	16	24	32	40	48

Tabla 2. Relación de prioridades

VALOR DE 1 A 6 EJECUTAR INMEDIATAMENTE
 VALOR DE 7 A 12 EJECUTAR DENTRO DE LAS PRIMERAS 24 HORAS
 VALOR DE 13 A 18 EJECUTAR DENTRO DE LA PRIMERA SEMANA
 VALOR DE 19 A 24 EJECUTAR MÁXIMO EN UN MES
 VALOR DE 25 A 48 EJECUTAR EN LA OPORTUNIDAD QUE SE PRESENTE

6. Planeador clasificará el Tipo de Mantenimiento
 - Preventivo
 - Predictivo
 - Correctivo
7. Planeador en base a evaluación de la fuerza de trabajo, contra la carga de trabajo decidirá junto con el Ingeniero de Mantenimiento si el trabajo solicitado lo ejecutará personal de la planta o personal contratista.
8. Planeador consulta en Historial de Equipo y de acuerdo a estadísticas de trabajos semejantes realizados anotará el tiempo estimado de duración de la intervención, así como de las horas-hombre estimadas que servirán de dato comparativo contra lo real obtenido en la ejecución del trabajo y registra para impresión.
9. Planeador consulta a Sistema de Almacén de Refacciones para verificar la existencia de las refacciones de acuerdo a las necesidades del trabajo solicitado, una vez hecha la verificación del costo de refacciones y número de PCZ (número de identificación de la refacción en almacén) de las mismas y procede a registrar para impresión.
10. Planeador hace recomendaciones de las herramientas especiales y maniobras a utilizar en la ejecución del trabajo y registra para impresión.
11. Planeador consulta en banco de datos, el desglose de los componentes del equipo a intervenir, anota sus recomendaciones y registra para impresión.

Ejemplo: Bomba de descarga del hidrapulper

Carcaza	número de PCZ
Flecha	número de PCZ
Impulsor	número de PCZ
Rodamiento	número de PCZ
Empaque	número de PCZ
Retén	número de PCZ
Camisa	número de PCZ
Etc.	

Esto es de gran ayuda para el departamento de Ejecución ya que facilitará la localización de las refacciones sin pérdida de tiempo.

12. Planeador consulta en banco de datos las especificaciones técnicas del equipo a intervenir, anota sus recomendaciones y registra para impresión si se requiere.

Ejemplo: Bomba de descarga del hidrapulper

Tipo
Impulsor
Marca
Modelo
Número de serie
Capacidad
Manual de mantenimiento
Ajustes y tolerancias
Dibujos complementarios
Número de orden de compra o proyecto
Etc.

Estos datos proporcionarán facilidad de consulta a los departamentos de Ingeniería y Ejecución de Mantenimiento.

13. Planeador hace recomendaciones de seguridad, orden y limpieza y las registra para impresión de acuerdo a necesidades de intervención.
14. Planeador hace lanzamiento de listas de verificación (rutas) de acuerdo a programas previamente establecidos de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.

Programación

Actualmente día con día se tienen metas más ambiciosas de producción, lo cual demanda tener disponible el equipo para cumplir estas metas. Consecuentemente cuando Mantenimiento tiene la oportunidad de conseguir el equipo vital, los recursos tanto humanos como materiales tienen que estar bien organizado para actuar de una manera precisa y rápida, de otra manera puede perderse la oportunidad para ejecutar un Mantenimiento adecuado.

Programar un equipo para Mantenimiento no es una acción sólo de Mantenimiento, la aprobación del trabajo y fijación de prioridades requieren de la intervención de Operación ya que la producción del equipo está en juego y Operación es responsable de ésta, por otro lado el departamento de Mantenimiento es un departamento de servicio y su responsabilidad es mantener el equipo en condiciones óptimas de operación para obtener la producción con calidad, en cantidad, en su oportunidad a un mínimo costo y con un máximo de seguridad.

La actividad de Programación de Mantenimiento es la acción en la cual un tiempo específico estimado es aplicado a un grupo de O.T. Planeadas.

Programación incluye la designación de un tiempo específico durante el cual pueden ser ejecutadas las labores de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y otras actividades.

- Planeador programa de acuerdo a frecuencias de inspección de Mantenimiento Preventivo, Predictivo (diario, semanal, quincenal, mensual) o Correctivo a ejecutar en paro de máquina.
- Planeador cita a una reunión de coordinación en la cual deberán de participar el personal responsable de Operación, Ingeniería y Mantenimiento y se analizarán una a una cada orden de trabajo; se mostrará el programa de actividades a realizar y se decidirá sobre Programación diaria, semanal, quincenal o mensual, paros mensuales a Mantenimiento y listas de verificación de Mantenimiento Predictivo.
 - Horario de paro
 - Horas de paro
 - Horario de arranque
 - Trabajos limitantes (horas)
 - Problemas repetitivos y acciones para eliminarlos
 - Prioridad de cada una de las intervenciones
 - Carga de trabajo (horas-hombre)
 - Fuerza de trabajo (horas-hombre)
 - Duración de cada una de las intervenciones (horas)
 - Algún trabajo que se tenga que ejecutar posterior a los anteriormente planeados
 - Medición de alcances de las intervenciones
 - Observaciones detalladas de los trabajos a ejecutar o de problemas específicos anteriormente presentados.
 - Refacciones faltantes y tiempos de entrega
 - Elementos especiales a utilizar (maniobras, grúas, etc.) en la ejecución del trabajo
 - La coordinación interdepartamental de trabajos (mecánicos, eléctricos, instrumentos) que no se interfieran.
 - La coordinación con contratistas en la ejecución de los trabajos

Una vez unificados los criterios y decisiones, Planeación repartirá programas a:

- Jefe de ejecución
- Jefe de área de producción
- Gerente de producción

- Gerente de ingeniería
- Superintendente de mantenimiento
- Superintendente de ingeniería
- Ingeniero de mantenimiento

Ejecución

Es de su responsabilidad, el realizar los trabajos con calidad, en cantidad y en su oportunidad a un mínimo costo y con un máximo de seguridad, así como el seguir al pie de la letra las indicaciones de Planeación e Ingeniería para un mejor logro del trabajo.

- Ejecutor reporta las refacciones usadas en la realización del trabajo, así como observaciones detalladas de cambios, modificaciones, mediciones, ajustes y tolerancias. Estos datos representan un gran valor para los datos estadísticos en el registro del Historial de Equipo.
- Ejecutor reporta el tiempo de inicio y terminación del trabajo para obtener el tiempo total de la intervención, esto servirá de dato comparativo contra el tiempo inicialmente estimado.
- Ejecutor reporta las horas-hombre reales consumidas en la ejecución el trabajo (horas normales o dobles), de igual manera anotará el número de tarjeta de quien o quienes lo realizaron.
- Ejecutor firmará al término del trabajo y anotará su nombre.
- Supervisor de ejecución habiendo cumplido con los requisitos anteriores, reportará al Jefe de ejecución sobre el trabajo realizado haciéndole las observaciones pertinentes al respecto para que éste de su visto bueno.
- Jefe de ejecución reportará a Superintendente de Mantenimiento las observaciones sobresalientes verificadas en la ejecución del trabajo (falta de refacciones, sustituciones provisionales, recomendaciones para futuras intervenciones de mantenimiento, etc.)
- El Jefe de Ejecución de Mantenimiento canalizará la O.T. terminada al departamento de Planeación, en un lapso no mayor a 24 horas para procesar la retroalimentación al sistema e iniciar el costeo real de la O.T. y dejar asentado los datos de interés en el Historial de Equipo.

Retroalimentación al departamento de planeación

1. Planeador recibe la O.T. ejecutada con la siguiente información:
 - Trabajo desarrollado y observaciones
 - Hora de inicio del trabajo
 - Hora de terminación del trabajo
 - Horas-hombre consumidas
 - Fecha de ejecución del trabajo
 - Nombre y firma del Ejecutor
 - Nombre y firma del Supervisor
2. Planeador analiza las causas probables de fallas en base al siguiente criterio:
 - Falla por arranque u operación inadecuada
 - Falla por reparación inadecuada
 - Falla por Mantenimiento Preventivo inadecuado
 - Falla por problemas de diseño (material, corrosión)
 - Falla por problemas de lubricación o enfriamiento
 - Falla por desbalanceo o desalineamiento
 - Falla por equipo sucio o tapado
 - Falla por adaptación por emergencia
3. Planeador retroalimenta al sistema, opera la información detallada para el Historial de equipo, analiza resultados para futuras acciones, hace recomendaciones y da por terminado el proceso de la O.T.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. Planeador emitirá mensualmente un reporte con la siguiente información:
 - O.T. recibidas por departamento
 - O.T. terminadas por departamento
 - O.T. en proceso de ejecución por departamento
 - O.T. pendientes por departamento
 - O.T. canceladas por departamento
5. Distribución de reportes de O.T.
 - Gerente de Producción
 - Gerente de ingeniería y Mantenimiento
 - Superintendente de Ingeniería
 - Superintendente de Mantenimiento
 - Ingenieros de Mantenimiento
 - Jefe de Ejecución

Cierre de la O.T.

- Supervisor de ejecución reporta a Jefe de ejecución sobre la terminación de los trabajos.
- Jefe de ejecución firma de Vo.Bo.
- Jefe de ejecución reporta a Superintendente de Mantenimiento
- Superintendente de Mantenimiento reporta a Gerente de Ingeniería y Mantenimiento
- Se analizan observaciones sobre: entrenamiento, capacitación, mala calidad o mal diseño de refacciones, etc.
- Se retroalimenta al sistema, se opera la información detallada para el Historial de Equipo, se analizan resultados para futuras acciones y se da por terminado el proceso de la O.T.

Historial de Equipo

Los principales propósitos que se persiguen al tener registros e historia efectivos de las reparaciones e inspecciones de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, así como de otros tipos de trabajos son:

- Crear datos históricos de costos para futura referencia
- Comparar los costos reales con los estimados
- Tener una base para poder simplificar los trabajos y para los estudios de reducción de costos.
- Proporcionar una base para establecer la posibilidad de intercambiar partes y equipos para su estandarización.
- Reunir los costos de mano de obra y materiales para cada pieza de equipo seleccionado; por tipo de mantenimiento, por fallas, por O.T., por clase o tipo de equipo, por año a la fecha, para hacer el resumen de las deficiencias atribuidas a las inspecciones de Mantenimiento Preventivo.

v. - IMPLEMENTAR ENTRENAMIENTO

(Figura 4 de pag. 30)

Integrantes del equipo Implementar Entrenamiento:

Instrumentista
Eléctrico
Relaciones Industriales
Ingeniero de Mantenimiento Mecánico
Ingeniero de Mantenimiento Eléctrico
Supervisor Mecánico
Jefe de Mantenimiento

Selección de Expectativas del Equipo de Entrenamiento:

- Capacitar a los Ingenieros de Mantenimiento para que sean estos los especialistas del equipo con relación a Ingeniería.
- Eliminar restricciones del Ingeniero de Mantenimiento para que pueda hacer Ingeniería
- Solicitar mayor participación a Proveedores para participar en el entrenamiento
- Que no haya restricción de recursos monetarios para cubrir el programa de entrenamiento.
- Que involucre el desarrollo integral de la persona
- Que la capacitación cubra necesidades para exámenes de ascenso de categoría
- Que se use material audiovisual disponible en el mercado y que se comprendan los recursos necesarios.
- Que existan programas elaborados y definidos de entrenamiento adecuados a cada especialización.
- Que hayan medios de evaluación para saber si la capacitación es efectiva
- Entrenamiento del personal de Supervisión en técnicas de manejo de personal y administración de recursos y equipos.
- Entrenamiento de personal en nuevas instalaciones o cambios
- Desarrollo de Manual de Procedimientos de cada departamento, que sea simple para ayudar a la inducción.
- Formación de biblioteca con material autodidáctico
- Que existan políticas de capacitación a nivel corporativo, que sean vigentes y que se cumplan.
- Capacitación interdepartamental entre producción, mantenimiento, compras, etc.
- Revisión y actualización de métodos de trabajo
- Conocimientos generales del proceso para brindar una mejor asistencia a producción
- Traducción oportuna de los manuales y ponerla al alcance de los usuarios
- Capacitación prioritaria en seguridad
- Reconocimiento escrito al finalizar un curso tanto para capacitados e instructores
- Formalización en apertura y clausura por parte de la más alta autoridad en el centro de trabajo.
- Crear conciencia de que cualquier proceso de mejora es a través de capacitación

I) CONCEPTO DE ENTRENAMIENTO EN MANTENIMIENTO

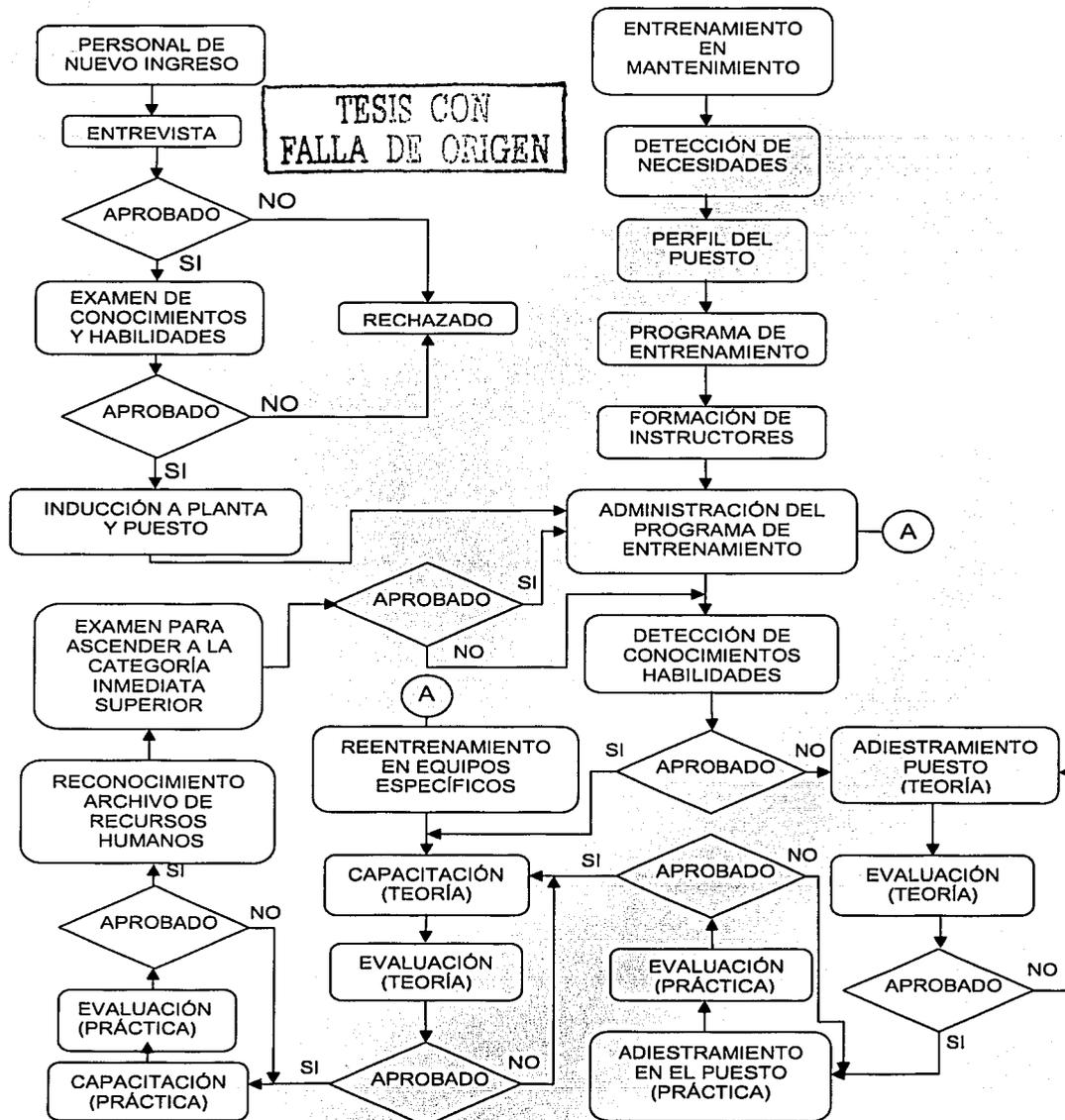


Figura 12. Concepto de entrenamiento en mantenimiento

En la figura 12 se muestra el concepto de entrenamiento en mantenimiento.

Objetivo

Entrenar al personal de Mantenimiento mediante la implantación de un programa de estructuras sistematizada, con el fin de llevar el nivel de conocimientos teórico-prácticos, en busca del mejoramiento continuo de la Planta.

Misión

Obtener el Mejoramiento Continuo del personal de Mantenimiento, incrementando sus conocimientos y habilidades a fin de lograr Calidad en todo.

m) Administración/Políticas (Figura 4 de pag. 30)

El desarrollo y mejoramiento continuo de las aptitudes y conocimientos del trabajador son esenciales para que la operación sea efectiva y así mismo el desarrollo de la empresa sea progresivo.

Para asegurar la capacitación a los trabajadores, la Planta cuenta con un Departamento de Capacitación que desarrolla internamente los cursos y programas requeridos por la Empresa y además, ayuda a los trabajadores en su desarrollo personal que los lleve a incrementar sus conocimientos, habilidades y oportunidades. Este Departamento también es responsable de los contactos con escuelas, universidades, consultores y proveedores que tengan relación con los cursos y programas para los trabajadores de la Planta.

Es Política de la Empresa:

1. Dar inducción al personal de nuevo ingreso acerca de la Empresa, de su trabajo y ponerlo en conocimiento de las normas, reglamentos y prestaciones.
2. Elaborar un programa de capacitación para el personal de Mantenimiento en sus respectivas categorías y áreas.
3. El desarrollo de la capacitación deberá ser apoyado por todo el personal involucrado

• **Política: Inducción a personal de nuevo ingreso**

El departamento de capacitación será responsable de informar a los nuevos trabajadores acerca de la historia y objetivos de la compañía y sobre los deberes y derechos de los trabajadores. Esta información se impartirá en una conferencia de inducción que se realizará durante la primera semana de trabajo.

Los supervisores de línea son responsables de continuar con la inducción de los nuevos trabajadores especialmente en lo que se refiere a los procedimientos departamentales y tareas específicas.

- El departamento de capacitación realizará conferencias de inducción cada semana para todos los obreros. Durante el proceso de contratación el departamento de reclutamiento programará la asistencia de los nuevos trabajadores a la conferencia de inducción.
- El departamento de reclutamiento coordinará la inducción del personal de nuevo ingreso e informará a los interesados.
- El Jefe del departamento solicitante, acomodará los horarios de trabajo de manera que los trabajadores puedan asistir a las conferencias de inducción.
- El jefe de ejecución indicará qué Supervisor o Supervisores darán inducción al nuevo trabajador sobre normas de calidad y seguridad, orden y limpieza tanto del departamento como demás áreas de la planta, así como de los trabajos.

• **Política: Programa de capacitación para Mantenimiento**

El programa de capacitación en Mantenimiento abarca el siguiente personal:

Personal Sindicalizado

- a) Área mecánica:
 - Mantenimiento Mecánico
 - Máquinas Herramienta
 - Mantenimiento Automotriz
 - Lubricación

- b) Departamento de Electricidad y Electrónica
- c) Departamento de Servicios
- Calderas y Efluentes

Personal no Sindicalizado (Empleados)

- a) Departamento de instrumentos
- b) Almacén de refacciones

Detección de necesidades

Para poder elaborar un programa de capacitación, se debe conocer y priorizar las necesidades en las diferentes áreas y categorías, para tal logro se deben estudiar los siguientes puntos:

- Realizar un inventario de recursos humanos
- Realizar examen sobre conocimientos técnicos en cada una de las categorías
- Realizar examen práctico sobre los equipos de cada área

Estos primeros tres incisos se efectuarán de acuerdo al perfil de la categoría y área.

Diagnóstico de la información

Analizar y evaluar la información obtenida de las diferentes fuentes para conocer el nivel de conocimientos y habilidades del personal de Mantenimiento.

Perfil del puesto

De acuerdo al análisis de la necesidad de Mantenimiento se efectuará el perfil del puesto para cada área y categoría.

Participantes

La capacitación será impartida a personal sindicalizado de Mantenimiento y a personal no sindicalizado de los departamentos de instrumentación y almacén de refacciones.

Plan de estudio

Existirá un programa sistemático que cubra las necesidades de la capacitación de Mantenimiento.

Selección de Instructores

Se seleccionarán Instructores internos y externos de acuerdo a las necesidades del programa. Todo instructor deberá contar con un suplente para cubrir posibles emergencias.

Calendario

El calendario indicará temas, fechas, hora, lugar, Instructor y Suplente de cada sesión

Formación de Instructores

Los candidatos serán capacitados en el manejo de técnicas de enseñanza adulta y desarrollo de habilidades.

Reentrenamiento en equipo crítico

El reentrenamiento se efectuará cuando se intervenga el equipo que requiera de personal especializado. Los mecánicos con máxima categoría y aquellos sobresalientes en otras categorías serán los candidatos a participar en dicho reentrenamiento.

Examen para ascender a la categoría inmediata superior

Todo aspirante a la categoría inmediata superior de cualquiera de las áreas, deberá solicitar el examen correspondiente de acuerdo al Contrato Colectivo de Trabajo vigente.

- **Política: Desarrollo de la Capacitación**

Las Gerencias de Planta, Ingeniería y Mantenimiento estarán comprometidas para asegurar la implementación y desarrollo del programa de capacitación.

El comité de Capacitación revisará y aprobará el contenido del programa así como dará difusión y supervisión al mismo.

Coordinadores de áreas

Los coordinadores de cada área (Superintendentes) apoyarán y supervisarán el desarrollo de los programas específicos.

Instructores

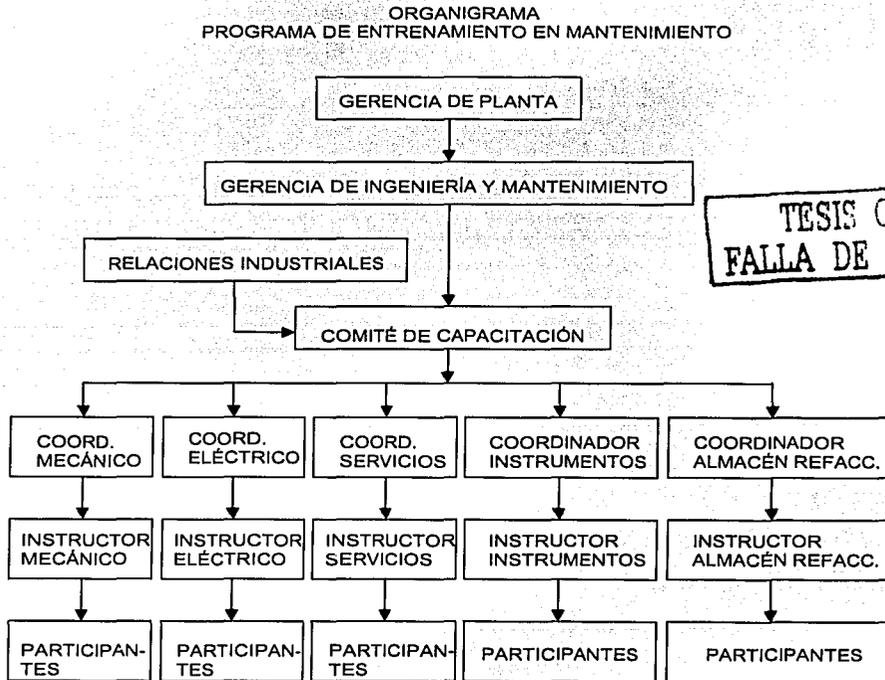
Los Instructores deberán ser personas que tengan una buena experiencia, disponibilidad y profesionalismo en el trabajo y temas a impartir.

Participantes

El personal a capacitar deberá aceptar la capacitación como beneficio personal.

Funciones del personal involucrado en la organización

1. Gerencia de Planta, Gerencia de Ingeniería y Mantenimiento.- Su función consiste en comprometerse y apoyar el Programa de Capacitación en Mantenimiento analizando y autorizando la instrucción interna y externa que se requiera para el logro positivo de los resultados.
2. Comité de Capacitación.- Este comité revisará y autorizará los Programas, material didáctico, así como la elaboración de reportes de avance y efectividad en la Capacitación.
3. Gerencia de Relaciones Industriales.- Dentro del Programa de Capacitación en Mantenimiento actuará como staff para apoyar la implementación del mismo y como mediador con el Sindicato.
4. Coordinadores por Área.- Serán los encargados de organizar al personal a su cargo para formar instructores y programar al personal que recibirá capacitación para que asistan a los cursos.
5. Instructores.- Su función es la de instruir y entrenar al personal en el aula y el campo. Es responsabilidad de los instructores asistir de forma puntual y constante a impartir capacitación.
6. Participantes.- Es responsabilidad asistir puntualmente a todas las sesiones de la capacitación, así como poner su mejor empeño para hacer del programa algo sumamente provechoso.



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Figura 13. Organigrama; programa de entrenamiento en mantenimiento.

En la figura 13 se muestra el organigrama para el programa de entrenamiento en mantenimiento.

Debido a lo extenso del contenido de cada uno de los programas de capacitación de mantenimiento, se lista como ejemplo, únicamente los títulos de los dos primeros módulos:

Módulo: Principios Técnicos Básicos

1. Seguridad, orden y limpieza
2. Calidad en todo
3. Matemáticas 1
4. Metrología 1
5. Uso de herramienta de mano
6. Uso de herramientas manuales motrices
7. Ajustes de banco
8. Selección y uso de equipo de maniobra

Módulo: Mantenimiento Mecánico No. 1

1. Mantenimiento
2. Lubricación 1
3. Transmisiones mecánicas 1
4. Metales y no metales
5. Rodamientos 1
6. Soldadura 1

A continuación se muestra el plan de estudios figura 14, con los cursos que debe acreditar el personal del área mecánica para garantizar el éxito del programa y para poder ser promovidos a la categoría superior inmediata.

PLAN DE ESTUDIO
ÁREA MECÁNICA
CURSOS QUE DEBEN ACREDITAR LAS DISTINTAS CATEGORÍAS



Figura 14. Plan de estudio Área Mecánica

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Hasta aquí se ha explicado el Plan de Desarrollo de Mantenimiento PDM, que como se mencionó al principio, fué la base o plataforma soporte para dar paso a la Aplicación del MPT.

Todas las actividades del Sistema de Administración de Mantenimiento (SAM) ya explicadas, no se llevan a cabo aisladamente, todas éstas, interactúan en conjunto para poseer un excelente sistema de MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL, como se muestra en la figura 15.



Figura 15. Interacción del PDM con el MPT

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO TERCERO: APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO

TOTAL - MPT -

ANTECEDENTES

No es desconocido que la relación entre operación y mantenimiento ha sido casi siempre conflictiva e ingrata, y a ello han contribuido algunas administraciones centradas en la "división del trabajo".

Cuando el operador recibe incentivos por producción, es debido a que su principal responsabilidad es producir, sin detenerse a considerar las necesidades y limitaciones del equipo. En muchas ocasiones, él es el culpable de los paros y las descomposturas.

Por otro lado el área de mantenimiento tiende a identificarse con la parte más desgastante y peor entendida de las empresas.

Utilizando una muy frecuente analogía con la medicina, podría decirse que es como el servicio de urgencias: los técnicos, mecánicos e ingenieros de mantenimiento suelen trabajar en las peores condiciones, improvisando al borde de la catástrofe, en las horas más inoportunas, siempre con prisa y pobremente reconocidos y remunerados.

Si hacen las cosas bien, es parte de su obligación, y eso no tiene ningún mérito especial; si se equivocan, les llueven las quejas.

El cuadro es bien conocido: el área de producción se acuerda de mantenimiento cuando las cosas se ponen incontrolables y las tareas de emergencia son las que reinan en el equipo.

Cuando estas situaciones se siguen presentando en las empresas, es mucho muy difícil por no decir casi imposible, avanzar para dar el paso hacia el **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)**. La alta dirección debe reconocer si con anticipación ha trabajado para poder conjuntar en armonía y por convicción a estos dos departamentos, así como en haber forjado una plataforma sólida y estructurada de **MEDICIÓN Y CONTROL** como soporte a la implementación del MPT.

Corrugados Zintro no fue la excepción, sin embargo fue la buena administración y la excelente visión de la Gerencia de planta quien con su ejemplo y liderazgo nos hizo comprender la importancia y el valor de cada uno de nosotros en el trabajo, también nos hizo entender que es igual de importante la labor que realiza el personal de Producción como el de Mantenimiento.

La balanza dejó de inclinarse hacia el lado acostumbrado, y trabajando paso a paso en esa plataforma de control y medición, se pudo dar el siguiente paso para la aplicación del MPT.

Si se considera que todos los sistemas del PDM (pag. 24) funcionan correctamente; es decir, que se tiene:

- Ordenes de trabajo
- Ingeniería y Mantenimiento
- Mantenimiento Preventivo / Predictivo
- Información Computarizada
- Medición de Desempeño
- Disponibilidad de refacciones y control de inventario
- Planeación y Programación
- Capacitación

Y como resultado de ello, se tiene un buen control de costos, historia de los equipos, y buen espíritu de cooperación entre los departamentos de Producción y Mantenimiento.

Como todo lo anterior se cubre completamente, se tiene el paso ideal para lograr el MPT; es decir, **no solo buscar que el equipo no falle, sino buscando que el equipo sea efectivo.**

La Aplicación del MPT no es solamente la reunión de medidas técnicas aplicadas al mantenimiento, sino también requiere de agrupar las voluntades humanas. Se trata sin lugar a dudas de un *Cambio Cultural*. Por este motivo se recomienda su manejo con claridad y conocimiento de causa, con un lenguaje simple que permita a cada uno de los trabajadores de todos los niveles, un entendimiento claro de esta filosofía. Y lo más importante, al trabajador se le debe tomar en cuenta con su herencia cultural, sus habilidades, creencias, formación moral, valores familiares, y sociales.

El MPT puede trabajar conjuntamente con otras herramientas como lo son: Análisis de las causas raíz, RCM, etc. para la eliminación de los problemas.

En la Aplicación del MPT se estará dando a los operadores mejores condiciones de trabajo higiene y seguridad, así como mayores recursos gracias a su mayor conocimiento del equipo, y como resultado de esto, mayor estabilidad en el empleo. Esto hace que los sindicatos de trabajadores encuentren en el MPT un aliado importante en la consecución de sus objetivos en beneficio de los trabajadores.

El MPT no es un sistema reglamentado, establecido o limitado. Por el contrario, se trata de un proceso de continua mejoría implantada por el sentido común y la creatividad del ser humano, siendo así un sistema de mantenimiento y productividad del presente y del futuro.

En el pasado (y no hace mucho tiempo de esto) las empresas funcionaban bien o mal dependiendo básicamente del estilo gerencial de su "líder". El concepto del líder-héroe, que lo sabía todo, que lo resolvía todo, se extendió y desafortunadamente, perdura aún en nuestros días. Sin embargo ha habido cambios significativos en varios aspectos, la educación de la gente, el acceso a la información y la competitividad.

Esta serie de cambios han dado origen a nuevos conceptos de liderazgo. Hoy ya no es líder el que acapara el poder, el control, las decisiones o la información. Por el contrario, un buen líder hoy, es aquel que genera a su entorno un ambiente favorable para que, toda la gente que conforma la organización, se capacite ampliamente y participe con su mejor voluntad y con abierta creatividad en todos los procesos.

Decisiones de equipo, responsabilidades compartidas, delegación de funciones, reconocimiento de la experiencia, son sólo algunas de las características de este nuevo estilo gerencial dispuesto a escuchar a todas voces. Es sin duda un cambio favorable que ya está dando frutos abundantes. Esa responsabilidad compartida es la base de la actividad en el MPT que nos puede llevar a resolver las pérdidas tradicionales.

El MPT abre nuestros ojos a las pérdidas que están ocurriendo a nuestro alrededor. Uno de sus objetivos es el de mantener el equipo funcionando al 100% dentro de su vida útil, así como su mantenimiento y cuidado, también fomentar conciencia en los operarios en "Yo lo uso, Yo lo cuido".

A CONTINUACIÓN SE EXPLICARÁN LAS ACCIONES REALIZADAS EN CORRUGADOS ZINTRO EN LA APLICACIÓN DEL MPT.

Es práctica sana y de resultados excelentes, que en el desarrollo de toda innovación, implementación, aplicación, sustitución, etc. de algún proceso, método, máquina, filosofía, etc. se deba pensar en los principales y posibles *Inhibidores* que puedan bloquear u obstaculizar, así mismo, las acciones que se deberán ejecutar para erradicar los mismos. Esta práctica arrojará un panorama general que nos indicará en donde se deberá trabajar arduamente.

Los posibles Inhibidores que pensamos podrían bloquear u obstaculizar la Aplicación del MPT figura 16 se mencionan a continuación, así como en el método particular de erradicación de cada uno, obteniendo lo siguiente:

Inhibidores	Método de erradicación
Falta de conocimiento	Elaboración de manuales para capacitación.
Resistencia al cambio por desconocimiento del proceso	Entrenamiento.
Resistencia al cambio por miedo	Información de otras plantas que lo han logrado.
No involucramiento	Aseguramiento de entrenamiento a todo el personal.
Falta de estímulos	Reconocimiento a los grupos de trabajo por logros obtenidos.
Falta de interés	Capacitación dinámica.
Falta de capacitación	Elaboración de programa de capacitación.
Falta de prioridad	Apoyo total Gerencial.
Mala comunicación	Difusión a todos los niveles del proceso del MPT.
Falta de consistencia	Dar estricto seguimiento al proceso de implementación.
No vencer paradigmas	Incluir en capacitación videos o películas relacionadas con paradigmas.
Falta de integración	Fomentar las actividades de Grupos de Trabajo/Sesiones del Comité de implementación.
Falta de recursos	Justificación de recursos necesarios.

Figura 16. Inhibidores y métodos de erradicación

Como se ha mencionado anteriormente, la filosofía que se siguió para la aplicación del MPT fue la del Sr. Seiichi Nakajima y como tal, se siguieron las cuatro fases y los doce pasos incluidos para su Aplicación.

Es práctica común de error el querer Aplicar al unísono el MPT en todas las áreas de una Planta, conduciendo esta decisión a un proceso largo, tedioso y sin resultados a corto ni mediano plazo produciéndose un desánimo general en todos los niveles y llegando en muchos casos al aborto del mismo.

Por esta razón se recomienda que la Aplicación se lleve a cabo en un principio en "Áreas Piloto" (el número de estas dependerá del tamaño de la planta).

En Corrugados Zintro donde laboran 1050 personas y la planta está dividida en 9 áreas de producción, se escogieron en un principio únicamente 4 áreas piloto.

En cada área piloto se formaron Grupos de Trabajo MPT, el número de integrantes de cada Grupo de Trabajo puede ser de 3 a 8 personas.

Se debe estar preparado para tres años desde la etapa de planeación hasta la etapa de estabilización.

Conforme la Aplicación va madurando y los Grupos de Trabajo van logrando su autonomía, y debido a la sinergia del proceso mismo y a los buenos resultados, poco a poco, en las otras áreas se pueden ir formando otros Grupos de Trabajo MPT.

En este Trabajo Escrito se mostrará precisamente la Aplicación del MPT en una de estas "Áreas Piloto" llamada Máquina W3.

PRIMERA FASE: PREPARACIÓN DEL MPT

Paso 1: Anuncio de la decisión tomada por la alta Gerencia de introducir el MPT

En mayo de 1996 debido a la importancia del tema a tratar, la alta Gerencia invita al siguiente grupo de personas a reunirse para anunciar oficialmente su decisión de aplicar el MPT en Corrugados Zintro en un lugar fuera de la planta, con la finalidad de concentrarnos totalmente en el tema que impartiría. De esta manera nos adentraríamos totalmente en el tema evitando interrupciones.

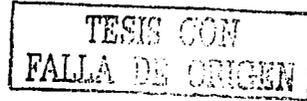
- Ingeniero de materiales
- Ingenieros de mantenimiento (mecánicos, eléctricos e instrumentos)
- Contralor
- Planeadores (mecánico, eléctrico e instrumentos)
- Ingenieros de operaciones
- Gerente administrativo
- Jefe de compras
- Coordinador del sistema integral de calidad
- Coordinador de capacitación
- Superintendente eléctrico e instrumentos
- Gerentes de producción
- Ingenieros de procesos
- Jefe de almacén de refacciones
- Jefe de mantenimiento
- Superintendente de ingeniería
- Jefe de taller de máquinas herramientas
- Superintendente de mantenimiento mecánico
- Superintendente de servicios
- Gerente de ingeniería y mantenimiento
- Supervisor de mantenimiento
- Coordinador de mantenimiento – corporativo
- Ingeniería corporativa
- Asesor externo experto en MPT

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En esta reunión la alta Gerencia nos hizo saber a grandes rasgos el objetivo y expectativas de la aplicación del MPT.

AGENDA:

1. Introducción
2. Platica de inducción
3. Video sobre MPT (fundamentos del MPT)
4. Desarrollo de expectativas
5. Presentación de conclusiones
6. Cierre del evento



El asesor externo mediante apoyo audio visual y tomando como base la filosofía de Seiichi Nakajima y sus recomendaciones para la introducción del Mantenimiento Productivo Total nos fue adentrando en la teoría, conceptos, aplicación y beneficios de esta nueva herramienta.

En el desarrollo de expectativas se formaron cuatro grupos para que mediante la técnica de lluvia de ideas se desarrollaran los siguientes temas:

Equipo 1.- ¿Qué esperas de las pérdidas por paros?

Equipo 2.- ¿Qué esperas de las pérdidas por velocidad?

Equipo 3.- ¿Qué esperas de las pérdidas por defectos de producto?

Equipo 4.- ¿Cómo hay que presentar, organizar y aplicar el MPT?

Como puede observarse las tres primeras preguntas están directamente relacionadas con las seis grandes pérdidas, por lo que la finalidad de este ejercicio fue el de crear conciencia de lo que seguramente pasaría si no lográbamos su total eliminación.

La cuarta pregunta nos daba la completa libertad como grupo de trabajo, de decidir las acciones a futuro.

Paso 2: Educación y campaña relativa a la introducción del MPT

Antes de iniciar con este segundo paso Empresa y Sindicato se reunieron para explicarles a los dirigentes sindicales la finalidad de la introducción del MPT, y establecer las áreas de oportunidad.

Haciéndoles saber en pocas palabras, que la parte más importante para el éxito de esta nueva herramienta consistiría en la cooperación total del personal sindicalizado y que beneficios tales como más capacitación, conocimiento de su propio equipo, facilidad en el desarrollo de su trabajo, aprendizaje de trabajo en equipo y desarrollo de habilidades personales entre otros eran inminentes, en otras palabras, que el personal sindicalizado podría desempeñar tareas que demandarían un más elevado nivel de conocimiento técnico, teniendo la oportunidad de estar mejor preparados en un mercado laboral que ha comenzado ya a requerir esa clase de experiencia.

Ante este planteamiento el Sindicato aceptó de buen agrado esta nueva herramienta.

La promoción del MPT hacia todo el personal (sindicalizados y empleados) se dio primeramente con la entrega de pequeños folletos explicativos como el que se muestra en la figura 17, esto con la finalidad de que todo el personal a todos los niveles se enteraran de que esta nueva herramienta se pondría en práctica.

Primeramente se preparo una plática para capacitar a jefaturas y mandos intermedios (supervisores tanto de producción como de mantenimiento).

Seguidamente se comenzó con el "Entrenamiento a Entrenadores" (train to trainer), este grupo de entrenadores formado por 15 personas, fueron los responsables de dar las pláticas de inducción del MPT a todo el personal de planta.

En una de nuestras salas de capacitación con capacidad de hasta 150 personas se dieron aproximadamente nueve sesiones (hasta cubrir a la totalidad de los trabajadores) sobre la decisión de la Gerencia de aplicar MPT.

Posteriormente, en sesiones con asistencia de no más de 20 trabajadores por vez, durante los siguientes meses se dio inicio al proceso de educación y entrenamiento, con material de apoyo escrito y presentaciones de películas del desarrollo y teoría del MPT, buscando siempre que todo el personal se identificara y empezara a compartir los propósitos que se buscaban con la aplicación del MPT y de lo que debe significar para la organización la incursión en esta efectiva y productiva filosofía y herramienta de trabajo.

Especial énfasis se tuvo al explicar los objetivos del MPT siendo estos: **“Cero accidentes, Cero pérdidas por paros, Cero pérdidas por defectos de calidad, y Cero contaminación ambiental”**.

Para algunas presentaciones se invitó a gente de otras empresas en donde su aplicación del MPT estaba más avanzada, para que nos compartieran sus experiencias y al mismo tiempo que nos diéramos cuenta que otras empresas estaban en proceso de lograrlo.

FOLLETO DE INFORMACIÓN

CORRUGADOS ZINTRO

Bienvenidos

AL NUEVO ENFOQUE DE MANTENIMIENTO

MPT

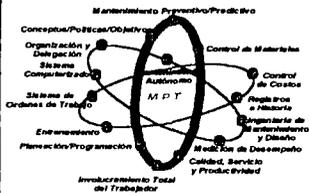
MPT ES MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL REALIZADO POR TODOS LOS QUE LABORAMOS EN CORRUGADOS ZINTRO



1

LA MISIÓN DEL MPT ES

EFICIENTAR NUESTROS PROCESOS PROMOVRIENDO EL TRABAJO EN EQUIPO DEL PERSONAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD.



AL IMPLEMENTAR EL MPT LO QUE QUEREMOS ES ELIMINAR LAS 6 GRANDES PÉRDIDAS LAS CUALES SE AGRUPAN EN:

- PÉRDIDAS POR PAROS
- PÉRDIDAS POR VELOCIDAD
- PÉRDIDAS POR CALIDAD

2

PARA TODOS LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA, EL OBJETIVO DEL MPT ES:

LOGRAR UN MÍNIMO DE 85% DE EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO

EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA OPERADORES TIENE DOS PREMISAS

- 1) LOS OPERADORES DEBEN COMPARTIR LA RESPONSABILIDAD DE MANTENER SU PROPIO EQUIPO.
- 2) EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DESTINARA MÁS TIEMPO EN MEJORAR EL DISEÑO Y EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

LOS PASOS PARA IMPLEMENTAR EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO SON:

1. LIMPIEZA INICIAL
2. ELIMINAR LAS CAUSAS DE SUCIEDAD.
3. DESARROLLAR ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN.
4. INSPECCIÓN GENERAL
5. INSPECCIÓN AUTÓNOMA
6. ORGANIZACIÓN Y ORDEN
7. IMPLEMENTACIÓN PURA Y AUTÓNOMA

3



SI QUEREMOS LOGRAR CERO FALLAS EN NUESTROS EQUIPOS DEBEMOS TOMAR LAS SIGUIENTES MEDIDAS

1. MANTENER BIEN REGULADAS LAS CONDICIONES BÁSICAS DEL EQUIPO. (LIMPIEZA, LUBRICACIÓN Y APRIETE DE TORNILLOS).
2. ADHERENCIA A LOS PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN.
3. RESTAURAR EL DETERIORO
4. MEJORAR PUNTOS DÉBILES DE DISEÑO.
5. MEJORAR LA OPERACIÓN Y CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO (PREVENIR ERRORES HUMANOS).

4

- EVITAR ERRORES DE OPERACIÓN.
- EVITAR ERRORES DE REPARACIÓN.

TODOS SOMOS RESPONSABLES DE NUESTRO EQUIPO

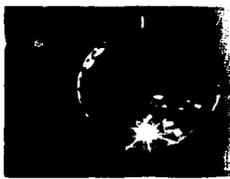
DENTRO DEL MPT LA NUEVA FUNCIÓN DE LOS OPERADORES ES:

1. PREVENIR EL DETERIORO
2. MEDIR EL DETERIORO USANDO LOS CINCO SENTIDOS.
3. REPARACIONES BÁSICAS DEL EQUIPO.

5

LA NUEVA FUNCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DENTRO DEL MPT ES:

1. MANTENER EL EQUIPO
2. MEJORA DEL EQUIPO
3. DESARROLLAR OTRAS ACTIVIDADES.



LA PARTICIPACIÓN DE TODOS LOS QUE LABORAMOS EN CORRUGADOS ZINTRO ES DE VITAL IMPORTANCIA PARA EL ÉXITO.

6

Figura 17. Folleto de información MPT

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Paso 3: Creación de la organización para promover el MPT

En este paso la alta Gerencia crea el Consejo de Mantenimiento Productivo Total MPT, el cual está integrado por las siguientes personas:

- Gerente de Planta
- *Coordinador del Sistema Integral de Calidad*
- Gerentes de Producción
- Gerente de Ingeniería y Mantenimiento
- Superintendente de Mantenimiento
- Superintendente de Instrumentos y Eléctrico
- Superintendente de Servicios
- Ingenieros de Operaciones
- Ingeniero de Capacitación
- Jefe de Taller Mecánico
- Conductor de Máquina
- Ingenieros de Mantenimiento

Después de haberse creado este consejo de MPT, se nombran a los Ingenieros de Mantenimiento Coordinadores de Aplicación de este programa, teniendo como responsabilidades la promoción del mismo, la formación de Grupos de Trabajo para la eliminación de las seis grande pérdidas y ser las conexiones entre niveles facilitando la comunicación horizontal y vertical.

Cabe hacer mención que la alta Gerencia nombra como responsables directos del MPT a los Gerentes de Producción y no a alguien del departamento de Mantenimiento como podría pensarse.

Esta decisión puede causar extrañeza para aquel que esto lee, porque lo más lógico es que se pensara que como su nombre lo indica "MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL" fuera responsable directo alguien del Departamento de Mantenimiento, sin embargo andando el camino se ve que esta decisión es muy acertada ya que el personal de producción ve en su líder el interés y se crea una atmósfera de cooperación e involucramiento, además ¿quiénes son la base del Mantenimiento Autónomo? así es, el personal de Producción.

De otra manera el personal de producción podría haber pensado que era una imposición por parte del departamento de Mantenimiento y esta atmósfera de cooperación e involucramiento tal vez no se hubiera dado.

La siguiente actividad importante fue la creación de la estructura organizacional, como soporte de la aplicación del MPT, la cual se muestra en la figura 18.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORRUGADOS ZINTRO

COMITÉ DE APLICACIÓN DEL MPT ORGANIGRAMA

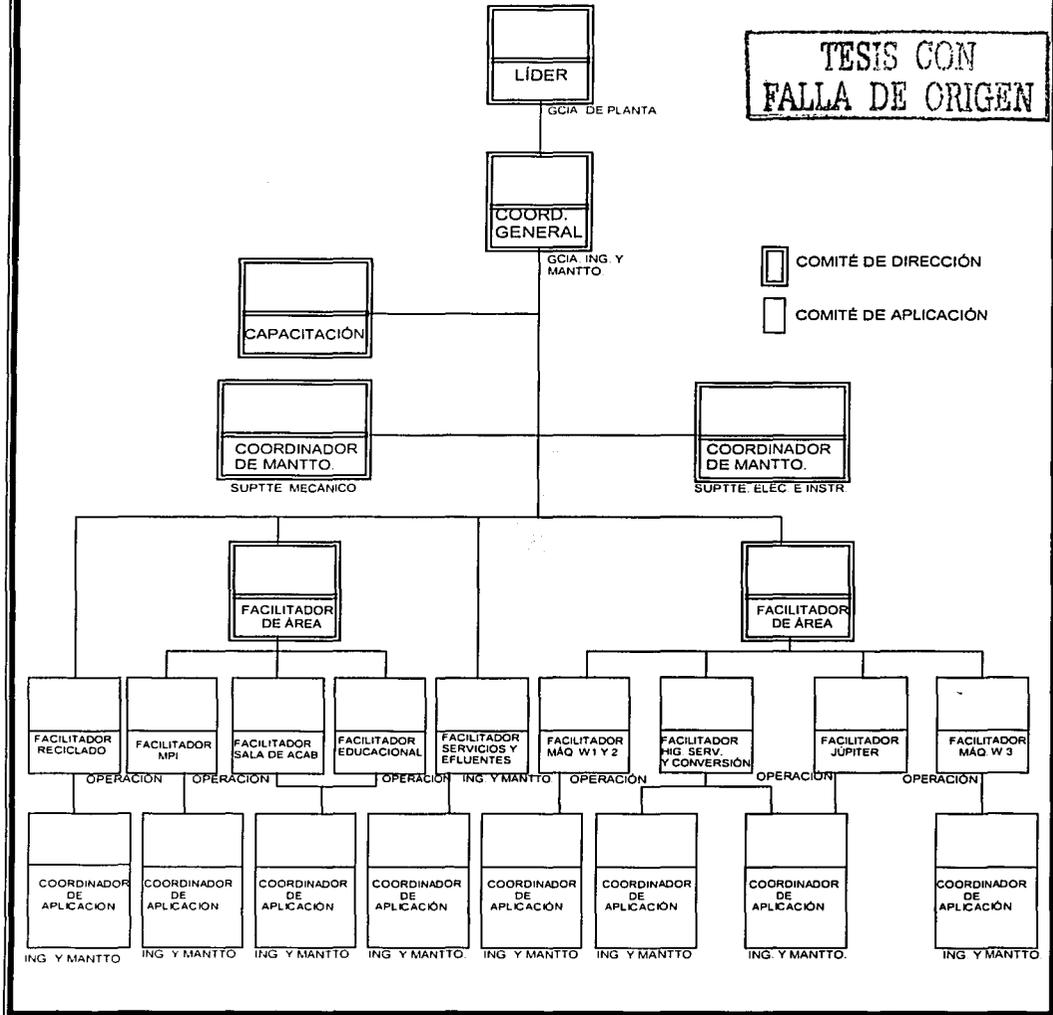


Figura 18. Organigrama del Comité de Aplicación del MPT

Una vez definido el comité de Aplicación del MPT, el siguiente paso fue desarrollar la "Matriz de Roles y Responsabilidades en el proceso del Mantenimiento Productivo Total". Esta "Matriz de Roles y Responsabilidades en el proceso del Mantenimiento Productivo Total" juega un papel muy importante ya que es donde se especifican claramente los roles del *Comité de Dirección* y del *Comité de aplicación*.

CORRUGADOS ZINTRO

MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES EN EL PROCESO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ROLES	Asesoran la implementación de todo el proceso, soportando con recursos y la dirección necesarios. Con base en una Visión a futuro, instruyendo y asesorando a los Grupos de Trabajo.				Liderean el Proceso de Aplicación del MPT en la Planta. Desarrollando, adaptando y dando seguimiento a sus respectivos planes de trabajo. Proveen apoyo y asesoría a los Grupos de trabajo, de acuerdo al plan de trabajo integrado de cada área.				
	COMITÉ DE DIRECCIÓN				COMITÉ DE APLICACIÓN O IMPLEMENTACIÓN				
RESPONSABILIDADES	Lider del Proceso MPT Gerente de Planta	Coordinador General Gte. Ingeniería y Mantenimiento	Coordinador de Mantenimiento Superintendentes de Ingría y Mantto	Facilitador de Área	Coordinador de Aplicación Ing. de Área	Coordinador de Comunicación Rec. Humanos	Facilitador del MPT De Área	Facilitador de TOP Lider del Grupo de Trabajo	Miembro del Grupo de Trabajo
Difusión de la Política, Meta y Objetivos / Filosofía	X	X	X	X	X	X			
Identificación y eliminación de Inhibidores	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dirigir la Implementación del Proceso del MPT	X	X	X	X	X		X		
Reporte de Progreso vs Plan de Implantación	X	X	X	X	X	X			
Revisión de Progreso vs. Niveles del MPT	X	X	X	X	X	X	X		
Autoevaluación de Avances del MPT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elaboración y Mantenimiento de Procedimientos			X		X		X		
Desarrollar e implantar la difusión del MPT	X	X	X	X	X	X	X		
Administración de Medibles del MPT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Proveer apoyo a los Grupos de Trabajo	X	X	X	X	X	X	X	X	
Capacitación y Entrenamiento en MPT	X	X	X	X	X				
Implantación de Técnicas y Herramientas del MPT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mantener y monitorear información del MPT	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Incorporar Lecciones y Mejores Practicas aprendidas		X	X	X	X		X	X	X
Coordinación de Evaluación del MPT			X		X				
Desarrollo y seguimiento de Mejoras			X		X		X	X	X
Solicitud y obtención de recursos	X	X	X	X	X				
Reconocimiento a Implantación de Ideas	X	X							
Identificación de Costos-Beneficio					X	X	X	X	X
Ser Agente del Cambio	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recorridos a piso para seguimiento y soporte	X	X	X	X	X		X		
Mantener la Estrategia de Comunicación y Difusión del Proceso del MPT en la Planta	X	X	X	X	X	X			

Responsabilidad Aplicable = X

Tabla 3. Matriz de roles y responsabilidades

Formación de Grupos de Trabajo MPT:

La Máquina W3 trabaja las 24 horas de 361 días del año, el total de personal de Producción que opera esta planta es el siguiente:

- 18 Trabajadores sindicalizados
- 5 Supervisores o conductores de máquina, no sindicalizados
- 1 Superintendente de operaciones
- 1 Ingeniero de proceso
- 1 Clerk

Los turnos de trabajo son tres para cubrir las 24 horas del día, el primero de 7 a 15 hrs., el segundo de 15 a 23 hrs. y el tercero de 23 a 7 hrs.

Cada tripulación está integrada por cinco trabajadores sindicalizados y dirigidos por un supervisor o conductor de la máquina no sindicalizado.

Se formaron tres Grupos Naturales de Trabajo MPT (uno en cada turno), cada uno integrado por 8 personas: 5 operadores, 1 conductor, 1 mecánico y 1 eléctrico.

Cada una de estas personas debe jugar una función específica dentro del Grupo de Trabajo MPT. A continuación se da un ejemplo del formato utilizado para definir dichas funciones. Se recomienda adecuar este formato a las necesidades particulares de cada área o máquina.

Los integrantes del Grupo de Trabajo de MPT decidirán por ellos mismos sus funciones y tiempo de permanencia como coordinadores de su asignación, figura 19.

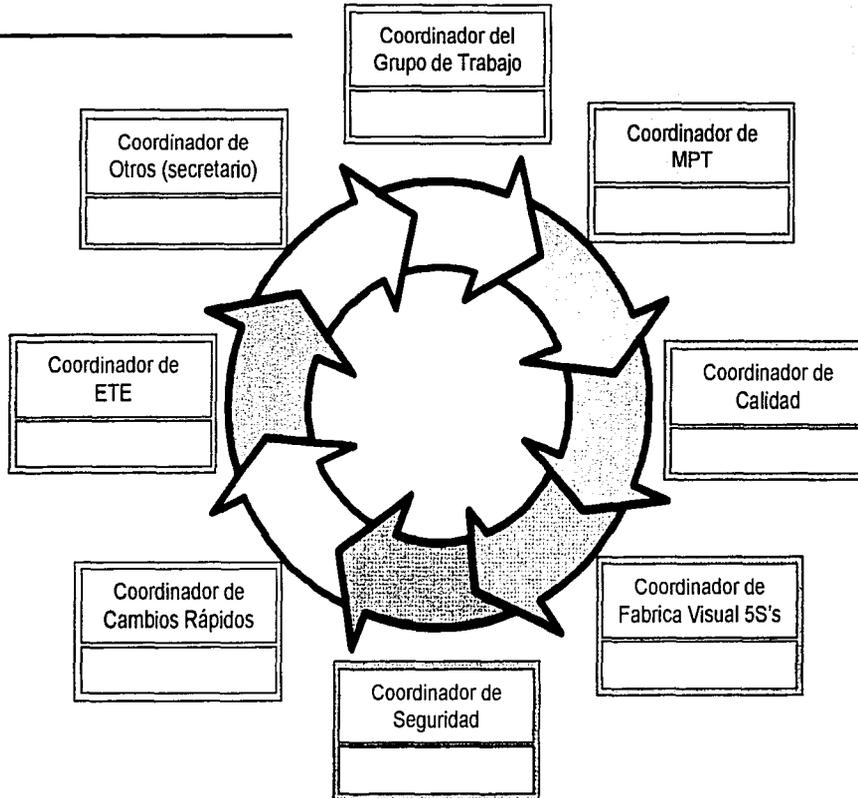
Estas funciones no son permanentes y se estarán cambiando con cierta frecuencia, cualquier integrante del Grupo de Trabajo de MPT deberá ser capaz de desempeñar cualesquiera de las otras funciones, de aquí la importancia de la capacitación continua que se debe estar dando al personal.

CORRUGADOS ZINTRO

Grupo de Trabajo: _____

Fecha de Emisión:
Fecha de Revisión:

Área: _____



TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

Coordinador del Grupo: _____

Facilitador de Área: _____

Facilitador de Máquina: _____

Responsable: _____

Representante Sindical: _____

Coordinador de Aplicación: _____

Fecha de Emisión:
Fecha de Revisión:

Formato: ZMPT-002

Figura 19. Funciones de integrantes del grupo de trabajo MPT

Cada Grupo de Trabajo de MPT que se forme deberá tener nombre propio, y definirá en primera instancia cual es su Visión y su Misión, figura 20.

CORRUGADOS ZINTRO

Grupo de trabajo

“Nombre del Grupo”

Área:

Fecha de Emisión:
Fecha de Revisión:

VISIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO:

MISIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO:

INTEGRANTES DEL GRUPO DE TRABAJO:

Fecha de Emisión: Responsable: Formato: ZMPT-001
Fecha de Revisión:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 20. Formato del Grupo de Trabajo; Visión-Misión

El Grupo de Trabajo de MPT deberá también definir quién o quienes pudieran ser sus Proveedores Internos, Clientes Internos y de éstos los Clientes Externos, figura 21.

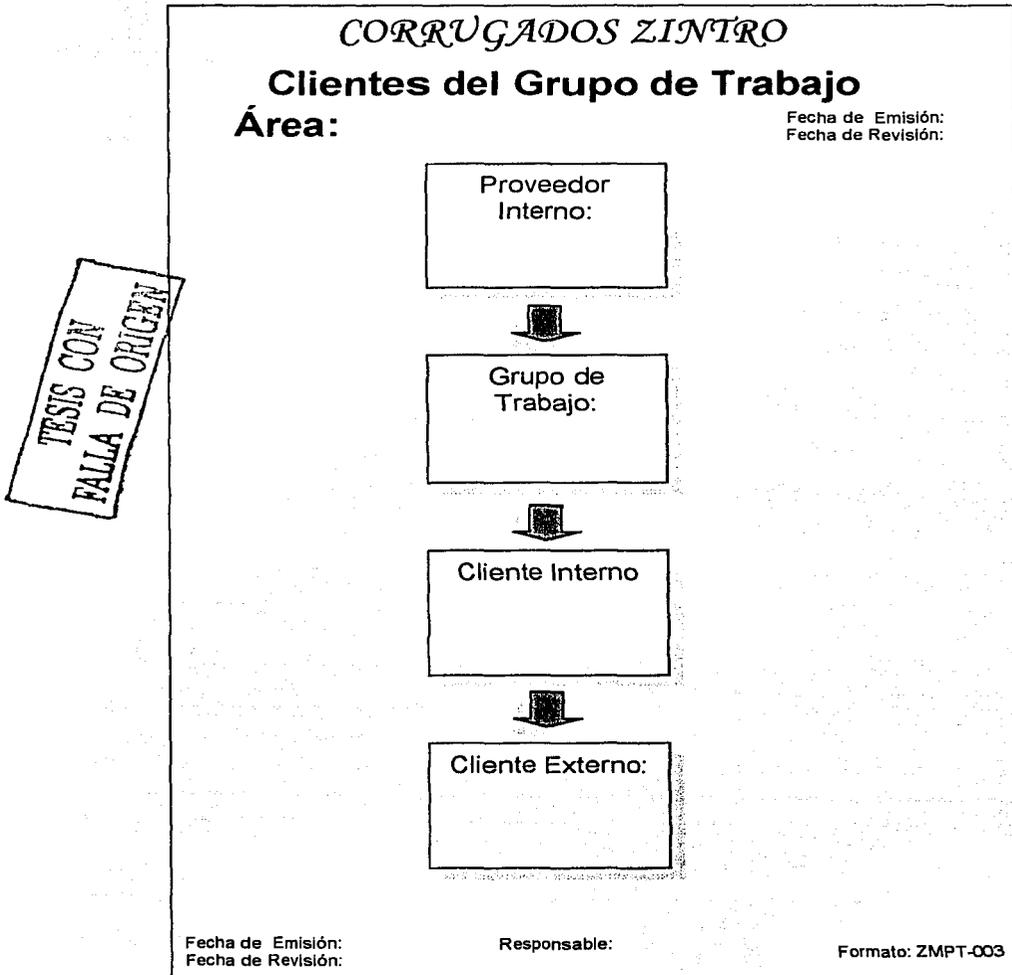


Figura 21. Clientes del Grupo de Trabajo

El Grupo de Trabajo de MPT deberá reunirse en su área de trabajo (a pie de máquina) en un lugar diseñado para tal fin, todos los días por no más de 20 minutos para la revisión objetivos, proceso, calidad, mantenimiento, nuevos proyectos, etc., iniciando siempre con el tema de seguridad. Una minuta deberá ser levantada, figura 22.

CORRUGADOS ZINTRO
Reuniones del Grupo de Trabajo
Agenda / Minuta

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Fecha de Emisión:
Fecha de Revisión:

VALORES DE SEGURIDAD :

- A) La integridad física no debe comprometerse y es responsabilidad de todos.
- B) La seguridad tiene alta prioridad y reconocemos las actividades positivas.
- C) Nadie debe afectar la seguridad individual y reprobamos las malas prácticas.

SEMANA # : _____

FECHA: _____
HORA: _____

<p>AGENDA DEL DIA:</p> <p>1.- SEGURIDAD (COMENTAR LOS VALORES DE SEGURIDAD)</p>
<p>MINUTA:</p>

FIRMA DEL SECRETARIO : _____

Fecha de Emisión:
Fecha de Revisión:

Responsable:

Formato: ZMPT-004

Figura 22. Reuniones del Grupo de Trabajo

En las reuniones se pasará una lista de asistencia para llevar registros formales de participación, figura 23.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CORRUGADOS ZINTRO				Fecha de Emisión:
LISTA DE ASISTENCIA GENERAL				Fecha de Revisión:
Evento: _____				
Fecha: _____				
#	Nombre	ID No.	No. Depto.	Ext. Tel.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
			Período de Retención: 3 años	

Fecha de Emisión: _____

Formato: ZMPT-005

Fecha de Revisión: _____

Responsable: _____

Figura 23. Lista de asistencia general

Paso 4: Establecer Políticas y Metas para el MPT

En este paso el Comité de Aplicación del MPT trabajó en el desarrollo de la elaboración de la Política, Meta y Filosofía del MPT, figuras 24, 25 y 26.

CORRUGADOS ZINTRO
POLÍTICA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
(MPT)

Corrugados Zintro consciente de la responsabilidad que tiene con sus accionistas, empleados, obreros, comunidad y sociedad en general esta comprometida en:

- ❖ *Mantener un crecimiento sano y sostenido.*
- ❖ *Participar en negocios de rentabilidad atractiva.*
- ❖ *Ofrecer al mercado productos y servicios de calidad que satisfagan plenamente las necesidades de sus clientes, y consumidores finales.*

Siendo responsabilidad de todo el personal de la Planta el involucrarse y comprometerse en un proceso planeado y sistemático de mejoramiento continuo en todas las actividades que realiza.

Estamos convencidos que a través de la Aplicación del proceso del Mantenimiento Productivo Total "MPT" podemos robustecer y soportar los objetivos del negocio, enfocándonos a incrementar el desempeño de los equipos de manufactura en forma estable, efectiva y confiable para sostener los actuales y mejores tiempos de manufactura y como consecuencia el incremento de calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 24. Política del MPT

CORRUGADOS ZINTRO

META DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)

El Mantenimiento Productivo Total "MPT" es un programa para desarrollar prácticas mejoradas de Mantenimiento en la compañía a través de actividades de grupos de trabajo.

Para Corrugados Zintro los fundamentos del MPT son maximizar la seguridad, la efectividad total del equipo y su confiabilidad, al mismo tiempo que se mejore la calidad del producto al incrementar el desempeño del equipo adoptando el "Concepto Cero" como una filosofía de trabajo para lograr cero accidentes, cero defectos, cero tiempo perdido, cero desperdicios, cero contaminación ambiental y lograr un costo mínimo del ciclo de vida de los equipos.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Figura 25. Meta del MPT

CORRUGADOS ZINTRO

FILOSOFÍA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)

Nuestra Filosofía de Mantenimiento es mejorar diariamente nuestra maquinaria, instalaciones y procesos, para garantizar una operación Segura y Confiable, basada principalmente en el involucramiento de la Gerencia y el Sindicato, soportado por una fuerza de trabajo dedicada y entrenada para incrementar en nuestros equipos la productividad y la confiabilidad asegurando la Calidad de los productos que manufacturamos.

Enfocarnos a disminuir las 6 Grandes Pérdidas de nuestra maquinaria mediante el involucramiento de las áreas productivas y de servicio.

Sabemos que solo planeando y manteniendo nuestras instalaciones y equipos en óptimas condiciones operativas, podremos lograr un mantenimiento de Clase Mundial, con un enfoque netamente Preventivo.

Nuestra Prioridad es:

Reducir a Cero el Mantenimiento Correctivo y enfatizar el Predictivo.

Figura 26. Filosofía del MPT

Otra de las actividades dentro de este paso 4 es el establecimiento de metas. Para fijar objetivos alcanzables, debe medirse y comprenderse el nivel actual y características de las averías y porcentajes de defectos de proceso por pieza o equipo. A continuación en la tabla 4, se muestra el Análisis de Condiciones Existentes y Establecimiento de Metas.

CORRUGADOS ZINTRO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE CONDICIONES EXISTENTES Y ESTABLECIMIENTO DE METAS

	ESTADO ACTUAL 1996	META 1997	META 1998	META 1999	META 2000	META 2001	META 2002
1.- REDUCIR FALLAS	314 (No. fallas/año)	20%	15%	10%	10%	10%	10%
		251	213	191	171	153	137
2.- REDUCIR INCIDENCIA DE FALLAS CON AFECTACION A PARO DE PLANTA Y/O EQUIPO	41.4 (Ref. 1; %) 130 FALLAS	25%	25%	25%	25%	25%	25%
		97	72	54	40	30	22
3.- INCREMENTAR DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	89.89%	92%	92%	92%	92%	92%	92%
4.- INCREMENTAR RENDIMIENTO DEL EQUIPO (EFECTIVIDAD)	76.24%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
5.- INCREMENTAR PRODUCCIÓN	78043 TONELADAS	10%	5%	5%	5%	5%	5%
		85847	90139	94646	99378	104347	109564
6.- INCREMENTAR CALIDAD DEL PRODUCTO Y/O PROCESO	81.19%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
7.- REDUCIR MERMA EN EL PROCESO	18.81 (%) 14680	1%	1%	1%	1%	1%	0%
		858	901	946	993	1043	0
8.- LOGRAR ETE	55.60%	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52	86.52
9.- INCREMENTAR SUGERENCIAS DE MEJORA	0.16 (no. sug./persona)	20%	20%	20%	25%	25%	25%
		0.19	0.22	0.26	0.32	0.40	0.50
10.- REDUCIR ACCIDENTES (INDICE DE FRECUENCIA)	5.27	0	0	0	0	0	0

Tabla 4. Análisis de Condiciones Existentes y Establecimiento de Metas

Paso 5: Plan Maestro para Desarrollar el MPT

En este paso es indispensable la elaboración de un "Plan Maestro de Aplicación MPT" con la finalidad de crear un compromiso apegándose al mismo, así como de tener los suficientes elementos para poder evaluar su avance, desarrollo y cumplimiento.

En la tabla 5, se muestra el "Plan Maestro de Aplicación MPT".

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORRUÇADOS ZINTRO PLAN MAESTRO DE APLICACIÓN MPT

TERCERA FASE: APLICACIÓN

Evento	Punto Importante	1996					1997					1998					1999								
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
7.- Efectividad de equipos	Reducir las fallas a cero																								
8.- Desarrollar programa de Mantto. autónomo	Promover los siete pasos y diagnósticos																								
9.- Revisión del programa de Mantto. Planeado	Programas de Mantto. Preventivo/Predictivo																								
10.- Capacitación desarrollo de habilidades para Operación y Mantto.	Entrenar lideres y estos comuniquen información a miembros de equipo																								
11.- Desarrollo de la administración inicial del equipo	Costos del ciclo de vida, prevención del Mantenimiento																								

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUARTA FASE: ESTABILIZACIÓN

Evento	Punto Importante	1996					1997					1998					1999								
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
12.- Aplicación completa y optimización del MPT	Evaluaciones, objetivas y fijar objetivos más altos																								

Tabla 5. Plan Maestro de Aplicación del MPT

SEGUNDA FASE: IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR MPT**Paso 6: Lanzamiento del MPT**

También llamado "disparo de salida", propiamente este es el primer paso para la aplicación, en otras palabras, el comienzo de la batalla para erradicar las 6 grandes pérdidas.

Para este evento la alta Gerencia reúne a todo el personal y representantes sindicales para hacernos saber que a partir de esta fecha en donde se da oficialmente el lanzamiento del MPT todos debemos cambiar, empezando desde nuestras rutinas tradicionales de trabajo y nos conmina a poner todo nuestro empeño en que debemos practicar el MPT.

Nos mencionó también la Meta, Filosofía y Políticas del MPT, finalizando con un resumen del trabajo cumplido durante la Fase de Preparación y de los objetivos que se deberán cumplir, deseando que esta Aplicación sea todo un éxito.

TERCERA FASE: APLICACIÓN MPT**Paso 7: Mejorar efectividad de equipos**

En la Etapa de Preparación se empezaron a escuchar algunos comentarios por parte del personal tanto sindicalizado como de confianza que dudaban que el MPT pudiese aportar algo nuevo. Afortunadamente estos comentarios fueron los menos. Sin embargo se debía hacer algo relevante y en corto tiempo para demostrar a aquellos que lo dudaban y motivar aún más a aquellos que lo adoptaron; desde un principio que el MPT produciría resultados positivos incrementando la seguridad, productividad, calidad, el trabajo en equipo, mejorando la comunicación y reduciendo costos.

Éxito en términos de lograr que el equipo alcance su máxima capacidad y productividad, éxito en que la actitud del operador sea "orgulloso propietario" y éxito en el logro de confiabilidad y mantenibilidad óptimas, lo que se traducirá en ganancias para toda la organización. Recordemos que todo el mundo quiere ser parte del éxito.

Es importante contar en este Grupo de Trabajo piloto con personal bien seleccionado, que se interese por las cosas nuevas, que sea positivo y que le guste cooperar. De esta manera se buscó despertar el interés de los operadores, ayudantes, supervisores, etc.

Previo a esto hay que comentarles que está por comenzar un evento muy importante para la organización, como realmente lo es. También se les comentará que el MPT les permitirá hacer su trabajo *más fácil, seguro y eficiente*. Se les dirá que en el nuevo sistema, *lo más importante son sus opiniones, puntos de vista y participación activa*, y que quienes decidan participar, recibirán capacitación y entrenamiento adecuados que les permitirán tener una mayor *capacidad de decisión*. Luego de compartir esta información con ellos, les debemos preguntar si les interesaría tener la oportunidad de participar. Solo en caso afirmativo se les debe considerar para invitarles al Grupo de Proyecto piloto. Si somos capaces de tratar este proceso de motivación, seguramente estarán deseosos de iniciar su participación.

De esta manera y para demostrar la efectividad del MPT y crear confianza en el mismo, se formó un Grupo de Trabajo piloto interdisciplinario integrado por siete personas:

Un mecánico, un electricista, un instrumentista, un conductor de máquina, un operador de máquina, un ingeniero de mantenimiento, y un supervisor de mantenimiento.

Para la selección del equipo es conveniente que se trate de una máquina o sistema con alta visibilidad, que se encuentre de preferencia en un lugar que todo el personal de la planta lo note.

Desde luego será muy beneficioso atacar primero aquellas máquinas que los gerentes de cada área consideran críticas. Especialmente si se trata de una máquina que ha estado dando recientemente más problemas de lo habitual.

La máquina llamada Lapeadora es seleccionada para incrementar su ETE ya que cumplía al pie de la letra con las características antes mencionadas, es una máquina con alta visibilidad, con fallas repetitivas y clasificada como equipo restrictor.

Los trabajos realizados en esta máquina estuvieron basados principalmente en los tres primeros pasos del Mantenimiento Autónomo para llevarlo a sus condiciones originales. Posteriormente se realizó el proceso de RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) con la finalidad de revisar y establecer un sistema total de tareas de Mantenimiento, y de esta manera evitar caer en el viejo adagio:

“De nada sirve hacer las tareas correctamente, si no son las tareas correctas”

Al terminar el proceso de RCM, una de las acciones arrojadas fue que deberíamos trabajar en el rediseño del brazo principal de movimiento de lapeo incluyendo sus rodamientos. Como se ha mencionado anteriormente, el MPT tiene la accesibilidad de trabajar a la par con un sinnúmero de filosofías procesos y herramientas.

Recordando la definición del RCM:

“Es un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente”.

A medida que se va avanzando con proyectos exitosos, es necesario hacer la mayor difusión posible de las mejores prácticas y de los beneficios obtenidos por quienes participaron, en que medida se redujo el trabajo, el riesgo o los tiempos perdidos. Resulta fácil conseguir esos resultados y vale la pena que todos en la organización los conozcan, para que cuando a la demás gente le toque participar lo hagan interesados en beneficiarse ellos también.

Una de las grandes ventajas administrativas del MPT es que se establece un proceso de documentación, el cual nos ha sido particularmente positivo para procesos de certificación. Como es sabido, estos estándares requieren de una clara especificación escrita de los procesos, así como de su puntual seguimiento.

“Decir lo que se hace, y hacer lo que se dice”, entendiéndolo que este “decir” es por escrito.

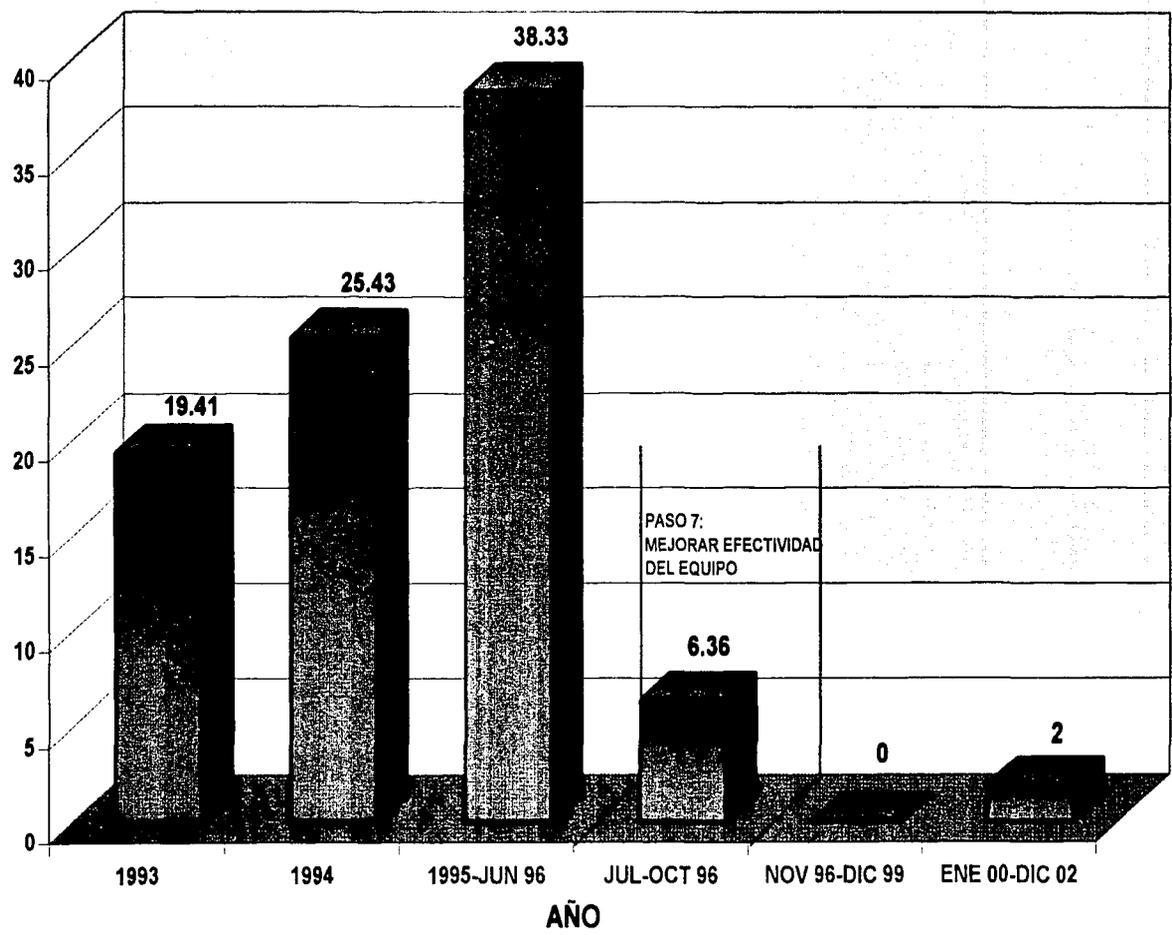
Debe quedar claro que el “despegue” de Aplicación del sistema MPT se basará no sólo en el éxito que logremos en el proyecto piloto, sino en hacer que todo mundo se entere. Como las gallinas: “No basta poner el huevo, hay que cacaraquear”.

Este proyecto piloto fue desarrollado y completado en un período de tiempo de 4 meses debido al rediseño del brazo de lapeo. En las graficas 1 y 2 se muestran los resultados obtenidos.

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

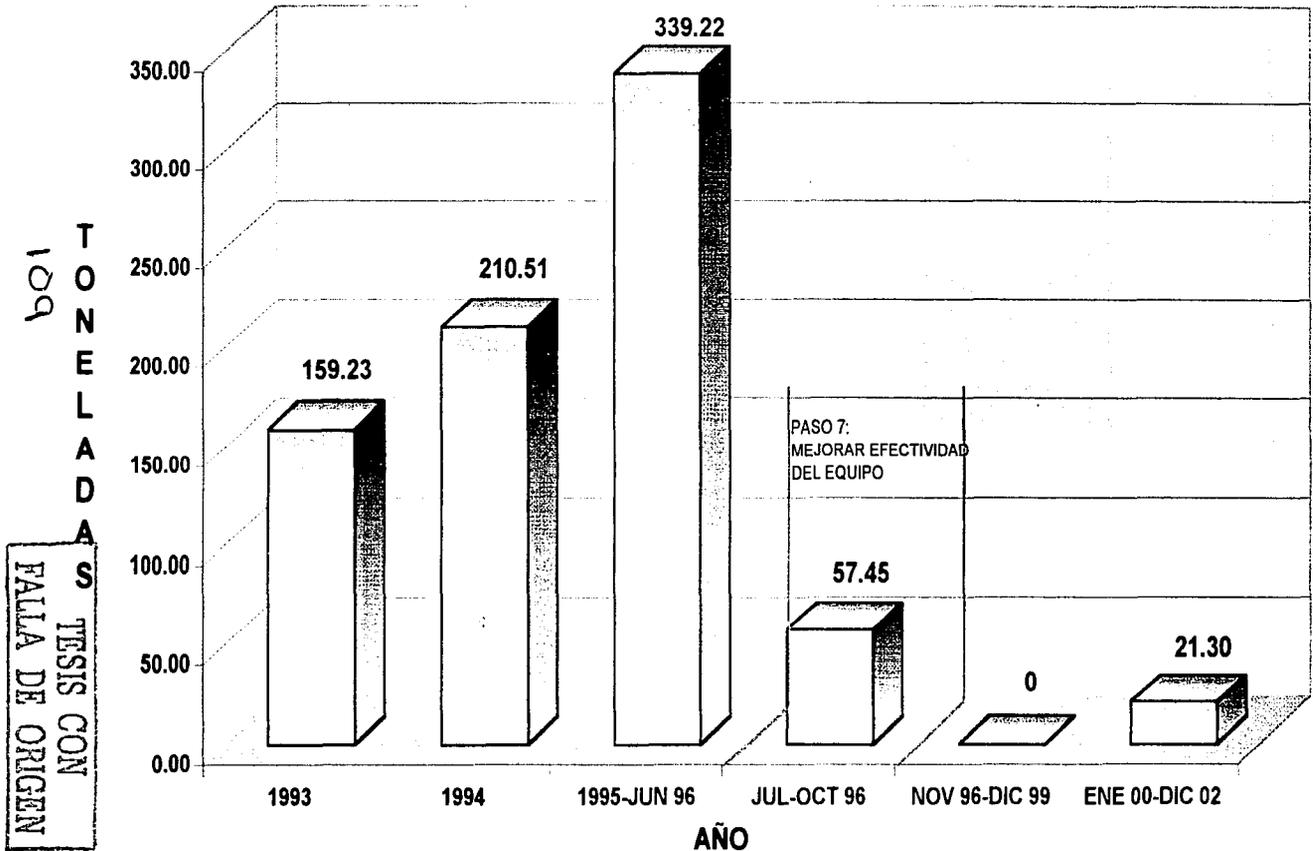
108
H
O
R
A
S

CORRUGADOS ZINTRO
MÁQUINA W3
EQUIPO: LAPEADORA
TIEMPOS PERDIDOS



Gráfica 1. Tiempos perdidos

CORRUGADOS ZINCO
MÁQUINA W3
EQUIPO: LAPEADORA
TONELADAS NO PRODUCIDAS - NO VENDIDAS -



Gráfica 2. Toneladas no producidas

Paso 8: Desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo - 7 PASOS –

El Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas recomienda que las compañías que deseen evitar un Mantenimiento Autónomo superficial adopten un enfoque de siete pasos que incluya la maestría progresiva de las Cinco S.

Es recomendable no realizar la implementación del Mantenimiento Autónomo sin antes saborear los beneficios tempranos de las "Cinco S".

Las "Cinco S" no es tan solo limpiar superficialmente la máquina, en realidad es aquí donde se inicia la capacitación al trabajador de producción en, detección temprana de modos de falla, detección de las inconformidades de calidad, autonomía en el puesto de trabajo, etc.

Recordando qué son las "Cinco S": se llama estrategia de las "Cinco S" porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con S. cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son, Seiri (seleccionar), Seiton (organizar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar), Shitsuke (autodisciplina). **El objetivo de las "Cinco S"** es, crear un ambiente de calidad en la empresa, por medio de la organización, pulcritud, limpieza, estandarización y disciplina. Corrige, controla y destierra el desorden, generando un estado de eficiencia. Este sistema fue uno de los cuales llevo a Japón al nivel donde se encuentra.

Debido a la relevancia de los 7 pasos para la implementación del Mantenimiento Autónomo (MPT), es necesario ampliar y profundizar mucho más en estos conceptos para un entendimiento preciso y claro de lo que se persigue, por lo que a continuación se explica a detalle las acciones tomadas en estos pasos.

Es de vital importancia dar seguimiento a cada uno de estos pasos, ya que si no se hace, a los pocos días habrán hecho de lado dichas responsabilidades y el avance se habrá perdido.

PASO 1 DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: LIMPIEZA INICIAL

Propósito del paso 1:

- Demostrar el valor de la limpieza como inspección.
- Detener el deterioro del equipo.
- Establecer a los operadores como dueños de sus máquinas a través del contacto físico con ellas.
- Involucrar a los operadores para que conozcan e identifiquen condiciones anormales.
- Crear experiencia para saber en qué basar estándares que desarrollará el operador.

Actividades del paso 1:

- Quitar grasa y suciedad.
- Utilizar los sentidos para descubrir condiciones anormales.
- Identificar y documentar las condiciones anormales.
- Corregir o solicitar la reparación de condiciones anormales y dar seguimiento.
- Mantener archivos.
- Desarrollar estándares provisionales.

Limpieza significa quitar suciedad, virutas, polvo, residuos y otro tipo de materia extraña que se adhiere a las máquinas, herramientas, materia prima, piezas de trabajo, etc. Durante esta actividad los operadores buscan también defectos ocultos en sus equipos y toman medidas para remediarlos.

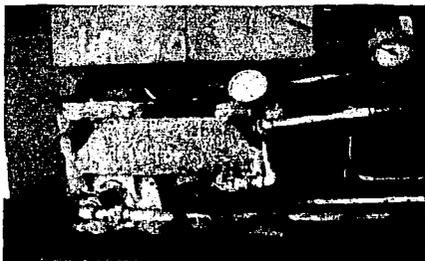
En un grupo de trabajo (mínimo 3; máximo 8; recomendable) los operadores cuando realizaron este primer paso se les dotó con **TARJETAS ROJAS DE INSPECCIÓN**, siendo esta una de las herramientas visuales más efectivas en el MPT, llamadas también TARJETAS DE PROBLEMA O DISCREPANCIA. Se recomienda de acuerdo a las necesidades en particular desarrollar su propio formato individualizado.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

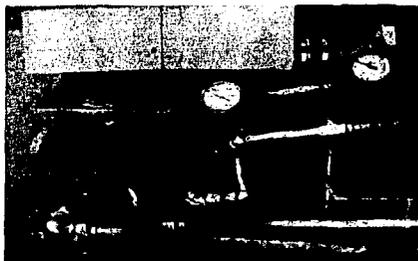
Estas serán retiradas conforme se vayan haciendo las reparaciones necesarias tanto por los mismos operadores como por el personal de mantenimiento (por necesitarse conocimientos o herramientas más especializadas).

Es recomendable sacar fotografías del equipo antes de empezar con la limpieza, para saber las condiciones en las que fue encontrada la máquina, y después de efectuar la limpieza volver a tomar el mismo número de fotografías, procurando tomar los mismos puntos y ángulos para ver realmente el resultado de sus acciones, estas últimas fotografías posteriormente fueron mostradas, con orgullo por los mismos operadores en el tablero de actividades al ver el cambio tan dramático que había sufrido la máquina. En otras palabras, con esto se pretende llevar un registro de logros e incrementar la motivación.

En las fotografías 1 al 10 siguientes, se muestran ejemplos de equipos "antes y después" de la limpieza e inspección inicial.

ANTES

Fotografía 1. Reductor del Pulper

DESPUÉS

Fotografía 2. Reductor del Pulper

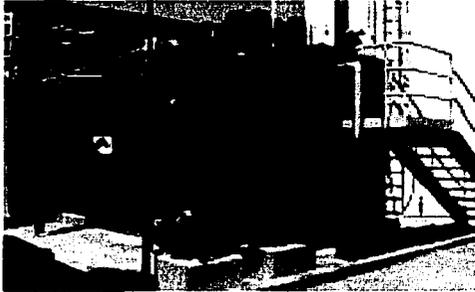


Fotografía 3. Reductor del Pulper



Fotografía 4. Reductor del Pulper

ANTES



Fotografía 5. Bombas dosificadoras

DESPUÉS



Fotografía 6. Bombas dosificadoras

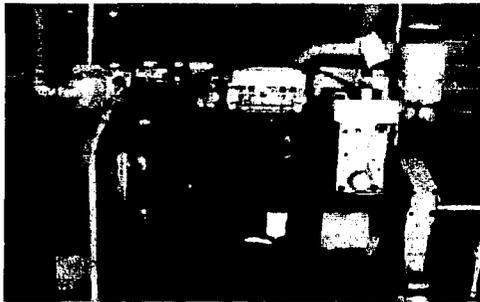
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



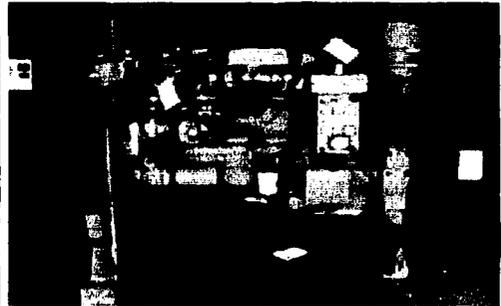
Fotografía 7. Indicador



Fotografía 8. Indicador



Fotografía 9. Motor diesel



Fotografía 10. Motor diesel

Los operadores integrantes del grupo de trabajo debieron hacer las reparaciones básicas y mejoras que estuvieron a su alcance, al mismo tiempo, que limpiaron, por ejemplo: quitaron cinta diurex o masking que estaba sujetando cables y tomaron acción inmediata colocando cintillas plásticas para su fijación. Otro ejemplo, al quitar guardas para realizar la limpieza e inspección a fondo de las partes internas, encontraron graseras golpeadas o en malas condiciones y procedieron a su cambio de inmediato, así mismo, substituyeron los mecates que sostenían algunos tubos conduits por abrazaderas especiales para tal fin, etc.

Las reparaciones que no pudieron realizar el mismo grupo de trabajo se dejaron plenamente identificadas con la tarjeta roja de inspección para que el departamento de Mantenimiento o Ingeniería se encargaran de su ejecución (con una O.T. de respaldo).

Importantísimo es, por muchísima motivación o ganas que tengan de hacer el trabajo platicar con el grupo de trabajo de que no se deberá pasar por alto ninguna norma, reglamento o procedimiento de seguridad requerido para poder hacer estas acciones sin riesgo alguno.

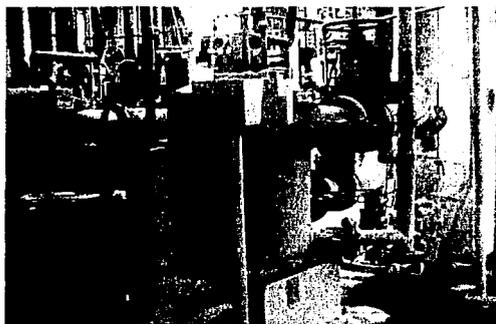
En la figura 27 se muestra la tarjeta roja de inspección.

MPT		TARJETA DE INSPECCIÓN	
Fecha de Inspección:	Máquina:	Inspector:	
Nombre del equipo:		TAG:	
Descripción de la Falta:			
Acción Correctiva:			
Fecha de iniciación:	Fecha de terminación:	Responsable de la acción:	Acción verificada por:

Figura 27. Tarjeta de Inspección

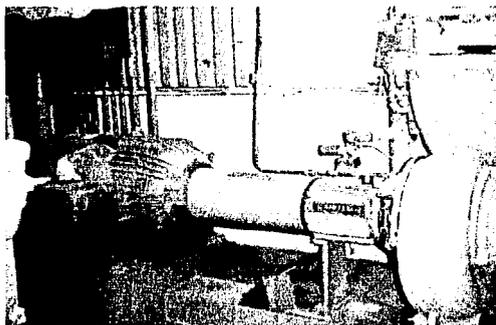
Esta tarjeta debe ser de un color llamativo y llevar un número consecutivo para su control. Esta tarjeta puede estar dividida en dos partes, la parte roja (original) se desprende y se coloca lo más cerca posible del sitio exacto de la discrepancia, asegurándose de que el talón o copia quede agrupado con los demás y debidamente registrada en el formato correspondiente, guardándola hasta que se haya resuelto la discrepancia, ya sea por el mismo grupo de trabajo, por mantenimiento o por ingeniería.

No sólo se usan tarjetas para marcar defectos, anomalías o discrepancias, también se pueden emplear para indicar una oportunidad de mejora. En las fotografías 11, 12 y 13 se muestran algunos ejemplos de máquinas en donde fueron colocadas Tarjetas Rojas de inspección en las discrepancias o puntos de mejora encontradas durante el desarrollo de este primer paso.

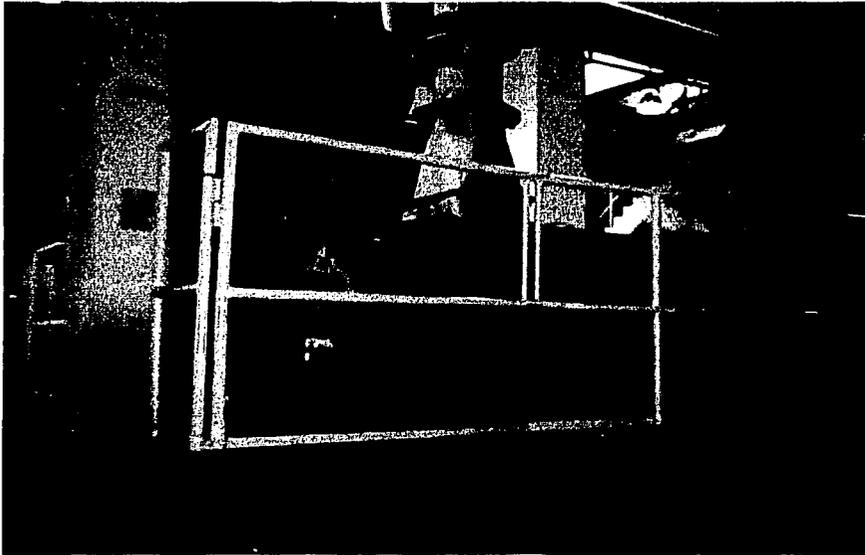


Fotografía 11. Criba

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fotografía 12. Bba. alim. tq. de máquina



Fotografía 13. Prensa

Todas estas tarjetas rojas deberán estar registradas en una **Tabla de Anormalidades**, como se muestra en la tabla 6. Esta tabla es utilizada para mantener un registro de las Tarjetas Rojas con la finalidad de llevar un control de las ya terminadas y las que están pendientes para darles seguimiento. También puede ser utilizada como un control para los siguientes pasos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA DE ANORMALIDADES

NO. TARJETA ROJA	ANORMALIDAD ENCONTRADA	ACCIÓN NECESARIA	RESPONSABLE DE CORRECCIÓN	FECHA PROGRAMADA	FECHA TERMINACIÓN	RECIBIDA POR
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						

Tabla 6. Tabla de anomalías

En este primer paso se deberán exponer condiciones anormales, como son:

- Partes rotas o dañadas.
- Desgastes.
- Juego entre partes, piezas sueltas.
- Deformación y mala alineación.
- Oxido y otros daños superficiales.
- Fugas.
- Defectos escondidos por polvo y suciedad.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

- **Efectos perjudiciales de la limpieza inadecuada**

Los efectos perjudiciales de la limpieza inadecuada son demasiado numerosos para citarlos, sin embargo, es típico que aparezcan directa o indirectamente de las siguientes maneras:

Partículas extrañas entran en las partes deslizantes de las máquinas, en los sistemas hidráulicos o sistemas eléctricos produciendo resistencia por fricción, desgaste, obstrucciones, fugas y fallas eléctricas. Esto ocasiona pérdidas de precisión, mal funcionamiento de equipos y averías. En ciertos tipos de equipo automático, la presencia de partículas o suciedad en las rampas de suministro o en las piezas de trabajo afecta el flujo de producción, causando mal funcionamiento, tiempos muertos o paradas menores.

En el ensamblado de piezas eléctricas de control, la suciedad y el polvo en las plantillas y herramientas que se adhieren a los contactos causan fallas eléctricas fatales.

Los efectos en los equipos sucios están ocultos tanto por *razones físicas como psicológicas*, por ejemplo, el desgaste, el juego, los arañazos, las deformaciones, las fugas y demás efectos pueden ocultarse en el equipo sucio. Además, los operadores pueden mostrar alguna *resistencia psicológica a inspeccionar cuidadosamente el equipo sucio*.

- **La limpieza es inspección**

La limpieza no consiste simplemente en que el equipo parezca limpio, aunque tenga este efecto. Limpieza también significa tocar y mirar cada pieza para detectar defectos y anomalías ocultos tales como exceso de vibración, calor y ruido.

En otras palabras, limpieza es inspección. De hecho, si la limpieza no se realiza de esta manera pierde todo significado.

Cuando los operadores limpian cuidadosamente una máquina que ha estado funcionando sin atención durante largo tiempo, pueden encontrar hasta más de 40 defectos (dependiendo del tamaño y complejidad de la máquina), ocasionalmente incluso defectos serios que son el presagio de una avería seria. El efecto sinérgico de la combinación de suciedad, polvo, abrasión, superficies dañadas, holgura, deformación y fugas en maquinaria, plantillas y herramientas causa deterioro y problemas continuos. La limpieza es el método más eficaz para detectar tales faltas y prevenir las dificultades.

- **Actividades que estimulan la limpieza de los equipos**

Los operadores toman parte en tres tipos de actividades que promueven equipos más limpios:

1. Ganan mayor conocimiento y respeto por sus equipos al llevar a cabo una limpieza concienzuda inicial.
2. Eliminan las fuentes de suciedad y contaminación y consiguen que sea más fácil realizar la limpieza.
3. Desarrollan sus propios estándares de limpieza.

- **Empezar con limpieza inicial**

Limpiar el equipo y tocar cada pieza puede ser una experiencia nueva para el operador, esta actividad proporciona muchos descubrimientos y preguntas. Aunque al principio los operadores quizás realicen el trabajo de mala gana, las posteriores reuniones de los Grupos de Trabajo MPT y la propia limpieza en sí, les servirán naturalmente de estímulo para mantener limpio el equipo, aunque solo sea por el trabajo que ha supuesto conseguirlo.

- **Surgirán muchas cuestiones**

¿Qué tipos de mal funcionamiento (calidad o equipo) tendrán lugar si esta pieza está sucia o llena de polvo?

¿Qué ocasiona esta contaminación? ¿Cómo se puede prevenir?

¿No hay una forma más fácil de realizar la limpieza?

¿Hay pernos sueltos, piezas desgastadas u otros defectos?

¿Cómo funciona esta pieza?

¿Si esta pieza se rompiera, se tardaría mucho en arreglarla?

Los Grupos de Trabajo MPT estudian estas preguntas en sus reuniones y cada miembro participa. Este tipo de solución de problemas en grupo contribuye a favorecer el crecimiento del Mantenimiento Autónomo.

- **Acentuar los objetivos importantes de la limpieza**

Al promover la limpieza de equipos, los supervisores y jefes del departamento deberán hacer resaltar los siguientes puntos:

- La importancia de las condiciones básicas del equipo (requerimientos) y como lograrlas (por ejemplo: limpieza, lubricación y sujeciones de pernos)
- Los principales puntos de revisión de la limpieza
- El significado de la frase limpieza es inspección

En la tabla 7 se muestra un ejemplo de los puntos de revisión de la limpieza, que podrían ser tomados para la **Elaboración de los Estándares**. Se recomienda que ésta sea adecuada según las necesidades.

Tabla de revisión de puntos de limpieza

1.- Limpieza de cuerpo principal del equipo	<p>a.- Revisión de polvo, suciedad, aceite sucio, virutas y otras materias extrañas adheridas al equipo.</p> <p>-- Piezas móviles, partes que contactan la pieza de trabajo, piezas de posicionamiento, etc.</p> <p>-- Bastidores, mesas, transportadores, líneas de transferencia, rampas, etc.</p> <p>-- Calibres, plantillas, útiles y otras partes del equipo.</p> <p>b.- Revisión de pernos, tuercas flojas o falta de las mismas, etc.</p> <p>c.- Revisión de holguras en piezas deslizantes o móviles.</p>
2.- Limpieza de equipo auxiliar	<p>a.- Revisión de polvo, suciedad, aceite sucio, virutas y otras materias extrañas adheridas al equipo.</p> <p>-- Cilindros neumáticos, válvulas solenoides, sensores de límite, sensores de proximidad, celdas fotoeléctricas.</p> <p>-- Motores, bandas, guardas. Superficies de instrumentos, sensores, cajas de control, etc.</p> <p>b.- Revisión de pernos, tuercas flojas o falta de las mismas, etc.</p> <p>c.- Revisión de vibraciones en motores y válvulas solenoides.</p>
3.- Lubricación	<p>a.- Revisión de polvo, suciedad y aceite sucio en lubricadores, mecanismos de lubricación, grasa consistente, etc.</p> <p>b.- Revisión de niveles de lubricante y goteo de alimentación.</p> <p>c.- Cubrir todos los puntos de lubricación.</p> <p>d.- Asegurar que los tubos de engrase estén limpios y libres de fugas.</p>
4.- Limpieza alrededor del equipo	<p>a.- Asegurar que las herramientas estén en los lugares indicados.</p> <p>b.- Asegurar que todos los tubos estén limpios y libres de fugas.</p> <p>c.- Revisar alrededores en cuanto a polvo, suciedad y desechos caídos de lo alto del equipo.</p> <p>d.- Revisar piezas desprendidas, piezas de trabajo, etc.</p> <p>e.- Revisar por piezas de trabajo defectuosas dejadas alrededor.</p> <p>f.- Separar claramente productos conformes, productos defectuosos y desechos.</p>
5.- Tratar causas de polvo, suciedad, etc.	<p>a.- ¿Se ha tomado acción para evitar la generación de suciedad y polvo?</p> <p>b.- ¿Se ha tomado acción para prevenir las fugas de aceite y otros tipos de fugas?</p> <p>c.- ¿Hay planes para tratar los problemas crónicos?</p> <p>d.- ¿Se ignoran algunas causas?</p>
6.- Mejorar acceso a alcanzar	<p>a.- ¿Se identificaron las áreas inaccesibles?</p> <p>b.- ¿Hay algunas herramientas de limpieza especiales u otras señales de ingenio y esfuerzo?</p> <p>c.- ¿Se han hecho las cubiertas más fáciles de retirar para facilitar la limpieza?</p> <p>d.- ¿Hay planes para tratar los problemas crónicos?</p> <p>e.- ¿Se han ignorado algunas áreas inaccesibles?</p> <p>f.- ¿Se mantiene todo aseado y en orden para facilitar la limpieza?</p>
7.- Estándares	<p>a.- ¿Hay estándares separados para cada equipo o área?</p> <p>b.- ¿Están claramente asignados los deberes de la limpieza?</p> <p>c.- ¿Están clasificados los tipos y áreas de limpieza?</p> <p>d.- ¿Se han especificado las herramientas y métodos de limpieza?</p> <p>e.- ¿Se han especificado los intervalos y tiempos de limpieza?</p> <p>f.- ¿Son claros los estándares y se entienden por todos?</p>

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

	<p>g.- ¿Son apropiados los tiempos de limpieza?</p> <p>h.- ¿Puede completarse la limpieza dentro de los tiempos especificados?</p> <p>i.- ¿Están incluidos todos los puntos de limpieza importantes?</p> <p>j.- ¿Se concede demasiado tiempo a la limpieza de las áreas menos importantes?</p> <p>k.- ¿Están claramente descritos los puntos de inspección que pueden cubrirse durante la limpieza?</p>
--	---

Tabla 7. Tabla de revisión de puntos de limpieza

Como otra manera de facilitarle al operador su tarea y a **prueba de errores**, se muestra en la tabla 8 una lista de verificación desarrollada por el mismo grupo de trabajo en coordinación con mantenimiento e ingeniería, misma que ha dado resultados satisfactorios.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORRUGADOS ZINTRO

ESTÁNDAR PROVISIONAL

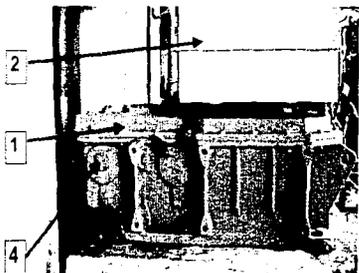
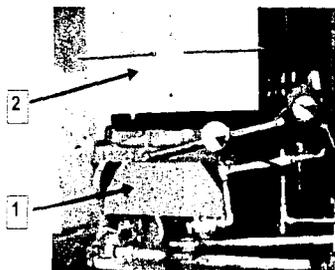
ÁREA: W3

NOMBRE EQUIPO: REDUCTOR Y TURBOACOPLAMIENTO DEL PULPER

NO. EQUIPO: W3M01RE08/W3M01AH01

FECHA: _____ REALIZADO POR: _____

FALTA DE ORIGEN
TESIS CON



7 0.25 - 0.30 l/min

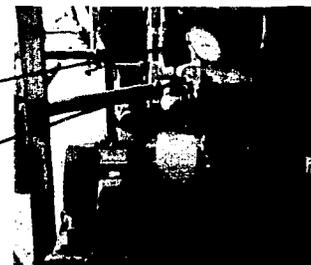
6 1.5 - 2.5 Kg/cm²

5 35 - 40 °C



5 50 - 65 °C

6 3 - 4 Kg/cm²



FRECUENCIA

PUNTO	PARTE DEL EQUIPO	CRITERIO	METODO	ACCIÓN	FRECUENCIA				QUIEN	TIEMPO	
					C/T	7Dias	15Dias	21Dias			30Dias
1	Cuerpo del reductor	No contaminación de pasta y/o aceite	Visual	Lavar con merma húmeda y cepillo		x				Operador	5 min
1	Cuerpo del reductor	No ruido anormal, fugas de aceite, calentamiento, vibración	Escuchar, visual, tacto	Conseguir a manto. para revisar	x					Op./Mec.	10 seg
2	Guarda	No contaminación de pasta y/o grasa	Visual	Lavar con merma húmeda y cepillo						Operador	3 min
2	Guarda	No aflojamiento	Visual, tacto	Ajustar de ser necesario		x				Operador	3 min
3	Motor	No contaminación de grasa, pasta o polvo	Visual	Limpiar con merma húmeda y cepillo			x			Operador	3 min
3	Motor	No ruido anormal, fugas de aceite, calentamiento, vibración	Escuchar, visual, tacto	Conseguir a manto. para revisar					x	Op./Mec.	10 seg
4	Varilla de nivel de aceite	Aceite a nivel según indicación en varilla, aceite no contaminado	Visual, tacto, olfato	Conseguir a manto. para reponer nivel	x					Op./Mec.	5 min
5	Indicadores de temperatura	Temperatura dentro del rango	Visual	Conseguir a Ing. Mto.	x					Operador	5 seg
6	Indicador de presión	Presión dentro del rango	Visual	Conseguir a Ing. Mto.	x					Operador	5 seg
7	Indicador de flujo de aceite	Flujo dentro de rango	Visual	Conseguir a Ing. Mto.	x					Operador	5 seg
C/T= Cada turno					TIEMPO TOTAL						
					5 41 min	8 min	3 min		10 seg		

Tabla 8. Estándar provisional de limpieza

De acuerdo a la experiencia obtenida, a continuación se mencionan las siguientes recomendaciones:

1. Fotografiar el equipo antes y después de limpiarlo, para que se obtenga un registro de los logros.
2. Observar y utilizar los procedimientos correctos de bloqueo y candado para que el equipo no arranque mientras se llevan a cabo actividades de limpieza.
3. Limpiar sistemáticamente cada parte del equipo utilizando listas previamente elaboradas para no dejar partes sin limpieza e inspección. Mientras se lleva a cabo la limpieza es importante considerar que **limpiar es una forma de inspeccionar**. Documentar utilizando las etiquetas de inspección de MPT, cada condición anormal que se localice. Entendiéndose por anormal desde un tornillo roto, una fuga, o una parte desgastada; también puede ser una parte que esté muy sucia. Conforme se van encontrando y documentando estas condiciones se debe cuestionar: ¿Por qué sucedió esto? ¿Qué otros problemas puede generar? ¿Cómo evitar que vuelva a suceder?
4. Corregir los problemas que sea posible y reportar el resto al departamento de Mantenimiento.
5. Tomar nota de los procedimientos de limpieza que ya se completaron y del estado de las máquinas (de preferencia utilizar la cámara fotográfica) y registrar el tiempo que esto tomó.
6. Cuando el equipo esté funcionando de nuevo observar cómo es la manera en que se ensucia. Calcular el tiempo que tomará llevar el equipo a las condiciones en las que se encontraba justamente después de haber terminado la limpieza inicial.
7. Establecer un horario regular para hacer las juntas del grupo de trabajo y colocar un tablero de actividades.

Una vez realizadas las inspecciones, se procederá a hacer una **EVALUACIÓN DE PROGRESO DE MPT**, tabla 9, con el propósito de asegurarnos mediante una calificación que tanto se progresó. Esta misma evaluación puede realizarse hasta en cuatro ocasiones para ir midiendo el avance deseado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 9. Evaluación de Progreso de MPT (1 de 2)

SISTEMA	PARTE	EVALUACIÓN			PTS Período			
		(1-4)	(5-8)	(9-10)	1	2	3	4
(1) Cuerpo Principal	Condición general. Tornillos ancla	Sucio Suelto o faltante	Limpio Correctamente apretado	Limpio y Pintado Se usaron marcas de registro				
	Tornillos y tuercas del equipo	Suelto o faltante	Correctamente apretado	Se usaron marcas de registro				
	Equipo auxiliar	Sistemas obsole- tos presentes	Marcas y brackets, obsoletos, etc.	No hay partes innecesarias				
(2) Sistemas Eléctricos	Controles	Sucios o sueltos	Limpios, pintados y bien atados	Bien organizados y etiquetados				
	Cables	Coigantes, sueltos o desgastados	No organizados	Limpios, pintados y organizados				
	Motores	Sucios	Limpios	Pintados				
	Contadores	No funcionan	Funcionan ocasionalmente	Cuentan correctamente				
	Luces indicadoras	Obsoletas o inservibles	No encienden	Todas funcionan correctamente				
(3) Sistemas Aire	Controladores de temperatura interruptores	No funcionan	Funcionan ocasionalmente	Siempre funcionan correctamente				
	Líneas de aire principales	Líneas obsoletas/ fugan aire	Clasificadas con color / no hay líneas obsoletas	Dirección de flujo de aire identificada				
	Manómetros	Rotos y obsoletos	Funcionan pero no están visibles	Marcadas en su posición correcta y visibles				
	Filtros	Sucios y difíciles de acceder	Limpios y difíciles de accesar	Limpios y fáciles de cambiar				
	Mangueras de aire	Desgastadas y con fugas	Poco organizadas	Limpias y bien organizadas				
	Sopladores	Sucios	Limpios y bien filtrados	Sistema completo de soplado limpio				
	Cilindros neumáticos	Sucios y operando inadecuadamente	Limpios pero fallan constantemente	Limpios y funcionan correctamente				
	Lubricadores neumáticos	Fugan y están sobrelubricados	Fugan o están sobrelubricados	Funcionan bien, clasificados con colores				
Solenoides	Sucios, no funcionan obsoletos	Operan correcta- mente y no son obsoletos	Siempre funcionan correctamente					
(4) Sistemas de Lubricación	Graseras	Sucias, pintadas difíciles de accesar	Codificados con colores pero difíciles de acceder	Fáciles de acceder				
	Indicadores	Fugas	Sin fugas	Indicados con colores y etiquetados				
	Tanque	Difícil de acceder	Fácil de acceder y de leer el nivel de aceite	Cristales de indicadores con marcas en niveles correctos y señalando el tipo de aceite				
	Bombas de aceite	Con fugas	Sin fugas	Funcionan correctamente				
	Líneas de aceite y de grasa	Algunas no están conectadas	Todas están conectadas y algunas fugan	Ninguna línea fuga				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 9. Evaluación de Progreso de MPT (2 de 2)

SISTEMA	PARTE	EVALUACIÓN			PTS Período			
		(1-4)	(5-8)	(9-10)	1	2	3	4
(5) Sistemas de Transmisión de potencia	Engranajes de transmisión	Dientes rotos juego excesivo	Dientes desgastados algo de juego	Sin desgaste, sin juego correctamente lubricado				
	Poleas/Catarinas	Desgastadas y sueltas	Ligeramente desgastadas, sin juego	Sin desgaste y debidamente lubricadas				
	Bandas	Cuardeadas y desgastadas	Sueltas	Bandas sin desgaste y correctamente apretadas				
	Flechas	Juego en rodamientos	No hay daños visibles	Completamente limpias y propiamente lubricadas				
	Cadenas	Desgastadas	Sueltas	Cadenas no desgastadas y correctamente ajustadas y lubricadas				
	Guardas	Cubre el sistema de impulso	Etiquetado con información de dirección de banda/cadena	Es transparente y fácil de quitar				
	Rodamientos y chumaceras	Lubricación incorrecta, rodam. desgastado	Correctamente lubricados juego y algo de ruido	Correctamente lubricados, sin juego o ruido				
(6) Hidráulico	Filtros	Sucios	Limpios	Acceso fácil, codificados con colores				
	Tanque	Sucio	Limpio	Codificados con colores				
	Cilindros	Sucio y con fugas	Fugas	Sin fugas y codificados por colores				
	Líneas	Desgastadas o rotas	Bien apretadas	Como nuevas, codificadas con colores				
(7) Estaciones de trabajo	Área de trabajo	Sucia	Limpia	Limpia y organizada				
	Herramientas	Sucias	Desordenadas	Ordenadas y con un lugar adecuado				
	Mediciones de calidad	No existen	En la línea pero no en lugar específico	En la línea en lugar adecuado				
	E T E	No existe	Historia de ETE en la línea	ETE utilizado y actualizado por el operador				
	Estándares de trabajo	No existen	Están pero no se usan	Estándares de trabajo en el manual y utilizados				
	Formas de inspección de lubricación	No existen	Presentes pero no se utilizan	Uso documentado				
(8) Tableros	Fotografías	No existen	Antes	Antes y después				
	Tablas de anomalías	No existen	Incompleta	Completamente limpias documentada				
	Tabla de mejora	No existen	Existen pero ninguna está completa	Por lo menos una está completa				
	Nombre de equipo tema y metas	No existen	Incompleta	Completos y claras				
PLANTA: _____		Total de puntos						
LÍNEA: _____								
EQUIPO: _____								
MÁQUINA: _____		Total de puntos % 440= _____ %						
FECHA: _____		(evaluación)						

Sabemos que, si queremos mejorar en algo ese algo debe ser medido, si no se mide ¿contra qué nos comparamos? ¿y sobre qué podemos fijarnos metas?

Es por esto que debemos calificar nuestro desempeño, para tal fin hacemos una **EVALUACIÓN DE LIMPIEZA INICIAL**, tabla 10, cuyo formato se muestra a continuación.

Tabla 10. PASO1: Lista de Revisión de Limpieza Inicial: EVALUACIÓN (1/2)

MÁQUINA	CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	FECHA			PTS
				BAJO	MEDIO	ALTO	
(1) LIMPIEZA DEL CUERPO DE LA MÁQUINA		1.- ¿Hay daños, suciedad, polvo, exceso de aceite, rebabas, saipicadas u objetos extraños? a) Partes móviles o rodantes, monturas, etc. b) Freno y mecanismo de bloqueo c) Guías e instalaciones d) Estructuras superficie de la cama	5	Detectable a simple vista (0-1)	Mancha guantes blancos (2-3)	Guante blanco sin manchar (4-5)	
		2 - ¿Tuercas o tornillos rotos, dañados o faltantes?	10	Flojos/ rotos/ Faltantes (0-3)	No hay faltantes, algunos rotos o flojos (4-6)	No faltan partes, todo bien ajustado (7-10)	
		3 - ¿Tienen juego las partes móviles, instalaciones o monturas?		Juego detectado a simple vista (0-3)	Juego detectado mediante tacto (4-6)	No hay juego evidente al tacto (4-6)	
		4 - ¿Existen objetos innecesarios en el cuerpo de la máquina?	3	Objetos innecesarios en desorden en el área de máquinas (0-1)	Objetos innecesarios presentes pero en orden (2)	No se encuentran objetos innecesarios (3)	
		5 - ¿Está la máquina firmemente anclada?	3	No es detectable a simple vista (0-1)	No juego detectable mediante el tacto (2)	No hay juego evidente (3)	
(2) LIMPIEZA DE DISPOSITIVOS AUXILIARES		1 - ¿Hay daños, suciedad, polvo, exceso de aceite, rebabas, objetos extraños? a) Cilindros, solenoides, aire y válvulas b) Interruptor de proximidad c) Motores, reductores de velocidad, flecha de impulsor d) Medidores, indicadores, interruptores, tablero de control e) Cableado / tubería	5	Detectable a simple vista (0-1)	Mancha guantes blancos (2-3)	Guante blanco sin manchar (4-5)	
		2 - ¿Tuercas o tornillos rotos, dañados o faltantes?	10	Flojos/ rotos/ Faltantes (0-3)	No hay faltantes, algunos rotos o flojos (4-6)	No faltan partes, todo bien ajustado (7-10)	
		3 - ¿Hay fugas de aceite, agua, gas o vapor?	5	Fugas en conexiones de tuberías (0-1)	Fugas presentes, se recicla lo que se fuga (2-3)	No hay fugas	
		4 - ¿Hay luces indicadoras prendidas?	3	2 o más lámparas fundidas (0-1)	1 Lámpara fundida (2)	No hay lámparas fundidas (3)	
(3) LUBRICACIÓN		1 - ¿Hay tierra, polvo, desperdicio en los lubricantes, depósitos de grasa, etc ?	5	Detectable a simple vista (0-1)	Mancha guantes blancos (2-3)	Guante blanco sin manchar (4-5)	
		2 - ¿Llega el aceite a su destino ?	10	Faltas visibles de aceite (0-3)	Algo de falta de aceite (4-6)	No hay falta de aceite (7-10)	
		3 - ¿Están correctos los niveles de los lubricantes y la alimentación por goteo?	5	No se sabe, niveles bajos (0-1)	Algo de falta de aceite (1-3)	No hay falta de aceite (4-5)	
		4 - ¿Cuentan con cubierta todos los contenedores?	3	Faltan algunas tapas (0-1)	Tapas presentes en mal estado (2)	Tapas en perfectas condiciones (3)	
		5 - ¿Están limpias y sin fugas las líneas de alimentación de aceite?	5	Fugas goteos y filtraciones (0-1)	Algunas fugas y filtraciones visibles (2-3)	No hay fugas ni filtraciones (4-5)	
(4) LIMPIEZA EN EL ÁREA DE LA MÁQUINA		1 - ¿Las herramientas, instrumentos, consumibles están en sus lugares asignados? ¿Están todos en buen estado?	3	Objetos dispersos, no hay indicaciones de lugares correctos (0-1)	Lugares correctos indicados, objetos dispersos, algunos dañados (2)	Lugares correctos claramente indicados, elementos bien organizado y en buen estado (3)	
		2 - ¿Son los datos de placa claros y están visibles?	1	No son claros ni visibles (0)		Claros y visibles (1)	
		3 - ¿Están limpias las cubiertas de seguridad?	1	sucios (0)		Limpios (1)	
		4 - ¿Están los cableados y las tuberías bien organizados y limpios?	1	Mala organización (0)		Buena organización (1)	
		5 - ¿Hay polvo o suciedad alrededor de la máquina? ¿Encima?	1	Si (0)		No (1)	
		6 - ¿Hay partes, basura, bolsas de plástico, colillas de cigarro, etc., en el área de la máquina?	1	Si (0)		No (1)	
		7 - ¿Hay materiales extraños o viejos en el área?	1	Si (0)		No (1)	
		8 - ¿Están separadas las partes buenas, rechazos y desechos?	1	Separación no visible (0)		Separación visible (1)	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 10. PASO1: Lista de Revisión de Limpieza Inicial: EVALUACIÓN (2/2)

MÁQUINA

FECHA

CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(5) SEGURIDAD	1 - ¿Fallan detectar algunos elementos dañados o que fallan durante la limpieza inicial?	5	1 o más objetos fallando (0-1)	Algunos objetos dañados(2-4)	No hay daño (5)	
	2 - ¿Existen daños en los objetos de seguridad, guardas, etc.?	5	Daño substancial (0-1)	Algo de daños (2-3)	No hay daño (4-5)	
	3 - ¿Algún peligro detectable a simple vista?	5	Más de 2 (0-1)	1 peligro (2-3)	Ninguno (4-5)	
(6) ESTATUS DE LAS ACTIVIDADES	1 - ¿Muestra el tablero de actividades la condición de "antes" y gráficas con los avances del equipo?	1	No hay nada en el tablero (0)	Los desplegados del tablero, no son claros, son inadecuados (0)	Condición y avances del equipo son notorios y evidentes en el tablero (1)	
	2 - ¿Se despliegan en el tablero ejemplos de mejora y resultados?	5	No hay actividades (0-1)	Estatus de algunas actividades pero no son claras/actualizadas (2-3)	Actividades desplegadas en forma clara e informativa(4-5)	
	3 - ¿Los planes señalan las causas de los problemas y dificultades en la limpieza?	5	Existen planes pero no están desplegados (0-1)	Planes desplegados en el formato correcto (2-3)	Planes claros y detallados bien presentados (4-5)	
	4 - ¿Se realizan inspecciones diarias?	5	Se llevan a cabo pero no se despliegan resultados (0-1)	Se registran los resultados pero las inspecciones son irregulares (2-3)	Inspecciones regulares y se despliegan resultados (4-5)	

TOTALES

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS : 123

TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS _____

COMENTARIOS:

% OBTENIDO DEL TOTAL POSIBLE: _____

INSPECCIONADO: _____

INSPECTOR: _____

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN DEL PASO 1:

La limpieza inicial del equipo es el corazón del mantenimiento autónomo. Conforme los operadores integrantes del grupo de trabajo limpian, inspeccionan el equipo en busca de anomalías que puedan causar mayores problemas en el futuro. Cuando observan anomalías, deben adoptar acciones para repararlas y hacer mejoras de modo que no vuelvan a repetirse.

En el mantenimiento autónomo, la limpieza e inspección deben ser profundas y hacerse sobre todas las partes de la máquina. Esta inspección sacará naturalmente a la luz anomalías y problemas. Para estar seguros de no olvidarlas, se adhiere una tarjeta roja de inspección a cada problema descubierto. Si los operadores pueden reparar el problema fácilmente, lo hacen ellos mismos, en otro caso necesitarán ayuda de expertos de mantenimiento.

La limpieza e inspección exigen utilizar nuestros sentidos, incluyendo ver, escuchar, oler y tocar la máquina. Es un proceso que debe alcanzar cada parte de la máquina, usando listas de verificación simples que cubran las diversas partes y sistemas. En el Paso 4 se verán más los subsistemas del equipo y se elaborarán paulatinamente listas de verificación más detalladas.

Se recomienda que siempre que sea posible, la persona que descubra y etiquete problemas debería ser la que los repare y retire las etiquetas. En ocasiones es útil tener un equipo de trabajo que incluya especialistas en mantenimiento e ingeniería que revise las etiquetas para determinar lo que debe hacerse. Esta tarea conjunta ayuda a los operarios a desarrollar habilidades de mantenimiento centrando la atención sobre problemas, ofreciendo guía y ejemplos.

En definitiva, se ha visto que mientras más profunda se haga la limpieza el deseo de encontrar modos de impedir que el equipo se ensucie de nuevo se incrementa. Esta clase de motivación da como resultado soluciones únicas que eliminan la fuente de desechos, tales como protecciones contra la dispersión construidas por los mismos operadores que nunca habían pensado los ingenieros.

PASO 2 DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: LIMPIEZA PREVENTIVA; ELIMINAR LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y LAS ÁREAS INACCESIBLES

Propósito del Paso 2:

- Que los operadores Prevengan el deterioro mediante el control de los contaminantes desde su fuente y la simplificación de las acciones preventivas.
- Que hagan la limpieza y la inspección más sencillas, más eficientes y más rápidas.
- Motivar a los operadores para que utilicen su creatividad con el fin de controlar las condiciones del equipo y ambientales.

El operador debe generar una tendencia a la baja en los tiempos de inspección y limpieza y deberá compartir ideas exitosas con otros equipos.

Se menciona a continuación algunos aspectos que se han mejorado:

- La minimización y en algunos casos la erradicación de máquinas o partes de equipo que se habían estado ensuciando poco tiempo después de una limpieza.
- Se han reducido tiempos de limpieza de rutina que eran extraordinariamente altos.
- Se solucionaron los problemas de partes clave que eran difíciles o imposibles de inspeccionar, especialmente mientras el equipo está en operación.

Cuanto más esfuerzo inicial dediquen los operadores a la limpieza del equipo, más desearán mantener el estado limpio de los equipos que tanto les ha costado conseguir. Al mismo tiempo, empiezan a sentir el deseo de realizar mejoras. Pueden por ejemplo decir:

-- Da igual cuantas veces limpie esta pieza, rápidamente se vuelve a ensuciar. ¿Qué puedo hacer para evitarlo?

- No puedo soportar dedicar tanto tiempo a la limpieza y lubricación, ¿es necesario hacer algo para remediarlo!
- Los problemas que he logrado encontrar y corregir aparecerán de nuevo si los dejamos tal como están, debemos realizar inspecciones regulares.
- Por el momento he concluido la limpieza, pero necesito ayuda para acortar el número de fallas.

Los supervisores y jefes de departamento pueden sacar buen provecho de las ideas y el entusiasmo de los operadores para mejorar el equipo. Hay que estimular activamente a los operadores para que propongan modos prácticos de mejora de los equipos y aprendan métodos particulares de mejora. Su implicación aumentará la satisfacción que sienten cuando las mejoras tienen éxito y su confianza para continuar al siguiente paso.

- **Eliminar las fuentes de contaminación**

Después de la limpieza inicial concienzuda, es fácil comprobar las fuentes de suciedad, polvo y materia extraña. Así como sus efectos sobre el equipo y la calidad del producto. Anteriormente ya se mencionaron los efectos perjudiciales que tienen. La eliminación de las fuentes es un requisito previo para la reducción de los tiempos de limpieza y la prevención de futuros problemas.

Existen diferentes fuentes de contaminación, tales como virutas, residuos de limadura, polvo, raspaduras generadas en el proceso, partículas extrañas que contienen los materiales adquiridos, aceite, agua y polvo generado por el equipo, o suciedad y polvo procedentes del exterior. Tomar medidas contra estos contaminantes significa suprimir sus fuentes, evitar que se extiendan la suciedad y el polvo y prevenir su infiltración en la maquinaria, utilizando cubiertas, sellos, etc.

- **Eliminar áreas inaccesibles**

Ejemplos de áreas inaccesibles:

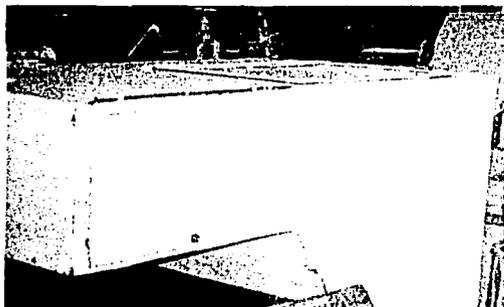
- Partes que se encuentran muy cerca del piso como para quitar el filtro y revisar el nivel del lubricante.
- Parte que requiere que se quite una cubierta para quedar visible. La cubierta no se puede quitar durante la operación y/o es difícil de quitar o se requiere mucho tiempo.
- Mangueras o tubos que dificultan la visibilidad de la pieza o de medidores.

Ejemplos de mejoras realizadas:

- Reubicación de graseras para hacerlas más accesibles.
- Hacer una ventana en la guarda o rediseñar la guarda con fijaciones más sencillas.
- Simplificar la distribución de alambrados y/o mangueras.

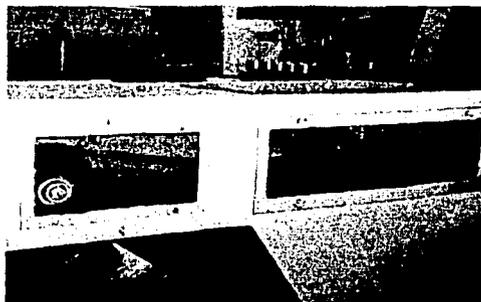
En las fotografías 14, 15, 16 y 17 se muestran equipos en donde se realizaron mejoras.

ANTES



Fotografía 14. Transmisión de transportador

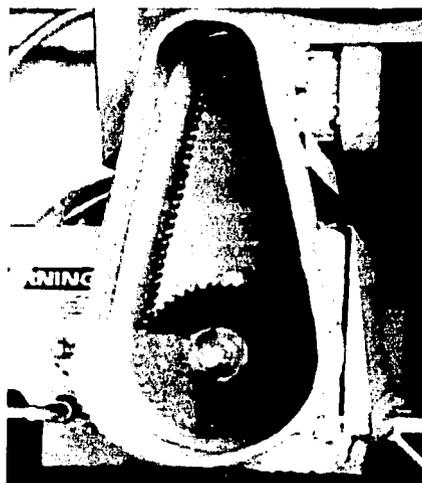
DESPUÉS



Fotografía 15. Transmisión de transportador



Fotografía 16. Transmisión de alimentador



Fotografía 17. Transmisión de alimentador

- **Mejorar el acceso a todas las áreas que vayan a limpiarse**

La limpieza o lubricación de las áreas de difícil acceso consumen tiempo. Si no se pueden suprimir totalmente las fuentes de contaminación, debemos mejorar los métodos de limpieza de forma que la limpieza ocupe el menor tiempo posible.

- **Mejorar los métodos**

A menudo después de identificar todos los puntos que necesitan lubricación, los operadores descubren que no disponen de bastante tiempo para lubricar todos por lo cual tienen que encontrar la forma de superar este obstáculo. Hemos caído en cuenta que un error que

cometimos fue que muchos estándares de inspección fueron preparados por el personal de ingeniería sin tomar en cuenta las opiniones del personal de producción y mucho menos las condiciones reales que imperan en el área, ocasionando con esto el disgusto y desánimo por parte de los operadores.

Para afrontar estos y otros problemas relacionados hay que promover la actitud de que el grupo de trabajo es responsable de la elaboración de sus propios estándares y mejoras. El personal de ingeniería debe entonces prestar su ayuda contestando las preguntas que surgen al nivel del grupo de trabajo. Este enfoque de mejora resulta ser generalmente el más rápido y práctico.

- Pensar a fondo y evaluar planes de mejora

Algunas veces se proponen planes costosos que eliminan solamente unos pocos minutos del tiempo de limpieza, debido a la dificultad operativa de la misma. Este planteamiento de mejora no es efectivo en cuanto al costo y por tanto no es aconsejable.

Por ejemplo:

Las piezas de trabajo se caían de una línea de producción, naturalmente se perdía mucho tiempo barriendo y recogiendo piezas, y era necesario descartarlas como defectuosas. *Junto con las acciones contra averías, el grupo de Mantenimiento Autónomo eligió como tema de su segundo paso de actividades de mejora buscar modos de prevenir este tipo de problema. El formato utilizado para dar seguimiento a las mejoras se muestra en la tabla 11.*

RESUMEN DE ÁREAS A SER MEJORADAS

No.	Area/Fuente de problema	Mejora	Resp. de mejora	Fecha Prog.	Fecha Term.	Recibido por
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

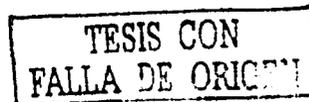
Tabla 11. Resumen de áreas a ser mejoradas

Debido a las muchas preguntas naturales que van surgiendo durante el proceso, es conveniente en este paso segundo enseñar a los operadores diferentes técnicas de análisis de problemas para que ellos mismos puedan tomar acción para minimizarlos o eliminarlos.

A continuación se muestra una de las técnicas que se les ha enseñado, llamada técnica de los ¿POR QUÉ? para poder encontrar la raíz de los problemas, para tomar acciones que eviten problemas y para reducir los costos de mantenimiento y de reparación.

A continuación se presenta un ejemplo de esta técnica desarrollada por los mismos operadores:

- **Clarificar el problema:**
Las hojas se atoran
- **Preguntar el por qué del problema:**
P.- ¿Por qué se atoran las hojas?
R.- Porque se voltean



- **Preguntar por qué otra vez hasta llegar al nivel de acción preventiva efectiva.**

P.- ¿Por qué se voltean las hojas?

R.- Los rodillos de la alimentación no funcionan correctamente.

P.- ¿Por qué los rodillos no funcionan correctamente?

R.- Porque los dos rodillos de alimentación funcionan a diferente velocidad.

P.- ¿Por qué los rodillos trabajan a diferente velocidad?

R.- Porque se acumula pegamento en uno de los rodillos

P.- ¿Por qué hay pegamento en uno de los rodillos?

R.- Porque la pegadora no esta bien ajustada.

Soluciones:

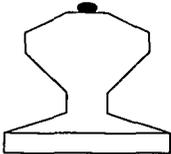
- Corto plazo.- Limpiar los rodillos regularmente para quitar el exceso de pegamento.
- Largo plazo.- Ajustar correctamente los controles de la pegadora y permitir que se aplique uniformemente, sin que se provoque el aumento de diámetro no uniforme en los rodillos.

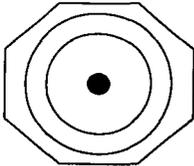
Así también a los grupos de trabajo se les ha capacitado mediante “**Lecciones de un Solo Punto**”, figura 28, siendo esta una herramienta efectiva que pueden usar los grupos de trabajo. Descripción de las lecciones de un solo punto:

- Una presentación visual corta de un solo punto.
- Detallado en una o dos hojas.
- Apoyado con diagramas o dibujos y puede ser presentada en 10 minutos o menos.

MPT: LECCIÓN DE UN SOLO PUNTO

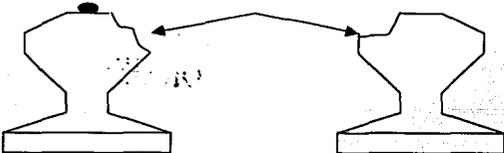
Puntos de engrasado





- 1.- Las graseras siempre deben estar completamente limpias: **NUNCA** pintarlas.
- 2.- En cualquier actividad se deberá tener cuidado de no golpearlas.
- 3.- Si el punto de engrasado tiene daños, pintura, suciedad o no acepta grasa: **REEMPLAZAR** la grasera.

**Cosas que observar:
Golpes y daños**





Pintura

Figura 28. Lección de un solo punto

Estas lecciones de un solo punto son frecuentemente utilizadas por los mismos grupos de trabajo para sus pláticas de mejora.

Es conveniente en este paso dar capacitación a los operadores de la relación entre las Seis Grandes Pérdidas en el equipo y la Efectividad Total del Equipo, aplicando lecciones de un solo punto.

De esta manera ya capacitados, empiezan a llenar el formato ETE (Efectividad Total del Equipo).

Es importante el llenado de este formato, figura 29, pues los mismos operadores se van dando cuenta en donde está la oportunidad de mejora en su máquina. De esta manera pueden ellos mismos proponer proyectos para mejorar en disponibilidad, efectividad o calidad.

CORRUGADOS ZINTRO
CALCULO DEL E T E
(EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO)

MÁQUINA: _____

FECHA: _____

DISPONIBILIDAD													
A. Tiempo Total Disponible:	_____ min.												
B. Tiempo de Paro Planeado:													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%; padding: 2px;"># Paro</th> <th style="width: 40%; padding: 2px;">Minutos perdidos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Mantenimiento programado</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Paros estratégicos (pláticas, descansos, etc.)</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Falta de programa</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	# Paro	Minutos perdidos	Mantenimiento programado		Paros estratégicos (pláticas, descansos, etc.)		Falta de programa		_____ min.				
# Paro	Minutos perdidos												
Mantenimiento programado													
Paros estratégicos (pláticas, descansos, etc.)													
Falta de programa													
C. Tiempo Neto Disponible: (Tiempo Total Disponible - Tiempo de Paro Planeado)	(A - B) _____ min.												
D. Tiempo de Paro:													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%; padding: 2px;"># Paro</th> <th style="width: 40%; padding: 2px;">Minutos perdidos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Tomado del informe de tiempo de paros:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Cualquier tipo de falla</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Arranques y ajustes</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Cambios de útiles</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Paros menores</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	# Paro	Minutos perdidos	Tomado del informe de tiempo de paros:		Cualquier tipo de falla		Arranques y ajustes		Cambios de útiles		Paros menores		_____ min.
# Paro	Minutos perdidos												
Tomado del informe de tiempo de paros:													
Cualquier tipo de falla													
Arranques y ajustes													
Cambios de útiles													
Paros menores													
E. Tiempo Operativo: (Tiempo Neto Disponible - Tiempo de Paro)	(C - D) _____ min.												
F. Disponibilidad: (Tiempo Operativo / Tiempo Neto Disponible) x 100	(E / C) x 100 _____ %												

EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	
G. Total de Toneladas Pasadas: (Toneladas Buenas y Malas)	_____ Toneladas
H. Tiempo de Ciclo Ideal:	_____ min / Tons
J. Eficiencia de Rendimiento: (Tiempo Ciclo Ideal x Total de Toneladas Pasadas / (Tiempo Operativo - e) x 100	(H x G / E) x 100 _____ %
e. Tiempo perdido por falta de material.	_____ min.

INDICE DE CALIDAD	
K. Defectos Totales: (Rechazos + Retrabajo + Dospérdidos)	_____ Toneladas
L. Índice de Calidad: (Total de Toneladas Pasadas - Defectos Totales) / Total de Toneladas Pasadas x 100	(G - K) / G X 100 _____ %

EFICIENCIA TOTAL DEL EQUIPO	
M. Eficiencia Total del Equipo: (Disponibilidad x Eficiencia de Rendimiento x Índice de Calidad) / 10,000	(F x J x L) / 10,000 _____ %

Figura 29. Efectividad Total del Equipo
133

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

De igual manera que en el paso uno, aquí también se lleva a cabo una evaluación de Fuentes de Problemas y Áreas inaccesibles, tabla 12.

Tabla 12. PASO 2: Lista de Revisión de Fuentes de Problemas y Áreas Inaccesibles EVALUACIÓN (1/2)

MÁQUINA		FECHA				
CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(1) FUENTES DE PROBLEMAS	1.-¿Se resumen las fuentes de suciedad, tierra, aceite o cualquier otra contaminación en la tabla?	5	No se han resumido (0-1)	Lista incompleta y/o seguimiento solo en algunos elementos (2-3)	Resumidas y utilizadas activamente (4-5)	
	2.-¿Se han tomado acciones correctivas para solucionar las fuentes de tierra, suciedad, aceite, etc. ?	5	Acción con un 60% máximo de avance (0-1)	Avance máximo de las acciones entre 60% y 80% (2-3)	Acción con un avance superior al 80% (4-5)	
	3.-¿Se han tomado acciones para la corrección de fugas?	5	Múltiples fugas (0-1)	Existen fugas pero no se están solucionando (2-3)	No hay fugas (5)	
	4.- ¿Existen planes para atacar los problemas?	5	No hay planes (0-1)	Se han expresado deseos pero no hay organización (2-3)	Planes organizados (4-5)	
	5.-¿Se han ignorado fuentes de problemas?	5	2 o más fuentes (0-1)	Existen fugas pero no se están solucionando (2-3)	No hay fugas (5)	
	6.-¿Han disminuido con las mejoras conseguidas, los tiempos de limpieza y afectado a otros factores (ej. fallas, calidad)?	5	Resultados desconocidos (0-1)	Resultados favorables observados; no están documentados (2-3)	Excelentes resultados, medidas y reportados claramente en el tablero (4-5)	
(2) LIMPIEZA DE DISPOSITIVOS AUXILIARES	1.-¿Están enlistadas las áreas inaccesibles? ¿Se evalúa el progreso regularmente?	5	No están enlistados (0-1)	Enlistados y/o seguimiento incompleto (2-3)	Listado completo y monitoreo regular (4-5)	
	2.-¿Se ha facilitado la limpieza mediante nuevas herramientas de limpieza?	4	No: se utiliza cualquier herramienta para todas las limpiezas (0-1)	Se han considerado y planeado mejoras? (2-3)	Mejoras en las herramientas, procesos de limpieza más eficientes (4)	
	3.-¿Se han mejorado los procedimientos para poner y quitar cubiertas?	3	Se utilizan los viejos métodos (0-1)	Mejoras en proceso (2)	Mejoras de un solo toque en proceso. No interfieren con la operación (3)	
	4.- ¿Existen planes para atacar los problemas restantes?	5	No hay planes (0-1)	Se han expresado deseos pero no hay organización (2)	Planes organizados (4-5)	
	5.-¿Se ignoraron áreas inaccesibles?	5	2 ó más áreas inaccesibles aún existen (0-1)	1 área inaccesible presente (2-4)	No hay áreas inaccesibles (5)	
(3) ESTATUS DE ACTIVIDADES	1.-¿Refleja el tablero la identificación del equipo y las actividades de mejora para las fuentes de problemas y las áreas inaccesibles?	1	No hay despliegues relacionados a esto en el tablero de actividades (0-1)	Algunos desplegados difíciles de leer (0)	Desplegados claros e informativos (1)	
	2.-¿Se ha asignado tiempo límite para las actividades de limpieza y lubricación?	5	No sabe (0-1)	Se han definido tiempos objetivos pero no se cumplen (2-3)	Metas precisas por maquina (4-5)	
	3.-¿Han sido documentados los procedimientos actuales de limpieza?	5	En preparación (0-1)	Documentos pero con un nivel de detalle limitado (2-3)	Documentado claro y detallado (4-5)	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**Tabla 12. PASO 2: Lista de Revisión de Fuentes de Problemas y Áreas Inaccesibles
EVALUACIÓN (2/2)**

MÁQUINA		FECHA				
CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(3) ESTATUS DE ACTIVIDADES	4.-¿Se están llevando a cabo inspecciones diarias?	5	Al parecer se hacen las revisiones pero no documentan los resultados (0-1)	Se despliegan los resultados pero la inspección es irregular (2-3)	Inspecciones regulares y resultados desplegados (4-5)	
	5.-¿Se utilizan activamente los tableros para desplegar actividades de mejora, metas, resultados, etc.?	10	Poca evidencia de actividades (0-3)	Estatus de algunas actividades en tablero, pero no son actualizadas (4-6)	Todas las actividades en tablero al día y claras (7-10)	

TOTALES: TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS :78 TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS: _____

COMENTARIOS:

% OBTENIDO DEL TOTAL POSIBLE: _____ EVALUADO _____ EVALUADOR: _____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RESUMEN DEL PASO 2:

Prevenir el deterioro acelerado es un propósito clave del Mantenimiento Autónomo. El deterioro es el desgaste que eventualmente causa averías en el equipo o la producción de artículos defectuosos. Algún deterioro es natural, incluso aunque el equipo se utilice correctamente. El deterioro acelerado es el que se produce a un ritmo más rápido que el natural, usualmente es el resultado de hacer algo que no debe hacerse, por ejemplo, no mantener las piezas limpias y lubricadas.

Por experiencia, da mejor resultado usar protecciones o cubiertas de tamaño pequeño que cubran solamente la parte que dispersa, que utilizar guardas de gran tamaño que puedan cubrir toda la máquina, ya que estas no previenen el deterioro acelerado. De hecho, hace más difícil limpiar e inspeccionar el equipo, y complica el cambio de útiles y herramientas.

Lo que hemos llamado la "**contención localizada**" es un planteamiento que nos ha dado más efectividad para el control de la dispersión de desechos, utiliza dos ideas: hacer las protecciones tan pequeñas como sea posible (localización) e instalarlas tan cerca como sea posible a la fuente de contaminación (contención).

Esta contención localizada hemos visto que es una estrategia clave de este paso 2 del Mantenimiento Autónomo, que se centra en eliminar las fuentes del problema y las áreas inaccesibles.

PASO 3 DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: DESARROLLO DE ESTÁNDARES PROVISIONALES (LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN BÁSICA)

Propósito del paso 3:

- Asegurar que las condiciones que se lograrán en los equipos sean mantenidas y mejoradas.
- Asegurar que se mantengan las condiciones básicas del equipo agregando tareas de lubricación.
- Dar a los equipos la oportunidad de establecer y adherirse a sus propios estándares de mantenimiento.

Utilizando la experiencia ya ganada a través de la limpieza y la prevención de contaminación, los operadores identifican las condiciones óptimas (limpieza, lubricación, apriete de pernos) para sus equipos. *El Grupo de Trabajo MPT debe entonces fijar los estándares operativos requeridos para mantener estas condiciones.*

Los supervisores al intentar promover las ideas de limpieza, lubricación, orden y organización en el lugar de trabajo, vuelven invariablemente y a veces desesperados con comentarios como: "he intentado varias veces hacer que los operadores sigan los estándares, pero no quieren, si hay un buen método para convencerles de que lo hagan me gustaría conocerlo".

- **Por que los operadores no siguen los estándares**

Estos supervisores no han comprendido realmente por que los operadores no se atienen a los estándares.

El mayor obstáculo es que las personas que fijan los estándares no son las mismas personas que las que lo tienen que seguir. Esto promueve la actitud de "yo (supervisores o personal de ingeniería) fijo los estándares y ustedes (operadores) los obedecen.

En lugar de intentar obligar a los operadores a que sigan los estándares, los supervisores deberán apoyar su esfuerzo de las siguientes maneras:

- Explicar claramente los estándares y como seguirlos
- Explicar claramente por que los estándares deben seguirse, es decir lo que ocurrirá si no se siguen.
- Asegurar que los operadores tengan la destreza necesaria para seguir los estándares.
- Proporcionar el entorno necesario, por ejemplo, asegurando que se disponga de tiempo suficiente.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En otras palabras, si no existe la motivación, habilidad y oportunidad, los estándares no pueden obedecerse, por mucho que se esfuercen los supervisores en intentar imponerlos.

La mayoría de las actividades relacionadas con el Mantenimiento Autónomo dependen de la destreza y motivación de los operadores que los ejecutan en la práctica. La mayoría de los supervisores experimentarán la preocupación que proporciona el saber que se debe hacer pero no saben comunicarlo adecuadamente a los operadores.

- Los estándares autofijados son los mejores

Como se mencionó anteriormente, la mejor forma de asegurar la adhesión a los estándares es que los fijen las personas que los tendrán que seguir, o sea, el grupo mismo de trabajo. En realidad, este es el primer paso en el establecimiento del control autónomo. Las siguientes acciones son recomendadas:

- Explicar con claridad la importancia de seguir los estándares
- Enseñar la destreza necesaria para la fijación de los estándares
- Pedir a los operadores que desarrollen y fijen los estándares

Los operadores que han estado implicados en la limpieza inicial y las posteriores actividades de mejora querrán mantener las condiciones que han establecido, de otra manera todos sus esfuerzos se habrán desperdiciado. Son los operadores los que se encuentran en mejor predisposición para sentir esta necesidad. Es preciso instrumentarles en el significado básico de los estándares a través de ejemplos.

- La preparación de estándares aumenta la conciencia de la propia importancia

Cuando los miembros de un grupo de Mantenimiento Autónomo preparan sus propios estándares, definen sus propios objetivos y se comprometen a cumplirlos, este será un paso significativo de desarrollo. A través de este proceso, los miembros de los grupos comienzan a comprender el verdadero significado del trabajo en equipo.

- Fijar objetivos de tiempo para la limpieza, lubricación y acumulación de mejoras.

Solamente una cantidad limitada de tiempo puede destinarse a la limpieza (incluyendo apriete de pernos y detección de defectos menores del equipo) y lubricación. Los grupos deben preparar estándares y objetivos individuales de tiempo, basándose en los límites establecidos por la dirección. Por ejemplo, se pueden fijar objetivos típicos de 10 minutos diarios (o por turnos de trabajo), 30 minutos al final de cada semana, o una hora al final de cada mes.

Si el grupo desarrolla estándares que no puedan cumplir dentro de los tiempos previstos, se deben buscar formas de reducir los tiempos.

Obviamente, es necesario que los jefes y el personal de ingeniería cooperen de forma total, para simplificar y mejorar los procedimientos de limpieza, lubricación y apriete de pernos, a través de medidas como por ejemplo: la lubricación centralizada, intervalos más largos de lubricación, recolocación de lubricadores, marcas de límite en los estándares del nivel de aceite, marcas de montaje de pernos y tuercas, utilización de contratueras y diferentes acciones contra las fuentes de contaminación.

Puede ser de gran utilidad para los operadores utilizar un formato como el mostrado en la tabla 13, para facilitar el cumplimiento de las hojas de estándares provisionales, así como para analizar la carga de trabajo y ver si físicamente es posible en tiempo realizar estos estándares.

Ejemplo de una Tabla de Trabajo de un Operador para los Pasos 1-3

Puntos	Tiempo	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J
LUBRICACIÓN. (Mesa de la Cama)																				
Palanca de levantado de tabla	20seg.																			
Distribuidor Automático de Lubricación	10seg.																			
Palanca de paro	15seg.																			
Cantidad de lubricante en caja de engranes	1min.																			
Cantidad de lubricante en tanque hidráulico	3min.																			
Superficie de roce de la herramienta	20seg.																			
LIMPIEZA																				
Mesa de trabajo	1min.																			
Cama de la máquina	3min.																			
Engranaje y su área	3min.																			
Interior de la caja de engranes y su cubierta	2min.																			
Elemento hidráulico	2min.																			
Motor principal y accesorios	3min.																			
Tanque de enfriamiento y accesorios	3min.																			
Máquina de estampado	2min.																			
INSPECCIÓN (Mesa, etc.)																				
Palanca de corrección paralela	20seg.																			
Palanca de jalado	5seg.																			
Contador	5seg.																			
Palanca lateral	10seg.																			
Palanca de paro	25seg.																			
Lubricador automático	20seg.																			
Palanca de interruptor automático	20seg.																			
Interruptor de Límite	20seg.																			
INSPECCIÓN (Engranes y otros dispositivos)																				
Eje de engranes, motor, conexión	45seg.																			
Poleas y bandas	3min.																			
Palanca de control	15seg.																			
	total																			
Aprobado (encargado) _____																				

Tabla 13. Tabla de trabajo de operador para pasos 1-3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Promoción de la lubricación

La segunda ayuda para los operadores en el establecimiento de las condiciones básicas del equipo consiste en asegurar una lubricación correcta. La lubricación previene el deterioro del equipo y preserva su confiabilidad. Igual que otros defectos ocultos, la lubricación inadecuada a menudo no se tiene en cuenta, porque no está directamente relacionada con los defectos de calidad.

- Una lubricación inadecuada ocasiona pérdidas

A los operadores se les explica ampliamente que las pérdidas por una lubricación inadecuada incluyen no solo aquellas que son el resultado de obstrucciones, sino también la lubricación insuficiente que conduce a pérdidas indirectas, tales como disminución en la exactitud operativa en las partes móviles, sistemas neumáticos, etc., así como a un desgaste más rápido que acelera el deterioro, causa más defectos, e incrementa los tiempos de ajuste. Estas pérdidas indirectas pueden ser a menudo más significativas que las obstrucciones. Por ejemplo, es fácil de comprobar que la aplicación de los métodos de control concienzudo de lubricación puede reducir el consumo de energía eléctrica hasta en un 5%. Además son perfectamente imaginables la sobrecarga y pérdida de exactitud de los equipos producidas por una lubricación insuficiente.

- Razones de una lubricación inadecuada

Las siguientes razones son, aparte de la limpieza inadecuada, las causas más comunes de la lubricación inadecuada:

- *Los que realizan la lubricación no han sido instruidos en sus principios básicos, o en su importancia, o bien no se les ha mostrado evidencia concreta de las pérdidas causadas por una lubricación inadecuada.*
- *Los estándares de lubricación (puntos de lubricación, tipos y cantidad de lubricación, intervalos y herramientas) son incompletos o no han sido adecuadamente diseñados.*
- *Existen demasiados tipos de lubricantes o puntos de lubricación.*
- *No se concede tiempo suficiente para la lubricación.*
- *Muchos puntos de lubricación son inaccesibles de forma que el trabajo requiere demasiado tiempo.*

- Mejora de la lubricación

Es común caer en el error de que la persona que prepara los estándares de lubricación fije un tiempo y éste no le sea suficiente al operador que lo realiza. Por ejemplo, el operador del turno de la mañana necesitaba 30 minutos en ejecutarlo cuando, según lo establecido, solamente disponía de 10 minutos. Obviamente cualquier persona que prepara estándares debe probar personalmente el procedimiento antes que los operadores, con el fin de asegurar que sea posible completarlos dentro del tiempo especificado. Para reducir el tiempo, puede ser necesario realizar varias mejoras, tales como cambiar la ubicación de los lubricadores, fijar sistemas de lubricación centralizada, fijar etiquetas de instrucciones, y asegurar que los niveles de aceite estén claramente visibles.

Cuando se realiza un recorrido de inspección como tal, es sorprendente encontrar muchos depósitos de aceite, lubricadores o engrasadores sucios y con sedimentos, o tubos obstruidos en los sistemas centralizados de lubricación. Si este es el caso, la lubricación no servirá de nada por muy frecuente que sea su realización.

A continuación se mencionan como ejemplos algunos puntos de verificación para lubricación:

1. ¿Están siempre cubiertos los contenedores del lubricante?
2. ¿Están los almacenes de lubricante limpios y en orden?
3. ¿Se mantienen siempre en existencia los lubricantes necesarios?

<p>TESIS CON FALLA DE ORIGEN</p>

4. ¿Está todo el equipo etiquetado con instrucciones de lubricación? ¿son legibles las instrucciones?
5. ¿Están los lubricantes limpios por dentro y por fuera y trabajan correctamente? ¿Están los niveles de aceite siempre claramente visibles? ¿las bayonetas para medir el nivel de aceite están en buenas condiciones?
6. ¿Están trabajando correctamente todos los sistemas de lubricación centralizada?
7. ¿Contienen las reservas grasa o aceite, y está normal el sistema?
8. ¿Están trabajando apropiadamente todos los depósitos de aceite y grasa?
9. Después de la lubricación ¿emerge normalmente el lubricante entre las piezas móviles?
10. ¿Hay siempre una película de aceite entre las piezas giratorias, las piezas deslizantes, los piñones de arrastre, cadenas etc.? ¿tiene el equipo exceso de lubricación?
11. ¿Especifican los estándares de lubricación los tipos y cantidades apropiadas de lubricante e intervalos y la asignación del trabajo de lubricación?

- **Hacia cero averías debidas a fallas de lubricación**

Cuestiones claves para eliminar averías:

1. ¿Estamos usando en la máquina el lubricante correcto?
2. ¿Estamos aplicando la cantidad correcta?
3. ¿Estamos ignorando las fugas o sobre niveles?
4. ¿Estamos almacenando correctamente los lubricantes?

Las averías debidas a fallas de lubricación pueden eliminarse completamente cuando se reexamina el lugar de trabajo desde la perspectiva de estas cuestiones. Los operadores del equipo juegan un papel importantísimo en la realización de un mantenimiento apropiado de la lubricación desarrollando conjuntamente con el Ing. de Mantenimiento *estándares correctos y cumpliéndolos de modo regular.*

En la tabla 14 se muestra un estándar de lubricación en donde pueden observarse "CONTROLES O SISTEMAS VISUALES".

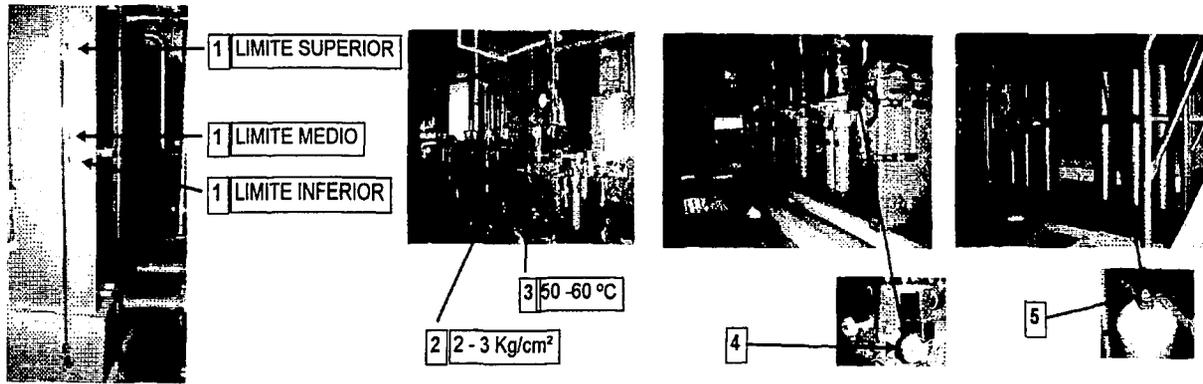
Estos sistemas visuales pueden ser definidos como el medio que permite a nuestras máquinas y sistemas "decirnos" qué necesitan y qué tan bien están funcionando.

CORRUGADOS ZINCO

ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN

ÁREA: W3
 NO. EQUIPO: W3M01SL01

NOMBRE EQUIPO: SISTEMA DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA
 FECHA: _____ REALIZADO POR: _____



PUNTO	PARTE	ESTÁNDAR DE LUBRICACIÓN	MÉTODO	LUBRICANTE	ACCIÓN	CADA	7	15	21	30	QUIEN	TIEMPO
						TURNO	Días	Días	Días	Días		
1	Indicador de nivel	Nivel de aceite debe estar entre el límite superior y límite medio, ya que si llega al límite inferior para máquina.	Manual	DTE - 26	Rellenar hasta el nivel superior de ser necesario.	x					Operador	3 min
2	Indicador de presión	Revisar presión de descarga de aceite de bombas	Visual		Si la presión es menor conseguir al Ingeniero de Mantenimiento	x					Operador	3 min
3	Indicador de temperatura	Revisar temperatura de aceite.	Visual		Si la temperatura es mayor revisar agua de enfriamiento.	x					Operador	3 min
4	Filtro secundario	Revisar que el indicador rojo de alta presión no este accionado.	Visual		Si esta accionado proceder a hacer cambio de filtro.					x	Operador	5 min
5	Filtro principal	Revisar que el indicador rojo de alta presión no este accionado.	Visual		Si esta accionado proceder a hacer cambio de filtros.				x		Operador	15 min
TOTAL TIEMPO						9 min			15 min	5 min		

Tabla 14. Estándar de lubricación

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Es necesario también en este paso realizar la evaluación de Actividades básicas de lubricación y estándares provisionales, tabla 15.

Tabla 15. PASO 3: Lista de Revisión de Actividades Básicas de Lubricación y Estándares Provisionales. EVALUACIÓN

CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(1) ESTÁNDARES PRELIMINARES	1. ¿Han sido confirmados los puntos de lubricación con mantenimiento y enlistados en forma de tabla?	5	Puntos de revisión incompletos; no están enlistados (0-1)	Puntos de revisión enlistados pero no confirmados con mantenimiento (2-3)	Puntos enlistados confirmados y problemas identificados (4-5)	
	2. ¿Se han elaborado diagramas de todos los equipos?	4	Menos del 80% de los equipos tiene diagramas (0-1)	Entre el 80% - 99% de los equipos tienen diagrama (2-3)	Se tiene diagramas del 100% de los equipos (4)	
	3. ¿Están bien identificadas y documentadas las actividades de limpieza y lubricación?	3	Menos del 90% (0-1)	Entre el 90 y 99% (2)	100% (3)	
	4. ¿Fueron ignoradas algunas actividades que son requeridas?	5	2 o más ignoradas (0-3)	1 Ignorada (4)	Ninguna ignorada (5)	
	5. ¿Se han especificado métodos y herramientas?	4	Menos del 90% (0-1)	Entre el 90 y 99% (2)	100% (3-4)	
	6. ¿Se han definido criterios y medidas para seleccionar los elementos a inspeccionar?	4	Menos del 90% (0-1)	Entre el 90 y 99% (2)	100% (3-4)	
	7. ¿Se han definido los tiempos y las frecuencias de las tareas?	3	Menos del 90% (0-1)	Entre el 90 y 99% (2)	100% (3)	
	8. ¿Son apropiados los tiempos y las frecuencias? ¿No exceden mucho a los tiempos - meta?	5	Demasiado largos (0-1)	Demasiado largos o demasiado frecuentes (2-3)	Cumple o excede los objetivos (4-5)	
	9. ¿Se han asignado tareas y se ha entrenado al personal?	3	Menos del 90% (0-1)	Entre el 90 y 99% (2)	100% (3)	
	10. ¿Es el personal asignado apropiado? ¿Existen distribuciones desiguales?	5	Depende demasiado de personas específicas (0-1)	Existe desigualdades pero no son extremas (2-3)	Asignación balanceada (4-5)	
	11. ¿Se describen claramente las tareas?	4	No hay dibujos, redacción difícil de entender (0)	Estándares, adecuados pero difíciles de usar (1-2)	Estándares ilustrados y de fácil uso (3-4)	
(2) TAREAS DE LUBRICACIÓN	1. ¿Están bien identificados los puntos de lubricación, se especifican los niveles mínimos-máximos en los indicadores?	5	Algunos puntos no identificados (0-1)	Etiquetas poco claras, mal etiquetado (2-3)	Etiquetas colocadas en forma correcta; fáciles de comprender (4-5)	
	2. Hay existencias de los lubricantes requeridos? ¿Hay limpieza?	5	No siempre hay lubricantes (0-1)	Existencias mal administradas (2-3)	Existencias bien administradas (2-3)	
	3. ¿Se encuentran accesibles las herramientas para la lubricación?	5	No están accesibles, mal organización (0-1)	Herramientas presentes pero no están organizados (2-3)	Herramientas presentes y de fácil acceso (4-5)	
(3) SEGUIMIENTO	1. ¿Se están dando seguimiento a las acciones que atacan las fuentes de los problemas?	3	No se señalan las fuentes (0)	Existen planes de acción correctiva (1-2)	Se tomó acción y se está dando seguimiento (3)	
	2. ¿Se está dando seguimiento a las acciones de mejora de áreas inaccesibles?	3	Se corrigieron algunas dificultades (1)	Existen planes para corregir todas las áreas (2)	Seguimiento constante y mejora continua	
	3. ¿Se está planeando acción continua para áreas con poca mejora?	5	No hay planes (0)	Existen planes pero no se han realizado (2)	Seguimiento completo (3)	
(4) ESTATUS DE ACTIVIDADES	1. ¿Están bien limpias el cuerpo de la máquina y el equipo auxiliar?	3	Equipo sucio y flojo; elementos innecesarios; desperdicio regado (0)	Es posible detectar suciedad y tornillos sueltos mediante el tacto (1-2)	No hay suciedad, juego u objetos innecesarios (3)	
	2. ¿Están limpias las áreas que rodean al equipo?	3	Rechazos y polvo por todos lados (0)	Esfuerzos notorios para lograr limpieza (2)	Áreas limpias y ordenadas (3)	
	3. ¿Se utiliza efectivamente el tablero para monitorear actividades y resultados?	3	No hay muchas desplegadas no se utiliza (0-1)	Están desplegadas pero no están actualizadas (2)	Tablero se usa de forma efectiva y extensiva (3)	

TOTALES:

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS: 80

TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS:

COMENTARIOS:

% OBTENIDO DEL TOTAL POSIBLE:

EVALUADO:

EVALUADOR:

- **Promoción de atornillados o apretados correctos**

Los operadores son quienes se encuentran en mejor posición para asegurar diariamente que todos los elementos de sujeción estén correctamente apretados. El atornillado correcto es el tercer modo que tienen los operadores para ayudar a establecer las condiciones básicas del equipo.

- **Pérdidas causadas por mal apriete o atornillado**

La holgura o falta de tuercas, tornillos y otros elementos de anclaje pueden causar grandes pérdidas, directa o indirectamente, por ejemplo: los tornillos sueltos causan fracturas de matrices, plantillas, herramientas y consecuentemente productos defectuosos. Los tornillos sueltos en los interruptores límite, abrazaderas, etc. Y las terminales sueltas en paneles de distribución de control causan daños y mal funcionamiento. Los tornillos sueltos en bridas de tuberías causan fugas.

Es típico que incluso un único tornillo suelto sea la causa directa de un defecto o avería. Sin embargo, en la mayoría de los casos, un perno o tornillo suelto causa vibraciones, como consecuencia de lo cual otros tornillos empiezan a soltarse.

LA VIBRACIÓN SE ALIMENTA DE LA VIBRACIÓN, LA HOLGURA SE ALIMENTA DE LA HOLGURA. EL DETERIORO SE EXTIENDE, LA PRECISIÓN DE FUNCIONAMIENTO DISMINUYE, Y EVENTUALMENTE SE DAÑAN LAS PIEZAS.

- **Asegurando un atornillado correcto**

Para eliminar los tornillos sueltos, eliminar la vibración, se utilizan contratueras y otros mecanismos de bloqueo. Además se ponen marcas de colocación de tornillos y tuercas principales y de esta manera se pueden descubrir fácilmente durante la limpieza los tornillos que están sueltos, también se pueden utilizar martillos de prueba en las inspecciones.

Resumen del paso 3:

La lubricación deficiente causa aproximadamente el 60% de todas las averías. En estos tres primeros pasos del Mantenimiento Autónomo, los operadores aprendieron a inspeccionar los puntos a lubricar para asegurar que los niveles de aceite son apropiados, también aprendieron a reconocer condiciones anormales tales como exceso de grasa y fugas de aceite. En este tercer paso en particular se les capacitó y aprendieron sobre la gestión de la lubricación y como añadir la cantidad correcta del lubricante apropiado en el momento justo.

PASO 4 DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: INSPECCIÓN GENERAL; DESARROLLO Y ENTRENAMIENTO

Propósito del entrenamiento para inspección general:

- Da conocimientos al operador acerca de la inspección en el equipo y habilidades para el diagnóstico.
- Expande el alcance de las rutinas de inspección que realizan los operadores.
- Promueve la restauración sistemática del equipo y aumenta la eficiencia del mantenimiento preventivo a través de controles visuales.

En un programa de Mantenimiento Autónomo se adiestra a los operadores para que realicen inspecciones de rutina. Se espera de ellos que sean capaces de identificar las evidencias, a menudo sutiles, del deterioro.

En los tres pasos anteriores a los operadores se les enseñó prácticamente las condiciones y funciones básicas de los equipos, así como sus tareas básicas (inspección, limpieza, ajuste y lubricación). Pero ¿hasta dónde vamos a querer que el operador llegue en sus conocimientos y tareas? Es precisamente en este paso 4 en donde se decide hasta dónde se quiere que el operador esté capacitado en funciones o conocimientos más profundos y específicos. Una vez definido lo anterior se dará inicio de esta capacitación en la Fase de Implementación paso diez.

En otras palabras, ¿es necesario y se justifica que sepa de sistemas neumáticos, hidráulicos, eléctricos, de elementos de máquinas (tuercas, pernos y tornillos), de sistemas motrices? de serlo así, se deberán establecer planes de estudio específicos.

- Causas de las fallas de inspección

Muchas compañías piden a sus operadores que realicen algún tipo de inspección, pero éstos no logran resultados significativos por tres razones ya mencionadas:

1. Se exige inspección, pero no se estimula a los trabajadores para que prevengan el deterioro de los equipos (*falta de motivación por la causa de falta de dirección*).
2. Se exige inspección pero no se concede el tiempo suficiente para llevarla a cabo (*falta de oportunidad*).
3. Se exige inspección, pero no se realiza el adiestramiento necesario (*falta de habilidad*).

- Las funciones de inspección no están bien definidas, error muy común

Inevitablemente hay problemas con la inspección cuando los Ingenieros de Mantenimiento preparan las hojas de verificación para inspección y simplemente las entregan a los operadores. Los ingenieros generalmente siempre quieren que se inspeccionen demasiados elementos y tienden a considerar que su trabajo ha terminado cuando han preparado las hojas de verificación. No indican que elementos a verificar son los más importantes y cuanto tiempo se necesita; tampoco toman en consideración que los procedimientos de inspección podrían hacerse más fluidos o que los operadores quizás necesiten aprender ciertas destrezas para realizar la inspección.

- Los operadores necesitan capacitarse para la inspección

El principal problema que tuvimos en un inicio fue que les pedimos a los operadores que realizaran inspecciones para las que no tenían la destreza necesaria. Es típico pedirles que realicen inspecciones visuales, pero éstas son a menudo bastante difíciles porque en muchos casos el deterioro no puede identificarse o medirse visualmente.

Los operadores necesitan un adiestramiento considerable antes de que puedan realizar las inspecciones correctamente; con la simple entrega de una hoja de verificación no se les capacita para realizar el trabajo.

Incluso los operadores adiestrados no deben confiar exclusivamente en las hojas de verificación para realizar las inspecciones.

Su función más importante es hacer juicios basados en su propio conocimiento del estado del equipo e identificar los defectos de funcionamiento durante la limpieza y lubricación. Los supervisores de línea y el personal de ingeniería deben darse cuenta que las hojas de verificación sólo cubren una pequeña parte del trabajo del operador (es imposible hacer una lista de cada perno y tuerca a inspeccionar).

El primer requerimiento para una inspección autónoma general es disponer de operadores conocedores de su equipo y que confíen en él. Una vez que hayan sido adiestrados y tengan la práctica necesaria para llevar a cabo inspecciones generales, pueden preparar hojas de verificación que cubran sus propios requerimientos.

También los intervalos y tiempos de inspección son críticos, puesto que es preciso realizar el trabajo mientras el equipo está operando.

- Intervalos de inspección

Los intervalos adecuados de inspección para el Mantenimiento Autónomo pueden ser diarios, cada diez días (o cada dos semanas), todos los meses o cada tres meses. Muy poco tiempo puede destinarse a la inspección, limpieza y lubricación diaria en la línea de producción, ya que se dedica un tiempo considerable a la preparación diaria del arranque y operación. Estos tiempos deberán adecuarse a las necesidades particulares de cada planta.

Por lo tanto, las inspecciones diarias deberán centrarse solamente en el deterioro del equipo que afecte directamente a la seguridad y calidad del producto.

- Simplificar las inspecciones diarias

Otro error en el cual incurrimos fue que en un inicio les pedimos a los operadores que siguieran un procedimiento de inspección muy detallado (listas de verificación con muchos elementos). Sin embargo, conforme transcurre el tiempo nos fuimos dando cuenta que en realidad no era necesario realizar diariamente tantos puntos de verificación, luego entonces ¿por qué no dedicar un poco más de tiempo a la elaboración minuciosa de las listas de verificación? A esto también se debe aunar que el tiempo concedido es insuficiente para ello. El resultado de estas malas prácticas solamente pueden tener un desenlace: irritar a los operadores y convertir en inútil la lista de verificación, tal como nos sucedió.

Limitar las inspecciones diarias a los pocos elementos necesarios para evitar graves problemas de seguridad y calidad y permitirá que los operadores practiquen a fondo hasta que todo ello se integre en la rutina de trabajo.

- Conceder el tiempo adecuado para la inspección general

La inspección general es demasiado importante para que sea realizada de prisa, en lugar de ello hay que considerar reservar un espacio de tiempo suficiente para dedicarle toda la atención, incluso si fuera necesario alargar el intervalo entre inspecciones. Con la práctica de esta actividad los operadores desarrollan gradualmente la capacidad de percibir durante la operación el estado en que se encuentra su equipo y de detectar señales de problemas mientras limpian o lubrican.

- Establecer intervalos realistas de inspección

El intervalo de tiempo de inspección para cada elemento solamente puede determinarse a través de la experiencia. Teniendo en cuenta las restricciones de tiempo, es aconsejable que el personal responsable de producción y mantenimiento deberán ponerse de acuerdo sobre el tiempo adecuado, basándose en su propia experiencia y la probabilidad y posibles consecuencias de una avería del equipo.

Naturalmente, los intervalos de inspección están sujetos a modificaciones dependiendo del registro posterior de inspecciones.

- Tiempos de inspecciones

La necesidad de inspeccionar y el tiempo que se puede dedicar a cada elemento dependen del equipo y su entorno, así como los intervalos de inspección. Esto se encuentra afectado por factores tales como si el operador simplemente supervisa el equipo o si está trabajando en el de forma continua (grado de automatización), si el equipo es crítico para la velocidad de la línea de producción, si la mayor parte de la inspección puede llevarse a cabo mientras el equipo esta funcionando, si es necesario condiciones especiales de seguridad para inspeccionarlo, etc.

En la mayoría de los casos, las inspecciones se limitan por la cantidad de tiempo que se puede reservar para ellas y, por lo tanto, lo mejor es empezar considerando los factores anteriormente mencionados y, como orientación, es preferible la elaboración de objetivos temporales de tiempo.

Es de suma utilidad determinar los elementos de inspección y los intervalos con antelación y preparar hojas de verificación para realizar las inspecciones siguiendo estas hojas de verificación anotando las diferencias entre los objetivos de tiempo y los tiempos reales. En este punto puede ser necesario simplificar los procedimientos de inspección y reducir los tiempos de limpieza y lubricación; también será necesario reconsiderar los intervalos y los puntos a inspeccionar, aunque al principio la inspección de ciertos elementos puede consumir

demasiado tiempo, los tiempos se reducirán considerablemente cuando los operadores se familiaricen con los procedimientos.

Es necesario a esta altura del proceso de aplicación, realizar una evaluación de Revisión de Inspección General, tabla 16, para saber si podemos continuar o en que puntos debemos trabajar más fuertemente.

Tabla 16. PASO 4: Lista de Revisión de Inspección General: EVALUACIÓN (1/2)

MÁQUINA		FECHA				
CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(1) LUBRICACIÓN	1.- ¿Están bien limpios los lubricantes? ¿Es fácil revisar los niveles?	4	Lubricantes sucios; no es posible ver nivel (0)	Lubricantes limpios; nivel difícil de leer pero visible (1-2)	Fácil de ver (3-4)	
	2.- ¿Están funcionando en orden los sistemas centralizados de lubricación?	4	Líneas tapadas, no funcionan (0)	Algunas puntas sobre-lubricada, otros sublubricados (1-2)	Funcionando normalmente (4)	
	3.- ¿Están, los contenedores en un nivel adecuado y funcionando correctamente?	4	Contenedores vacíos o con su límite excedido (0-1)	Algunos niveles de los lubricados marcados claramente (2-3)	Fácil de ver consumo de aceite normal (4)	
	4.- ¿Funcionan de forma correcta los contenedores de grasa?	4	Grasa contaminada y niveles anormales (0-1)	Algo de contaminación extrema la mayoría llena niveles adecuados (2-3)	Limpios y con niveles adecuados (4)	
	5.- ¿Las Temperaturas y cantidades de aceite son adecuadas para depósitos, hidroconvertidores, frenos de velocidad, etc.? ¿Existen fugas?	4	Fugas y suciedad presente; no existe límites de control (0-1)	Mejoras no alcanza el nivel deseado, falta más trabajo (2-3)	Volúmenes y temperaturas dentro de los límites; no hay fugas (4)	
	6.- ¿Hay fugas de aceite o grasa en contenedores o tubleros ?	4	Fugas de aceite y grasa visibles (0-1)	Condensación de aceite y grasa visibles (2-3)	No hay fugas (4)	
	7.- ¿Existen lugares sin tapas de contenedores?	4	Faltan más de 2 tapas (0-2)	Falta una tapa (3)	Están todas las tapas (4)	
	8.- ¿Sistemas autolubrificantes de aceite y grasa funcionando correctamente?	4	Contenedores vacíos (0-1)	No es claro si funcionan; no tienen el nivel adecuado (2-3)	Se revisa el nivel en forma regular, funcionando correctamente (4)	
	9.- ¿Está presente una película de aceite de manera continua en las partes que así lo requieren?	4	Superficies secas al tacto señales de óxido y corrosión (0-1)	Lubricación intermitente en algunas áreas (2-3)	Superficies limpias y bien lubricadas (4)	
	10.- ¿Después de la Lubricación el lubricante fluye libremente entre las partes móviles ?	4	Superficies secas al tacto señales de óxido y corrosión (0-1)	Lubricación intermitente en algunas áreas (2-3)	Superficies limpias y bien lubricadas (4)	
	11.- ¿Hay suficiente lubricante en las varillas de los rodillos?	5	Superficies secas al tacto señales de óxido y corrosión (0-1)	Lubricación de intermitente en algunas áreas (2-3)	Superficies limpias y bien lubricadas (4-5)	
	12.- ¿Hay problemas provocados por un suministro excesivo de aceite ?	5	No siempre hay lubricación (0-1)	Existencias mal administradas (2-3)	Etiquetas bien administradas (4-5)	
	13.- ¿Se utilizan lubricantes con características adecuadas?	5	Suciedad inminente provocada por exceso de aceite; más limpieza (0-1)	Exceso en el abastecimiento de aceite en algunas áreas (2-3)	Abastecimiento de aceite adecuado y buenas prácticas de limpieza (4-5)	
	14.- ¿ Se conocen las cantidades correctas de lubricantes; se están actualizando las cantidades debido a fugas y sobre uso?	5	Cantidades desconocidas; no se han modificado dichas cantidades (0-1)	Cantidades conocidas pero todavía faltan mejoras (2-3)	Cantidades conocidas; se audita el efecto de fugas (4-5)	
(2)SEGUIMIENTO	1.- ¿Se están manteniendo las mejoras que se han logrado?	5	Pocas correcciones, persisten los problemas secundarios (0-1)	Se han tomado en consideración los problemas secundarios y se han planeado acciones correctivas (2-3)	Buen seguimiento: mejoras continuas (4-5)	
	2.- ¿Son buenos los niveles de frecuencia en juntas y de participación?	5	No se apegan a los estándares (0-1)	Se llevan de acuerdo a los estándares pero las máquinas no se mantienen en buenas condiciones (2-3)	Buen seguimiento: mejoras continuas (4-5)	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 16. PASO 4: Lista de Revisión de Inspección General: **EVALUACIÓN (2/2)**

MÁQUINA		FECHA				
CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(3) ESTATUS DE ACTIVIDADES	1.- ¿Se está dando seguimiento al plan de educación ; han sido entrenados todos los miembros del equipo?	5	Menos del 90 % han sido entrenados (0-1)	Más del 90% han sido entrenados (2-3)	100 % han sido entrenados y comprendieron el entrenamiento (4-5)	
	2.- ¿Son buenos los niveles de frecuencia en juntas y de participación?	5	Pocas juntas; no todos participan (0-1)	Junta regulares, poca asistencia en ocasiones (2-3)	100 % de participación tiempo bien utilizado (4-5)	
	3.- ¿Se conducen la inspecciones en coordinación con mantenimiento?	5	Mantenimiento no tuvo participación (0-1)	Alguna inspecciones se llevaron a cabo por personal de mantenimiento (2-3)	Inspecciones adecuadas con mantenimiento (4-5)	
	4.- ¿Se han corregido las fallas?	5	No se ha dado prioridad a los problemas (0-1)	Se han asignado prioridades pero hay poco progreso (2-3)	Acciones planeadas progresando (4-5)	
	5.- ¿Han sido agregadas a los estándares provisionales elementos adecuados de inspección?	5	No se han agregado o no son prácticas (0-1)	Se requiere revisar los estándares para hacer más prácticas (2-3)	Estándares satisfactorios, fáciles de seguir (4-5)	

TOTALES

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS :95

TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS _____

COMENTARIOS:

% OBTENIDO DEL TOTAL POSIBLE: _____ INSPECCIONADO: _____ INSPECTOR: _____

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Como se menciona al principio, si se justifica el hacer inspecciones en diferentes sistemas en específico, es necesario hacer evaluaciones. A continuación se presentan como ejemplo dos tablas 17 y 18 para evaluaciones de "tuercas y tornillos" y "sistemas neumáticos" respectivamente.

De ser necesario se pueden desarrollar también tablas de evaluación para sistemas hidráulicos, eléctricos y motrices.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 17. PASO 4: Lista de Revisión de Elementos de las Máquinas: EVALUACIÓN (1/2)
(Tuercas y Tornillos)

MÁQUINA	CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
				BAJO	MEDIO	ALTO	
(1) TORNILLERÍA		1.- ¿Existen marcas de registro para confirmar que estén bien apretadas?	5	Se utilizan las marcas de registro pero algunas partes críticas no tienen marcas (0-1)	Las marcas de registro se utilizan indiscriminadamente en todas las tuercas (2-3)	Las marcas se utilizan sólo en las partes que tienen vibración (4-5)	
		2.- ¿Están las marcas de registro bien colocadas y son fáciles de ver?	5	No están bien colocadas (0-1)	Bien colocadas pero difíciles de ver (2-3)	Bien colocadas y fáciles de ver (4-5)	
		3.- ¿Han sido identificadas de forma clara las tuercas y tornillos que requieren atención?	5	No están indicados (0-1)	No están indicados claramente (2-3)	Están identificados mediante marcas especiales (4-5)	
		4.- ¿Se están utilizando tuercas y tornillos con características adecuadas?	5	Se utilizan tuercas y tornillos con características inadecuadas (0-1)	Se han identificado los tornillos y tuercas inadecuadas y se van a cambiar (2-3)	Todas las tuercas y tornillos ya no se aflojan (4-5)	
		5.- ¿Se han hecho mejoras para evitar que se aflojen las tuercas y tornillos?	5	No hay planos y/o mejoras (0-1)	Se están haciendo mejoras (2-3)	Tuercas y tornillos ya no se aflojan (4-5)	
		6.- ¿Se utilizan arandelas de tamaño adecuado?	5	Algunos lugares no tienen arandelas (0-1)	Están presentes pero son de tamaño equivocado (2-3)	Se utilizan arandelas de la forma correcta (4-5)	
		7.- ¿Se utilizan arandelas de resorte en donde deben ser utilizadas?	5	Algunos lugares no tienen arandelas (0-1)	Están presentes pero son de tamaño equivocado (2-3)	Se utilizan arandelas pero de forma especificada (4-5)	
		8.- ¿Sobrepasan los tornillos a las tuercas aproximadamente 2 vueltas? (a menos que la operación del equipo se vea afectada)	5	Algunos tornillos no sobrepasan la tuerca (0-1)	Se han encontrado problemas y se están haciendo mejoras(2-3)	Los tornillos sobrepasan las tuercas de forma correcta (4-5)	
		9.- ¿Esta bien anclado el equipo?	5	Algunas partes no tienen tuercas y/o tornillos, no están realizando su función de anclado (0-1)	Tuercas y tornillos bien apretados, pero el equipo está mal anclado (2-3)	Tuercas y tornillos bien apretados, equipo bien anclado (4-5)	
		10.- ¿Se han hecho mejoras para vibraciones y evitar que se aflojen los tornillos?	5	No hay mejoras para detener la vibración no se ha buscado evitar que se aflojen los tornillos (0-1)	Se ha evitado que se aflojen pero no se ha atacado la vibración (2-3)	Se han implementado pasos para evitar vibración, existen mejoras (4-5)	
(2) SEGUIMIENTO		1.- ¿Se están manteniendo las mejoras que se han logrado?	5	Pocas correcciones, persisten los problemas secundarios (0-1)	Se han tomado en consideración los problemas secundarios y se han planeado acciones correctivas (2-3)	Buen seguimiento; mejoras continuas (4-5)	
		2.- ¿Son buenos los niveles de frecuencia en juntas y de participación?	5	No se apegan a los estándares (0-1)	Se llevan de acuerdo a los estándares pero las máquinas no se mantienen en buenas condiciones (2-3)	Buen seguimiento; mejoras continuas (4-5)	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 17. PASO 4: Lista de Revisión de Elementos de las Máquinas: EVALUACIÓN (2/2)
(Tuercas y Tornillos)

MÁQUINA		FECHA				
CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(3)ESTATUS DE ACTIVIDADES	1.- ¿Se está dando seguimiento al plan de educación; han sido entrenados todos los miembros del equipo?	5	Menos del 90% han sido entrenados (0-1)	Más del 90% han sido entrenados (2-3)	100% han sido entrenados y comprendieron el entrenamiento (4-5)	
	2.- ¿Son buenos los niveles de frecuencia en juntas y de participación?	5	Pocas juntas; no todos participan (0-1)	Juntas regulares, poca asistencia en ocasiones (2-3)	100% de participación tiempo bien utilizado (4-5)	
	3.- ¿Se conducen las inspecciones en coordinación con mantenimiento?	5	Mantenimiento no tuvo participación (0-1)	Algunas inspecciones se llevaron a cabo por personal de manito. (2-3)	Inspecciones adecuadas con mantenimiento (4-5)	
	4.- ¿Se han corregido las fallas?	5	No se ha dado prioridad a los problemas (0-1)	Se han asignado prioridades pero hay poco progreso(2-3)	Acciones planeadas progresando (4-5)	
	5.- ¿Han sido agregadas a los estándares provisionales elementos adecuados de inspección?	5	No se han agregado o no son prácticas (0-1)	Se requiere revisar los estándares para hacer más prácticas (2-3)	Estándares satisfactorios, fáciles de seguir (4-5)	
	6.- ¿ Incorporan los estándares escritos, elementos dirigidos a mejoras en las áreas de seguridad, fallas y calidad?	5	No se han considerado (0)	Algunos elementos han sido identificados, pero no se han considerado (1-3)	Los elementos se identifican y se seleccionan en forma rutinaria (4-5)	

TOTALES

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS :90

TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS _____

COMENTARIOS:

% OBTENIDO DEL TOTAL POSIBLE: _____ INSPECCIONADO: _____ INSPECTOR: _____

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 18. PASO 4: Lista de Revisión Inspección General de Sistemas Neumáticos: EVALUACIÓN (1/2)

CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	FECHA			PTS
		P	CRITERIO DE EVALUACIÓN		
			BAJO	MEDIO	
(1) DISPOSITIVOS NEUMÁTICOS	1. ¿Están todos los dispositivos etiquetados en forma clara y correcta?	4	Algunos dispositivos no están bien etiquetados (0-1)	Todos están etiquetados; algunas etiquetas son difíciles de leer (2-3)	Todos los dispositivos están claramente etiquetados (4)
	2. ¿Se están usando correctamente las válvulas de aire? ¿Hay fugas?	4	Caldeas o mal montadas (0-1)	Fallas identificadas y en proceso de corrección (2-3)	Las revisiones de la compresión muestran que los dispositivos se están utilizando correctamente. No hay fugas (4)
	3. ¿Están bien organizadas las conexiones? ¿Hay fugas?	4	Revisiones basadas en lista de revisión imposibles o poco claras (0-1)	Fallas identificadas y en proceso de corrección (2-3)	Conexiones utilizadas correctamente. No hay fugas (4)
	4. ¿Hay abrazaderas de cilindros de aire sueltos? ¿Fugas de aire o varillas?	4	Algunos tornillos flojos, fugas de aire (0-1)	Fallas identificadas y en proceso de corrección (2-3)	Revisiones exhaustivas. No hay fallas (4)
	5. ¿Están los cilindros montados en forma adecuada?	4	Carga lateral sobre la varilla es visible (0-1)	Se han identificado fallas y se están corrigiendo (2-3)	Montadas correctamente (4)
	6. ¿Indican los medidores de presión en forma clara los límites de presión correctos?	5	La presión tolerable no está indicada; difícil de inspeccionar (0-1)	Fallas identificadas y en proceso de corrección (2-3)	Indicador presente y fácil de inspeccionar (4-5)
	7. ¿Las instalaciones de tubería y manguera entorpecen las inspecciones?	5	Hay que pisar mangueras y tubos para inspeccionar la máquina (0-1)	Fallas identificadas y en proceso de corrección (2-3)	Área de caminado establecida (4-5)
	8. ¿Están bien identificados solenoides, se sobrecalientan?	5	Algunos dispositivos no están bien etiquetados (0-1)	Todos están etiquetados; algunas etiquetas son difíciles de leer (2-3)	Todos los dispositivos están claramente etiquetados (4)
(2) VÁLVULAS, MANGUERAS Y TUBOS	1. ¿Hay fugas en las válvulas? ¿Manijas rotas, difíciles de cerrar, manijas innecesarias?	4	Fugas de aire, manijas rotas (0-1)	Fallas identificadas y se están corrigiendo (2-3)	No hay fugas de aire, todas las manijas están en orden (4)
	2. ¿Hay flujo de aire en válvulas cerradas?	4	Si hay flujos cuando las válvulas están cerradas (0-1)	Fallas identificadas y se están corrigiendo (2-3)	No hay fallas en las válvulas (4)
	3. ¿Hay elementos innecesarios presentes? ¿Hay tuberías en desorden o daños a los asistentes?	4	Daños en tubos y mangueras, elementos innecesarios presentes (0-1)	Fallas identificadas y se están corrigiendo (2-3)	No hay elementos innecesarios tubos y mangueras en buen estado y en orden (4)
	4. ¿Hay mangueras a punto de salirse de su lugar?	4	Mangueras por salirse (0)	Fallas identificadas y se están corrigiendo (2-3)	Todas las mangueras están en su lugar (4)
	5. ¿Hay uniones flojas en las mangueras?	4	Revisiones basadas en listas de revisión imposibles o poco claras (0-1)	Fallas identificadas y se están corrigiendo (2-3)	Uniones basadas correctamente. No hay fugas. (4)
	6. ¿Están todos los medidores limpios y son fáciles de leer?	4	Medidores sucios, no se indican límites (0)	Anormalidades reconocidas y en proceso de corrección (2-3)	Medidores bien marcados y fáciles de leer (4)
(2) SEGUIMIENTO	1. ¿Se están manteniendo las mejoras que se han logrado?	5	Pocas correcciones, persisten los problemas secundarios (0-1)	Se han tomado en consideración los problemas secundarios y se han planeado acciones correctivas (2-3)	Buen seguimiento, mejoras continuas (4-5)
	2. ¿Son buenos los niveles de frecuencia en juntas y de participación?	5	No se apegan a los estándares (0-1)	Se llevan de acuerdo a los estándares pero las máquinas no se mantienen en buenas condiciones (2-3)	Buen seguimiento, mejoras continuas (4-5)

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**Tabla 18. PASO 4: Lista de Revisión Inspección General de
Sistemas Neumáticos: EVALUACIÓN (2/2)**

MÁQUINA

FECHA

CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(3)ESTATUS DE ACTIVIDADES	1.- ¿Se está dando seguimiento al plan de educación; han sido entrenados todos los miembros del equipo?	5	Menos del 90% han sido entrenados (0-1)	Más del 90% han sido entrenados (2-3)	100% han sido entrenados y comprendieron el entrenamiento (4-5)	
	2.- ¿Son buenos los niveles de frecuencia en juntas y de participación?	5	Pocas juntas; no todos participan (0-1)	Juntas regulares, poca asistencia en ocasiones (2-3)	100% de participación tiempo bien utilizado (4-5)	
	3.- ¿Se conducen las inspecciones en coordinación con mantenimiento?	5	Mantenimiento no tuvo participación (0-1)	Algunas inspecciones se llevaron a cabo por personal de manito. (2-3)	Inspecciones adecuadas con mantenimiento (4-5)	
	4.- ¿Se han corregido las fallas?	5	No se ha dado prioridad a los problemas (0-1)	Se han asignado prioridades pero hay poco progreso(2-3)	Acciones planeadas progresando (4-5)	
	5.- ¿Han sido agregadas a los estándares provisionales elementos adecuados de inspección?	5	No se han agregado o no son prácticas (0-1)	Se requiere revisar los estándares para hacer más prácticas (2-3)	Estándares satisfactorios, fáciles de seguir (4-5)	
	6.- ¿Incorporan los estándares escritos, elementos dirigidos a mejoras en las áreas de seguridad, fallas y calidad?	5	No se han considerado (0)	Algunos elementos han sido identificados, pero no se han considerado (1-3)	Los elementos se identifican y se seleccionan en forma rutinaria (4-5)	

TOTALES

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS :99

TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS _____

COMENTARIOS:

% OBTENIDO DEL TOTAL POSIBLE: _____

INSPECCIONADO: _____

INSPECTOR: _____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RESUMEN DEL PASO 4:

Conocimientos básicos del equipo para los Operadores:

- Los operadores deben comprender como funcionan los diferentes sistemas que apoyan la operación del equipo, deben ser capaces de hablar claramente de estos sistemas con el personal de mantenimiento.
- Los operadores deben comprender que tipo de problemas pueden surgir, por qué suceden y que tan serios son.
- Los operadores deben ser capaces de reconocer los síntomas de condiciones anormales utilizando sus cinco sentidos.
- Los operadores deben saber como prevenir o reaccionar ante problemas de forma efectiva y segura.
- Los operadores deben saber utilizar controles visuales para asegurar la correcta operación e inspección.

PASO 5 DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: INSPECCIÓN GENERAL AUTÓNOMA

Propósito del Paso 5:

- Certificar a los operadores ya entrenados, para que lleven a cabo inspecciones generales.
- Establecer que los operadores y el personal de mantenimiento son socios de trabajo, un equipo de trabajo en la administración de la maquinaria.
- Compaginar los estándares provisionales de lubricación e inspección con los estándares generales de inspección provisionales que se desarrollaron en el paso 4.
- Asegurar que las actividades de mantenimiento rutinarias se lleven a cabo confiablemente y en los periodos de tiempo asignado.

Actividades del paso 5:

- Revisar y reorganizar todos los estándares provisionales desarrollados en los pasos uno a cuatro.
- Revisar los estándares (¿están completos? ¿existen actividades duplicadas con actividades de mantenimiento? ¿son consistentes las revisiones con los estándares de calidad?).
- Hacer una implementación de prueba y revisar habilidades de inspección de operadores.
- Estudiar las operaciones de las máquinas, estandarizar, documentar y entrenar operadores como se vaya requiriendo.

La formación de los operadores sobre sus equipos consume mucho tiempo porque el adiestramiento debe ser detallado, y es recomendable que sea desde la base, por ejemplo, funciones del equipo, mecanismos y principios operativos. Además, deben ser adiestrados en el mismo equipo que utilizan, lo que complica la programación de la producción. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el adiestramiento técnico concienzudo es la llave para establecer el MPT y obtener beneficios significativos.

- **Desarrollo de operadores que conocen su equipo**

Debido a que los operadores utilizan su equipo para fabricar productos, se podría esperar que estuvieran razonablemente familiarizados con él, sin embargo no siempre sucede de esta manera. Sabemos que teniendo los operadores un mayor conocimiento y destreza, es posible transformar la forma de llevar la fábrica o taller con excelentes beneficios.

Un operador que conoce su equipo no necesita tener la destreza en reparaciones del trabajador de mantenimiento. **La destreza más importante del operador es más bien la capacidad de descubrir las anomalías. Los operadores deben saber lo bastante sobre el equipo como para identificar los pequeños signos de problemas siempre que suceda algo fuera de lo normal.**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

No es fácil desarrollar operadores con esta capacitación, pero es esencial mientras precisemos equipos para fabricar productos. Los operadores de este tipo no solamente cambian la forma de gestión del equipo, posibilitan además cambios enormes en todas las prácticas de gestión de los talleres.

La destreza en la inspección autónoma y el entrenamiento adquiridos deben considerarse como el primer paso en el desarrollo de operadores diestros y entendidos, operadores que con mucha razón se pueden denominar "sensores humanos".

- Preparación para adiestramiento en inspección general

Si aceptamos el reto de desarrollar operadores con estas capacitaciones, debemos adiestrarlos bien. Una parte importante del adiestramiento prepara a los operadores para realizar las inspecciones generales y de esta manera obtener los resultados esperados.

- Identificación de los elementos de la inspección general

Es recomendable que la capacitación se lleve a cabo dependiendo de lo que los operadores necesiten saber, por ejemplo, como montar útiles, como llevar a cabo las inspecciones y por supuesto, como operar el equipo correctamente.

Para determinar las actividades de la inspección se puede recurrir a las especificaciones de diseño del equipo, así como también al historial del mismo (incidencia de averías, defectos y otros problemas). El programa de capacitación deberá también cubrir de ser necesario por lo menos, los componentes básicos funcionales del equipo, por ejemplo, sistemas neumáticos, hidráulicos, mecanismos de transmisión, electricidad, instrumentación y rodamientos.

El contenido y extensión de la capacitación se deberá adecuar para cada caso en particular y estará en función de las necesidades de la organización.

A continuación se muestra como ejemplo, uno de los programas de capacitación con sus módulos y únicamente los temas de los módulos I y III:

Para: Gerente de Planta
Gerente de Ingeniería y Mantenimiento
Superintendente de Ingeniería
Superintendente de Mantenimiento
Gerente de Producción
Ingeniero de Operaciones

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De: Ingeniero de Mantenimiento
Ingeniero de Capacitación

Anexo al presente le enviamos el programa de capacitación sobre:
"TÉCNICAS BÁSICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO"

Este curso tiene la finalidad de capacitar al personal operativo para la Aplicación del MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT).

Atentamente:

Ingeniero de Mantenimiento

Ingeniero de Capacitación

**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - MPT -**

CURSO: Técnicas básicas de mantenimiento preventivo
DIRIGIDO: Personal operativo
DURACIÓN:
MATERIAL
DIDÁCTICO: Manuales técnicos, películas en video y simuladores
INSTRUCTOR: Ing. de mantenimiento
OBJETIVO
GENERAL: Emplear las técnicas básicas de mantenimiento mecánico en la operación, ajustes y detección de fallas potenciales para obtener una mejor eficiencia de los equipos.

C O N T E N I D O

- I. REPASO - QUE ES EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (MPT)
- II. HERRAMIENTAS MANUALES Y MOTRICES
- III. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LUBRICACIÓN
- IV. CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE ACOPLAMIENTOS HIDRÁULICOS
- V. CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL DISPERSOR
- VI. RUTAS DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN
- VII. RUTAS DE LUBRICACIÓN

**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - MPT -**

CURSO: Técnicas básicas de mantenimiento preventivo
MÓDULO I: Repaso - que es el Mantenimiento Productivo Total (MPT) -
DIRIGIDO: Personal operativo
DURACIÓN:
MATERIAL
DIDÁCTICO: Manual técnico
INSTRUCTOR: Ing. de mantenimiento
OBJETIVO: Comprender los conceptos básicos del MPT y el involucramiento total de las tareas que implica con el propósito de ser más productivos

T E M A R I O

1. Breve introducción al MPT
2. Perspectiva
3. Las 6 Grandes Pérdidas
4. Cálculo del ETE – Efectividad Total del Equipo
5. Los siete pasos
6. Lecciones de Un Solo Punto
7. Técnica de los ¿Por qué?
8. Técnica de Lluvia de Ideas
9. Fabrica Visual
10. Funciones de involucrados (operación/mantenimiento)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - MPT -**

CURSO:	Técnicas básicas de mantenimiento preventivo
MODULO III:	Principios básicos de lubricación
DIRIGIDO:	Personal operativo
DURACIÓN:	
MATERIAL	
DIDÁCTICO:	Manual técnico, película en video
INSTRUCTOR:	Ing. de mantenimiento
OBJETIVO:	Adquirir conocimientos de la importancia de la lubricación, características de los aceites y grasas. Como se contaminan los lubricantes y aplicación de los mismos, todo esto para obtener mejor disponibilidad de la maquinaria y equipos.

T E M A R I O

1. Qué es un lubricante e importancia de su almacenamiento, manejo y deshecho.
2. Por qué son necesarios los lubricantes
 - ¿Qué es lo que lubricamos?
 - ¿Para qué lubricamos?
3. Fricción y desgaste
 - Deslizamiento en seco
 - Deslizamiento con lubricante
4. ¿Cómo se pueden reducir la fricción y el desgaste?
5. ¿Cómo y por qué difieren los lubricantes?
 - ¿Qué es la viscosidad?
 - Medición de la viscosidad
 - Formas de lubricación
 - Normas básicas para la selección de la viscosidad
6. Características especiales de los lubricantes
7. Características que proporcionan las bases y jabones a las grasas
8. Principales contaminantes que afectan el desempeño de los lubricantes
 - Contaminación por agua, polvo, agua, y solventes
9. La forma de la aplicación de los lubricantes afecta también su funcionamiento

- Preparación de las hojas de verificación y manuales

El material más importante para el adiestramiento son las hojas de verificación e inspección general y los manuales. Primero, es recomendable seleccionar los elementos que los operadores deban inspeccionar utilizando sus sentidos e incorporarlos en las hojas de verificación de inspección general. Posteriormente incluir en los manuales detalles relevantes como funciones básicas, mecanismos y componentes de las unidades que van a ser inspeccionadas, así como aspecto, causas y tratamiento del deterioro.

Una buena dedicación a estos temas enseñará a los operadores la importancia de las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, apriete de tornillería), la necesidad de inspecciones, y los riesgos que conllevan la falta de inspección. Aprenderán qué es lo que tienen que atender en la operación de rutina y cómo informar sobre problemas.

Es bien entendible que por si solos los manuales no proporcionarán un entendimiento total de estos temas, así que se pueden emplear otras ayudas de adiestramiento, tales como audiovisuales, maquetas, simuladores, etc.

- Establecer programas de adiestramiento

Mientras los planes y materiales de estudio se estén preparando, el personal de mantenimiento e ingeniería deben preparar programas de adiestramiento conjuntamente con los jefes de los departamentos de producción. Estos programas no pueden ser decididos solamente por el personal de mantenimiento e ingeniería porque comprende muchos factores, tales como determinar cuándo y cuánto tiempo disponen los alumnos así como la disponibilidad de instalaciones convenientes de entrenamiento.

Los programas de adiestramiento de inspección deben planificarse cuidadosamente y aprobarse por la alta gerencia para no tener interrupciones a la mitad del camino.

- La formación debe realizarse en grupos

El adiestramiento para la inspección puede realizarse más eficazmente utilizando un método de dos pasos.

Primero el personal de mantenimiento e ingeniería instruye a los líderes de grupo que, a continuación adoptan el papel de profesores, transmitiendo lo que han aprendido a los miembros de su grupo.

Lo que se pretende de este enfoque basado en grupos no es ahorrar al personal de mantenimiento e ingeniería el trabajo de tener que instruir directamente a todos los operadores. La intención es fomentar la capacidad de mando en los líderes y el espíritu del trabajo en equipo dentro de los grupos.

La asunción de la responsabilidad de la formación del grupo, fuerza a los líderes a tomar en serio el desarrollo de su propia destreza. Los miembros del grupo sienten el entusiasmo de su líder, simpatizan con su carga de responsabilidad, y se esfuerzan más en cooperar. Los grupos de trabajo MPT se vuelven más activos todavía como resultado de este proceso de formación y aprendizaje.

La formación realizada en grupos no debe confinarse a las aulas, es conveniente también que las reuniones se realicen cerca de los equipos siempre que sea posible para permitir que los miembros del grupo examinen su propio equipo durante la instrucción y que los líderes contesten a las preguntas utilizando el propio equipo.

- Hacer grato el aprendizaje

Todo el mundo aprende más si encuentra grato el aprendizaje. Se cuentan con equipos de laboratorio en donde los miembros de los grupos pueden hacer desmantelamientos reales del equipo. Iniciamos también el elemento de competencia amistosa, dividiendo a los miembros del grupo y haciéndoles competir unos contra los otros buscando defectos del equipo.

- Realización de inspecciones generales

La meta de la formación para la verificación es proporcionar a los grupos de operadores la capacidad de inspeccionar y reestablecer las condiciones originales de su equipo. Los grupos utilizan el conocimiento adquirido para realizar inspecciones generales de todo su equipo. En sus reuniones discuten los defectos que han encontrado y desarrollan maneras de realizar con más facilidad la inspección de las áreas de difícil acceso. La práctica de este tipo de actividad hace que con el tiempo aumente la destreza de inspección de los miembros y mejore la confiabilidad de su equipo.

Durante esta actividad, es crucial la cooperación total del departamento de mantenimiento e ingeniería. En esta fase del proceso de desarrollo MPT, los operadores descubren una cantidad considerable de defectos o modificaciones a realizar para facilitar la inspección, éstos tienen que ser restaurados por el departamento de mantenimiento e ingeniería que se inunda con solicitudes de trabajo. Es importante dar rápida solución ya que de otra manera la moral de los operadores disminuirá y el adiestramiento para las inspecciones puede fracasar, también habría comentarios como, *"para qué lo sigo reportando si ya pasaron dos meses y sigue igual"*.

Así, de esta manera, el departamento de mantenimiento e ingeniería debe hacer todo lo que esté en su poder para responder con oportunidad a estas solicitudes a la vez que cumple con su carga normal de trabajo.

Para mejorar el proceso de estandarización, los jefes y supervisores deben tener en cuenta las pérdidas corrientes debidas a averías, productos defectuosos, etc., y ser los primeros en contestar a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué se exige que hagan los operadores?
- ¿Están los operadores cumpliendo correctamente en todas las áreas?, si no es así ¿Cuáles son las causas?
- ¿Qué estándares deben establecerse?
- ¿De que tipo de destreza carecen los operadores?
- ¿Qué se puede hacer para incrementar la destreza de los operadores?

Es necesario en este punto de progreso hacer una Revisión de Inspección General Autónoma tabla 19, considerando el seguimiento, las actividades en grupo, los estándares y las mejoras.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**Tabla 19. LISTA DE REVISIÓN DE INSPECCIÓN GENERAL AUTÓNOMA:
EVALUACIÓN (1 DE 2)**

CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	FECHA			PTS.
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(1) SEGUIMIEN TO	1.- ¿Cual es el status de las mejoras señaladas en la última vuelta ?	10	La acción tiene menos de 80% de avance (1-3)	Avance superior al 80%, el 20 % restante se realizará en un período de 1 a 6 meses (4-6)	Avance superior al 90% el restante 10% se realizará en un período de 1 a 6 meses (7-10)	
	2.- ¿Se está manteniendo el equipo en buenas condiciones, se están haciendo las inspecciones con las listas de revisión y de acuerdo a los estándares?	10	Existen las listas de inspección y de estándares pero no se utilizan (1-3)	Se hacen las inspecciones pero las máquinas no se mantienen en condiciones adecuadas (4-6)	Se realizan las inspecciones siguiendo los estándares ¿Las máquinas se mantienen en condiciones adecuadas? (7-10)	
(2) ESTATUS DE LAS ACTIVIDADES EN GRUPO	1.- ¿Se está dando educación/entrenamiento de acuerdo al plan? ¿Ya la recibió todo mundo?	3	Menos del 90% lo han recibido (0)	Entre el 90% y el 99% lo han recibido (1-2)	100% ha recibido el entrenamiento y lo ha comprendido (3)	
	2.- ¿Están en orden las frecuencias de las juntas, las asistencias y la duración de los mismos?	3	Algunos equipos de trabajo están activos pero otros no (0)	Los equipos de trabajo están activos pero las frecuencias de juntas no son constantes (1-2)	Los equipos están tan activos como se había planeado ¿Las juntas se realizan conforme a lo establecido? (3)	
	3.- ¿Son los estándares de inspección, establecidos por los equipos con asesoría del departamento de mantenimiento?	3	El personal de mantenimiento no está involucrado (0)	Algunas revisiones fueron hechas con el departamento de mantenimiento (1-2)	Revisiones adecuadas hechas con el departamento de mantenimiento (3)	
	4.- ¿Se involucra a mantenimiento cuando se hacen las listas de revisión del equipo?	3	El personal de mantenimiento no está involucrado (0)	Algunas revisiones fueron hechas con el departamento de mantenimiento (1-2)	Revisiones adecuadas hechas con el departamento de mantenimiento (3)	
	5.- ¿Se siguen los estándares de revisión en fallas del equipo o cuando hay defectos?	5	Los defectos y las fallas no son analizados, los estándares son analizados (0)	Seguimiento no adecuado al análisis de los datos (1-3)	Se les da seguimiento a las fallas y los defectos y son corregidas sus causas (4-5)	
	6.- ¿Se han tomado medidas para implementar controles visuales? ¿Se llevan a cabo las inspecciones en tiempos meta?	5	Mejoras no adecuadas en controles visuales, las inspecciones tardan demasiado (0)	Mejoras en controles visuales adecuadas, pero las inspecciones tardan demasiado (1-3)	Excelentes mejoras en los controles visuales; las inspecciones se realizan en los períodos de tiempo especificados (4-5)	
	7.- ¿Se realizan y se documentan las inspecciones de acuerdo a los estándares?	3	No se realizan de acuerdo a los estándares (0)	En ocasiones no se realizan las inspecciones (1-2)	Se realizan y se documentan como se especifica en los estándares (3)	
	8.- ¿Se toman acciones correctivas cuando se requiere? ¿Existen medidas confiables para señalar y corregir el desgaste de las partes?	5	Se señalan las soluciones de los problemas encontrados con las inspecciones (1)	Se planean medidas para evitar recurrencias (2-3)	Se realizan acciones para prevenir la recurrencia (4-5)	
	9.- ¿Esta claro el por que es importante que se realicen las inspecciones ?	5	60% - 80% entienden (1-2)	80% - 99% entienden (3-4)	100% entienden (5)	
	10.- ¿Se ha determinado un método para revisar el seguimiento de estándares de inspección?	5	No se ha determinado (0)	Está establecido pero es inadecuado (1-3)	Está establecido y se le da seguimiento (4-5)	
	11.- ¿Se entienden las debilidades en las habilidades del grupo?	3	Las habilidades no se revisan (0)	Se revisan habilidades pero no se señalan las debilidades (1-2)	Se revisan las habilidades de todos; se señalan las debilidades (3)	
	12.- ¿ Existen planes de educación y entrenamiento ?	4	No existen planes de educación y entrenamiento (0)	Existen planes pero no cumplen con las habilidades requeridas (1-2)	El plan ataca las debilidades de las habilidades (3-4)	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 19. LISTA DE REVISIÓN DE INSPECCIÓN GENERAL AUTÓNOMA: EVALUACIÓN (1 DE 2)

MÁQUINA

FECHA

CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS.
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(3) ESTÁNDARES DE INSPECCIÓN	1.-¿ Se cubren todos los puntos de inspección necesarios para evitar las fallas en el equipo?	5	Faltan puntos cruciales debido a un análisis no adecuado de las fallas en el equipo (0)	Análisis de fallas realizado pero no se refleja satisfactoriamente en los puntos de revisión (1-2)	Se da seguimiento a las fallas y el análisis se refleja por completo en los puntos de revisión (3-5)	
	2.-¿ Se han conciliado los estándares de mantenimiento con los puntos de revisión?	5	Los puntos de revisión no son consistentes con los estándares de mantenimiento (0)	Los puntos de revisión no son lo suficientemente consistentes con los estándares de mantenimiento (1-2)	Puntos de revisión bien coordinados con los estándares de mantenimiento (3-5)	
	3.-¿ Se incluyen puntos de revisión particulares par algunas máquinas?	4	No se incluyen otros elementos importantes entre los puntos de revisión (0)	Se incluyen algunos otros elementos (1-2)	Problema completamente examinado (se incluyen elementos importantes) (3-4)	
	4.-¿ Incluyen los estándares, elementos, dirigidos a mejorar la calidad y la seguridad?	4	No se controlaron dichos elementos (0)	Algunos elementos se consideran pero no los suficientes (1-2)	Problema completamente examinado (se incluyen elementos importantes) (3-4)	
	5.-¿ Existen elementos que se revisen diariamente y que no esten incluidos en los estándares de inspección ?	5	Los elementos que se revisan dianamente están incluidos en los estándares de inspeccion (0)	Algunos de los elementos que se revisan diariamente están incluidos en los estándares de inspección (2-3)	Elementos examinados por completo diariamente (4-5)	
	6.-¿ Son fáciles de seguir los estándares de inspección, métodos, frecuencia y tareas?	5	No es posible / no se están siguiendo (0-1)	Se están siguiendo/ es posible seguir algunas (2-3)	Casi todas o todos son convenientes para mantenimiento autónomo pueden y se están siguiendo (4-5)	
	7.-¿ Se encuentran las listas de revisión en un formato que permite que la inspección sea sencilla?	5	La inspección se dificulta por las listas de revisión (0-1)	Las inspecciones son algo difíciles por las listas de revisión (2-3)	Las listas de revisión están diseñadas para simplificar la inspección (4-5)	
(4) MEJORAS DESDE LA ULTIMA OCASIÓN						

TOTALES

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS:100

TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS _____

COMENTARIOS:

% DEL TOTAL POSIBLE _____

INSPECCIONADO _____

INSPECTOR _____

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PASO 6 DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: DISCIPLINA EN EL PROCESO:
ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL LUGAR DE TRABAJO.

Generalidades de las Actividades del Paso 6

- Determinar el alcance de las actividades de mejora como se vaya requiriendo, verificar o establecer criterios de control y comunicarse con los grupos.
- Reforzamiento a los Grupos de Trabajo en Cinco S y los sistemas de Control Visual.
- Especificar ciertas áreas e identificar las necesidades específicas de organización, información y control de cada una de ellas.
- Hacer lluvias de ideas y probar su efectividad a través de la implementación.
- Medir la efectividad de los controles para prevenir/solucionar problemas.

Los trabajadores deben operar correctamente el equipo, y la compañía debería disponer de "Procedimientos de Trabajo", "Estándares Operativos", u otros manuales similares que especifican los métodos operativos. Sin embargo, si formulamos seriamente la pregunta ¿cuál es la operación correcta? Normalmente se descubren una serie de problemas.

El progreso en hidráulica, neumática, microelectrónica, e instrumentación ha hecho los equipos más sofisticados y complejos. Algunos equipos se han vuelto más difíciles de operar y otros tienen manejo más simple. En cualquier caso, el daño que ocasionan las operaciones defectuosas es ahora inmensurablemente mayor, que cuando los mecanismos de la maquinaria eran simples.

Por lo tanto, se tiene que enseñar a los operadores por que el equipo tiene que operarse de una manera específica, explicando la construcción del equipo, el mecanismo, las funciones, así como los principios que se encuentran detrás del proceso de un producto o el cambio químico a que esta sometido. Asimismo debemos adiestrarles para que en cualquier situación sepan operar eficaz y correctamente su equipo.

Desafortunadamente, este adiestramiento es a menudo inadecuado y muchos operadores no tienen un conocimiento suficientemente profundo de su equipo para evitar fallas y accidentes.

A continuación se muestra como ejemplo algunos puntos de Revisión de Mantenimiento Autónomo para Operación de Máquina:

- Operación Máquina
 1. ¿Están firmemente establecidos los procedimientos operativos y las pre y postoperaciones?
 - Arranque – condiciones de montaje – condiciones de ajuste
 - Parada de emergencia – rutina
 2. ¿Se han hecho esfuerzos para simplificar la operación y minimizar la posibilidad de errores?
 3. ¿Puede el equipo arrancar por error incluso cuando debería ser imposible por razones de seguridad?
 4. ¿Están claramente establecidos los procedimientos operativos a enseñar a nuevos operadores?
 5. ¿Es correcta la posición del operador?
- Tratamiento de problemas
 1. ¿Hay reglas claras para informar y tratar los errores operativos?
 2. ¿Están claramente definidas las condiciones anormales?
 3. ¿Se han hecho esfuerzos para que las condiciones anormales se detecten visualmente con facilidad?
 4. ¿Hay procedimientos definidos para tratar los problemas? ¿se siguen?
 5. ¿Se ha enseñado y estimulado a los operadores para seguir los procedimientos?
 6. ¿Están los operadores realmente detectando problemas en equipos, calidad del producto y seguridad?

- Funciones del equipo
 1. ¿Hay holguras o juegos en palancas y volantes? ¿son difíciles de operar?
 2. ¿Están los controles y otras partes que requieren manipulación bien iluminados y son accesibles?
 3. ¿Arranca y para el equipo correctamente?
 4. ¿Operan apropiadamente todos los instrumentos de medida? ¿están marcados los máximos y mínimos?
 5. ¿Operan correctamente los mecanismos de parada de emergencia?
 6. ¿Hay ruidos, calor, o vibración anormales?
 7. ¿Están las válvulas marcadas con funciones y flechas de abierto/cerrado?

Es conveniente aplicar la lista de Revisión de las Cinco S tabla 20, y la lista de Revisión y Control del lugar de Trabajo tabla 21, para determinar si estamos cumpliendo con las metas establecidas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 20. Lista de Revisión Cinco S

GRUPO: Control /Materiales de
Producción/Ingeniería/Administración/Pruebas de
Desarrollos/Diseño/Corporativo/Seguridad

Fecha de inspección _____ Inspector _____

NO. DE CÍRCULOS	0-3	4_6	7_10	11_14	15_17	18_20	
PTOS DE EVALUACIÓN	0	1_15	18_30	31_50	51_70	71_85	88_100
MARCADOR	1.0	1.0	2.0	2.5	3	3.5	4.0

Clave para	Está bien como está	o	5 Puntos
Revisar	Requiere mejora	x	0 puntos

Nivel	Categoría	No	Criterio de evaluación	Marc	Notas mejora	No
2	Remover artículos innecesarios	1	No hay artículos innecesarios en el área de trabajo			1
	Almacenado de art. limpieza	2	Guardadas en donde no estorben pero accesibles			2
	Limpieza de pisos	3	No hay basura, tierra o aceite en el piso No hay posibilidades de resbalsarse.			3
			No hay basura en pisos.			
	Tablero	4	Actualizado, que no esté roto o sucio. Papeles bien acomodados.			4
	Acceso de emergencia	5	No hay obstrucciones en el acceso de extinguidores y mangueras. No hay nada enfrente de corredores y salidas de emergencias Las áreas de riesgo están marcadas con diagonales			5
3	Pasillos de mantenimiento	7	Los pasillos son fáciles de localizar y están alineados en ángulos rectos. Las líneas blancas de los pasillos están bien pintadas y limpias			7
			No se coloca nada sobre las líneas blancas El layout del pasillo es satisfactorio			8
	Métodos de almacenamiento y apilado	9	El almacén está bien organizado, líneas rectas y ángulos rectos. Los contenidos de las pias están bien marcados El retirado de los artículos es sencillo			9
	Limpieza de máquinas, estructuras y arreglos	10	La fabricación y el equipo están pintados No existen lugares en la fábrica abajo de dos metros que no estén pintados			10
			Maquinaria, Plataformas, Carros, etc. Limpios Las ventanas están siempre limpias			11
			No hay elementos recargados en paredes o equipos No se colocan elementos y/o objetos sobre las máquinas			12
Limpieza de perímetros	13	Cada departamento controla y limpia un área de un metro en la parte inferior de la banda de la compañía por el área de la que es responsable.			13	
4	Reorganización de inventario y documentos almacenados	14	El inventario y los documentos almacenados para facilitar su acceso (paralelos y en ángulo recto)			14
			Cada grupo de partes almacenadas y/o documentadas tiene una explicación, un periodo de almacenado y el nombre de su responsable.			15
	Arreglo de herramientas	16	Las herramientas que más comúnmente se utilizan se ordenan y se despliegan de forma racional			16
	Ubicación de herramientas	17	Las herramientas están estratégicamente ubicadas para que puedan ser accedidas			17
	Organización de anaqueles y escritorios	18	Todos los anaqueles y escritorios deben estar divididos y etiquetados para que sea claro donde va cada cosa			18
			Todos los anaqueles y escritorios son controlados a través de estas etiquetas y divisiones.			19
No hay archivos que no se están utilizando encima de los escritorios, los cajones y los escritorios deben estar organizados					20	
TOTAL						

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS: 100

COMENTARIOS:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 21. LISTA DE REVISIÓN Y CONTROL DE LUGAR DE TRABAJO: EVALUACIÓN (1 DE 2)

Máquina:

Fecha: -

CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS.
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(1) ESTATUS DE LAS ACTIVIDADES EN GRUPO	1 - ¿ Tienen las actividades en equo duración, frecuencia y asistencia planeadas originalmente?	5	Algunos equipos están activos pero no todos (0)	Todos los equipos están activos pero existen variaciones en los tiempos y frecuencias (1-3)	Los equipos están tan activos como se había planeado, se utiliza bien el tiempo (4-5)	
	2 - ¿Tienen los planes de promoción y mejora un liderazgo claro y comprometido?	5	Los planes están detenidos, no hay liderazgo (0)	Algo de liderazgo pero el progreso es muy lento o débil (1-3)	Planes y liderazgo fuerte, buen progreso (4-5)	
(2) SEGUIMIENTO	1 - ¿Se están manteniendo en buen estados las máquinas asignadas a el grupo?	5	No se están manteniendo bien las máquinas (0)	Las máquinas se mantienen de forma regular (1-3)	Las máquinas se mantienen en buen estado (4-5)	
	2 - ¿Existen planes y mejoras enfocadas a disminuir los tiempos clave?	5	No hay planes (0)	Algunos planes pero pocas o ninguna mejora (1-3)	Planes sólidos y logros de mejoras (4-5)	
	3 - ¿Incluyen los planes de acción actuales, asuntos mencionados en la última evaluación y atacan a los problemas que prevalecen?	5	Continúan los viejos problemas, no se están afectando (0)	Planeación para solucionar viejos problemas poco adecuados (1-3)	Asuntos y problemas viejos, siendo atacados y solucionados (4-5)	

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN EJEMPLOS DE CATEGORÍAS QUE PUEDEN VALER LA PENA INCLUIR EN LA LISTA DE REVISIÓN. ESTA LISTA SE DEBERÁ ADECUAR SEGÚN LAS NECESIDADES.

(3) ESTATUS ACTUAL DE PARTES Y MATERIALES	1 - ¿ Se han asignado números de parte y se han señalado de manera adecuada?	3	No se han señalado , ni asignado (0)	Las partes se han asignado, pero no se han señalado (1)	78% a 100% de las partes señaladas o marcadas (2-3)	
	2 - ¿Se han asignado lugares para almacenar contenedores, transportes y montacargas?	3	No se han asignado lugares (0)	Los lugares están asignados, sólo unos pocos se han marcado (0)	81% a 100% de los lugares claramente marcado (2-3)	
	3 - ¿Se mantienen limpias las cajas, tarimas y tinas vacías?	3	Sucias cajas, tinas y tarimas rotas (0)	Algunas sucias o defectuosas (1-2)	Todas las cajas, tarimas y tinas limpias y en perfecto estado (3)	
(4) ESTATUS ACTUAL DE LAS HERRAMIENTAS	1 - ¿ Están indicados claramente los lugares que deben ocupar las herramientas?	3	No hay lugares señalados (0)	Hasta el 85% de los lugares señalados (1)	88% a 100 % de los lugares señalados (2-3)	
	2 - ¿Son almacenados las herramientas y los instrumentos de medición de forma que no se dañen?	4	Se almacenan sin cuidado y existe una gran probabilidad de que se dañen (0)	Los métodos de almacenamiento son perfectos, pero un accidente puede dañar las herramientas(1-2)	El área de almacenamiento es a prueba de accidentes(3-4)	
	3 - ¿ Existen estándares y procedimientos para revisar los instrumentos de medición con regularidad?	4	No hay estándares o procedimientos o no se siguen (0)	Existen algunos estándares y procedimientos, pero son inadecuados /no se siguen (1-2)	Estándares y procedimientos claros, adecuados y aplicándose (3-4)	
(5) ESTATUS ACTUAL DE LUGAR DE TRABAJO	1 - ¿Las áreas restringidas o peligrosas están marcadas adecuadamente?	5	No están marcadas (0)	Marcado sin terminar/mal hecho/ poco claro (1-4)	Todas las áreas están marcadas clara y efectivamente (5)	
	2 - ¿Están bien organizados los tableros y las áreas de juntas?	3	Áreas y tableros desorganizados (0)	Áreas y/o tableros algo desorganizados y sin señalar (1-2)	Áreas y tableros bien organizados y claramente señalados (3)	
	3 - ¿Instalaciones de luz limpias y ordenadas? ¿Se apagan para conservar energía y están marcadas con sus instrucciones?	3	Algunas instalaciones no funcionan, no están señaladas las instrucciones para apagarlas (0)	Instalaciones mantenidas o etiquetadas deficientemente (1-2)	Instalaciones limpias y funcionando, instrucciones bien señaladas de cuando deben ser apagadas (3)	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Tabla 21. LISTA DE REVISIÓN Y CONTROL DE LUGAR DE TRABAJO: EVALUACIÓN (2 DE 2)

Máquina:			Fecha: -			
CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN MEDIO			PTS.
			BAJO	MEDIO	ALTO	
(8) ESTATUS ACTUAL DE ALMACENES, PASILLOS Y EQUIPOS VARIOS	1 - ¿Están bien marcadas las fronteras entre las distintas áreas?	3	No están señaladas (0)	Parcialmente señalados o de forma deficiente (1-2)	Fronteras claramente marcadas (3)	
	2 - ¿Están señalados claramente las áreas para la descarga y contenedores vacíos?	3	Áreas no señaladas (0)	Parcialmente señalados o de forma deficiente (1-2)	Áreas claramente señaladas (3)	
	3 - ¿Existen etiquetas o marcas de sobra?	3	Bastantes (0)	Casi ninguna (1-2)	Ninguna (3)	
	4 - ¿Están de alguna forma bloqueados los extinguidores y/o mangueras?	5	Más de dos bloqueados (0-2)	Uno o dos bloqueados (3-4)	Acceso libre a todos los extinguidores y/o mangueras (5)	
(7) ADMINISTRACION DIARIA	1 - ¿Hay materiales antiguos/innesesarios en el área de trabajo?	3	Materiales antiguos/ innecesarios en el área de trabajo	Algunos materiales son antiguos e innecesarios (1-2)	Todos los materiales son relevantes (3)	
	2 - ¿Las personas con responsabilidades similares intercambian información de manera regular?	4	Poco o nulo cambio de información (0)	Se intercambia algo de información, pero no la suficiente (2-3)	Flujo estable y efectivo de información (4)	
	3 - ¿Los documentos del piso de la fábrica están bien organizados y se utilizan como se debe?	3	Mala organización, poco uso (0)	La organización es correcta pero no se utiliza bien (1-2)	Bien organizados y utilizados efectivamente (3)	

TOTALES

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS: 105

TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS:

COMENTARIOS

% DEL TOTAL POSIBLE: _____

INSPECCIONADO _____

INSPECTOR: _____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PASO 7 DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: INTEGRACIÓN CON LA MEJORA CONTINUA.**Propósitos del paso 7:**

- Promover la integración total de los equipos con la estrategia de administración de la maquinaria de la compañía.
- Continúa la estandarización de las actividades de mejora y extender sus resultados a todas las áreas.

Actividades del paso 7:

- Revisar los datos del grupo de trabajo con los de la maquinaria contra los valores meta (ejemplos: resultados de la inspección diaria, estadísticas de paros en el equipo, defectos, desgaste en el equipo, ETE)
- Identificar los problemas que todavía existen y determinar el estado de los proyectos activos.
- Dar seguimiento a los proyectos de mejora en forma consistente con las metas de la compañía (ejemplos: mejorar la disponibilidad, operabilidad y el mantenimiento del equipo). Alargar la vida del equipo y los ciclos de inspección.
- Estandarizar mejoras y compartir resultados con otras áreas.
- Revisar resultados y repetir el ciclo de mejoras.

Fusionando la Inspección Autónoma General y Mejoramiento Continuo:

- Se continúa con la aplicación del Mantenimiento Autónomo.
- Se continúa aumentando las habilidades de diagnóstico y mantenimiento de los operadores.
- Se expande la participación del equipo en una amplia variedad de proyectos de mejora relacionada con el equipo.

En la implantación del Mantenimiento Autónomo, cada fase acentúa diferentes actividades y metas de desarrollo, y cada una se basa en un entendimiento completo y la práctica de los pasos anteriores.

El paso 1 (limpieza inicial), el paso 2 (acción contra las fuentes de polvo y contaminación), el paso 3 (estándares de limpieza y lubricación) promueven el establecimiento de condiciones básicas del equipo, que son esenciales para el Mantenimiento Autónomo eficaz.

El paso 4 (inspección general) y el paso 5 (inspección autónoma) acentúan la inspección concienzuda de los equipos y el posterior mantenimiento y estandarización. Además estos pasos promueven el desarrollo de operadores entendidos y sensibles a las necesidades de su propio equipo. Durante estos períodos, es probable que la compañía observe disminuciones sustanciales en las fallas de los equipos.

Los pasos 6 y 7 enfatizan las actividades de mejora que realizan los operadores con mayor conocimiento y experiencia que se extienden más allá del equipo, a su entorno. Estas actividades vitalizan el compromiso de los operadores, así como la destreza que adquirieron en las fases anteriores, y se identifican fuertemente con las metas de la compañía y asumen la responsabilidad de las actividades de mantenimiento y mejora, esenciales para la actividad autónoma en el taller.

Es oportuno aplicar la evaluación de la lista de Revisión de Mantenimiento Autónomo tabla 22, para asegurarnos que efectivamente se están cumpliendo con todos los puntos anteriores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 22. LISTA DE REVISIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO: EVALUACIÓN

MÁQUINA

FECHA

CATEGORÍA	ELEMENTOS A REVISAR	P	CRITERIO DE EVALUACIÓN			PTS.
			BAJO	MEDIO	ALTO	
SEGUIMIENTO	1 - ¿Se está dando seguimiento a los pasos que se tomaron en actividades anteriores? ¿Se están manteniendo en buen estado las máquinas y sus alrededores?	5	Los grupos no están apoyando actividades anteriores (0)	Algunas actividades se están llevando a cabo pero no son suficientes (1-3)	Continúan las actividades, se muestra mejora continua en las condiciones (4-5)	
	2 - ¿Existe un plan de actividades para asegurar mejoras anteriores?	5	No hay plan de actividades (0)	Plan de actividades en desarrollo incompleto o inefectivo (1-3)	Actividades llevándose a cabo y funcionando (4-5)	
	3 - ¿Se le da un seguimiento al plan?	5	No hay seguimiento (0)	Algo de seguimiento (1-3)	Seguimiento consistente y efectivo (4-5)	
	4 - ¿Se toma acción correctiva cuando surgen problemas que están fuera del alcance de la administración actual de los problemas?	5	No hay correcciones bajo esas circunstancias (0)	En ocasiones se corrigen estos problemas (1-3)	Estos problemas se alican en forma correcta (4-5)	
	5 - ¿Las actividades en grupo se atacan a la frecuencia, tiempos y asistencia planeados?	5	Algunos equipos están activos otros no (0)	Los equipos están activos pero no se respetan los planes de duración, frecuencia y asistencia (1-3)	Los equipos están funcionando como se planeó (4-5)	
	6 - ¿Se están realizando inspecciones confiables utilizando las listas de revisión del equipo y se están manteniendo bien las condiciones de los equipos?	5	No se están utilizando las listas de revisión, no se están manteniendo bien los equipos (0)	Se conducen de buena forma las inspecciones pero el equipo no se está manteniendo adecuadamente (1-3)	Las inspecciones son efectivas, el equipo se mantiene en buenas condiciones (4-5)	
	7 - ¿Son auditados los estándares escritos de inspección?	5	No se auditan los estándares (0)	Se auditan de forma muy limitada (1-3)	Los estándares se auditan de forma regular y rigurosa (4-5)	
	8 - ¿Son revisados los elementos relacionados con el control de las áreas en los alrededores de los equipos por las personas asignadas en los días asignados?	5	No se realizan las revisiones (0)	Las revisiones no se hacen de manera consistente y lo eficiente (1-3)	Las revisiones se hacen de acuerdo a los estándares planeados (4-5)	
AA DU MT IO NN IO STA RA C IO N	SELECCIÓN DE TEMAS					
	1 - ¿Se han analizado los datos y se han identificado los problemas?	5	No se han iniciado (0)	Análisis e identificación de problemas incompleto o inadecuado (1-3)	Análisis completo y problemas identificados (4-5)	
	2 - ¿Se están realizando las metas de acuerdo a las políticas de los departamentos?	5	No hay metas o no hay metas relacionadas a las políticas (0)	Metas evolucionadas de forma lenta en la dirección equivocada (1-3)	Metas que apoyan las políticas del departamento evolucionando conforme a la operación (4-5)	
	3 - ¿Son las metas de las actividades específicas y alcanzables?	5	Metas definidas en forma vaga e impráctica (0)	Metas confusas, no muy prácticas (1-3)	Metas claras y específicas y alcanzables (4-5)	
	4 - ¿Los temas permiten la participación de todos los miembros del equipo?	5	Sólo unos cuantos pueden participar (0)	Hasta el 80 % del grupo puede participar (1-3)	81% a 100% pueden participar (4-5)	
	ACTIVIDADES DE MEJORA					
	5 - ¿El equipo ha almacenado y analizado datos y hecho mejoras?	5	No se han almacenado datos, no se han hecho mejoras (0)	Recopilación/análisis inadecuados, muy pocas mejoras (1-3)	Datos almacenados y analizados, se han hecho mejoras (4-5)	
	6 - ¿Cuántas metas se alcanzan?	5	No se alcanzan las metas (0)	No más del 70 % de las metas se alcanzan (1-3)	71% a 100% de las metas se alcanzan (4-5)	
	7 - ¿Se han alcanzado objetivos de largo plazo?	5	No se han alcanzado los objetivos (0)	No más del 80 % de las metas	81% a 100% de los objetivos se han alcanzado	
	8 - ¿Se han estandarizado las mejoras?	5	No se han estandarizado (0)	Estandarización inadecuada, estándares no se siguen (1-3)	Mejoras estandarizadas y se siguen los estándares (4-5)	
	ADMINISTRACION DIARIA					
	9 - ¿Se definen claramente las anomalías?	5	No hay definición específica (0)	Especificación inadecuada (1-3)	Claramente especificada y definidas (4-5)	
	10 - ¿Especifican los miembros del grupo las anomalías y las fallas de calidad?	5	Los miembros no identifican las anomalías (0)	Sólo algunos miembros identifican algunas tipos de anomalías (1-3)	Las anomalías de calidad y en la maquinaria son identificados por todos (4-5)	
11 - ¿Se siguen los procedimientos para tratar las anomalías?	5	No hay procedimientos o los procedimientos no se siguen (0)	Procedimientos inadecuados/ no se siguen de buena forma (1-3)	Existen procedimientos claros y son utilizados (4-5)		
12 - ¿Son informados los operadores de los problemas?	5	Los operadores no se enteran o no entienden los problemas diarios (0)	Los operadores no tienen un conocimiento claro de los problemas diarios (1-3)	Los operadores tienen una idea clara de todos los problemas diarios (4-5)		
13 - En las operaciones donde la seguridad es crítica ¿Se revisan de forma regular, las habilidades, conocimientos y entrenamiento de los operadores - inspectores?	5	Entrenamiento, etc. no se está llevando a cabo en esas áreas (0)	Algo, pero no suficiente, entrenamiento en esas áreas (1-3)	Entrenamiento efectivo y consistente se (4-5)		

TOTALES _____

TOTAL MÁXIMO DE PUNTOS: 105

TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS: _____

COMENTARIOS

% DEL TOTAL PUNTO

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INSPECCIONADO

168

INSPECTOR

- **Claves para el éxito del Mantenimiento Autónomo**

Para tener éxito con la implementación del Mantenimiento Autónomo, se recomienda considerar los siguientes elementos importantes:

- Formación y adiestramiento preliminar

Antes de empezar cualquiera de las actividades iniciales autónomas, debemos asegurarnos que todos los departamentos y todo el personal relacionado (desde la Alta Dirección hasta los supervisores de taller) hayan entendido los objetivos y beneficios del desarrollo MPT.

Para tal fin es aconsejable que todo el mundo asista a pláticas preliminares en las que se expliquen los detalles de la implementación del MPT y, en particular, las funciones del Mantenimiento Autónomo.

- Cooperación entre departamentos

Los jefes de todos los departamentos relevantes (producción, mantenimiento, ingeniería, diseño, personal, asuntos generales, contabilidad, compras, contraloría, almacén, etc.) deben reunirse y acordar como colaborar para apoyar a los esfuerzos del departamento de producción para lograr el Mantenimiento Autónomo.

- Actividades de grupo

La mayoría de las actividades se realizan en pequeños grupos de trabajo en los que participa todo el personal. Los líderes de todos los niveles de grupos forman parte de la estructura de dirección de la compañía.

En la tabla 23, de acuerdo a todo lo comentado anteriormente (siete pasos) se muestra un resumen-guía del desarrollo de actividades de pequeños grupos de Mantenimiento Autónomo:

Tabla 23. Resumen de los siete pasos del Mantenimiento Autónomo

PASO	ACTIVIDAD	METAS PARA EL EQUIPO (diagnóstico en el punto de trabajo)
1.- Limpieza Inicial	Remover a fondo suciedad y contaminantes del equipo (retirar piezas desechadas del equipo).	-- Eliminar causas del deterioro del entorno, tales como polvo y suciedad; prevenir deterioro acelerado.
2.- Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles	Eliminar las fuentes de polvo y suciedad de áreas difíciles de limpiar y lubricar; reducir tiempo requerido para lubricación y limpieza.	-- Mejorar la fiabilidad inherente del equipo evitando que el polvo y otros contaminantes se adhieran y acumulen. -- Elevar la mantenibilidad mejorando la limpieza y lubricación.
3.- Estándares de limpieza y lubricación	Fijar estándares claros de limpieza, lubricación y apretado de tornillos que puedan mantenerse fácilmente en intervalos cortos; debe especificarse claramente el tiempo permitido para el trabajo periódico.	-- Mantener las condiciones básicas del equipo (actividades de prevención y deterioro) limpieza, lubricación, apretado de tornillos.
4.- Inspección general	Conducir educación sobre habilidades de inspección de acuerdo con manuales de inspección; encontrar y corregir defectos menores a	-- Inspeccionar visualmente las partes principales del equipo; restaurar deterioro; mejorar fiabilidad -- Facilitar inspecciones mediante

	través de inspecciones generales; modificar equipo para facilitar inspección.	métodos innovativos, tales como placas de número de serie, etiquetas de instrucción de colores, calibres térmicos, indicadores, etc.
5.- Inspección autónoma	Desarrollar y usar hoja de verificación de mantenimiento autónomo (estandarizar limpieza, lubricación e inspección para fácil aplicación).	-- Mantener condiciones óptimas del equipo una vez restaurado el deterioro a través de inspección general. -- Usar sistemas de control visuales innovativos para hacer más efectivas la limpieza, lubricación e inspección. -- Revisar equipo y factores humanos, clarificar condiciones anormales. -- Implantar mejoras para hacer las operaciones más fáciles.
6.- Organización y orden del lugar de trabajo (gestión y control del lugar de trabajo)	Estandarizar las reglas del lugar de trabajo; mejorar efectividad de trabajo, calidad del producto y la seguridad del entorno. -- Reducir tiempo de preparación y ajuste; eliminar trabajo de proceso. -- Estándares de manipulación de materiales en el taller. -- Recoger y registrar datos; estandarizar. -- Estándares de control y procedimientos, productos, repuestos, útiles, plantillas y herramientas.	-- Estandarizar el control de trabajo en proceso, productos defectuosos, útiles, plantillas, herramientas, instrumentos de medida, equipo de manejo de material, etc. -- Implantar sistemas de control visual en el lugar de trabajo
7.- Implantación plena del Programa de Mantenimiento Autónomo.	Desarrollar metas de la compañía; comprometer actividades de mejora continua; mejorar el equipo con base a registros cuidadosos y análisis de tiempo promedio entre fallas	-- Recoger y analizar diversos datos; mejorar el equipo para aumentar la fiabilidad, mantenibilidad y facilidad de operación. -- Identificar debilidades en el equipo con base en análisis de datos; implantar planes de mejora para alargar vida del equipo y ciclos de inspección.

COMO RESULTADO DE ESTE PROCESO SE CONCLUYE QUE EL PAPEL DE INGENIERÍA EN EL SOPORTE DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO ES:

- **Proveer soporte técnico, información y entrenamiento.**
- **Prevenir y corregir condiciones anormales.**
- **Estudiar y resolver problemas crónicos.**
- **Mejorar y dar seguimiento al mantenimiento productivo.**
- **Aumentar los niveles de conocimientos y habilidades.**

Paso 9: Creación de un Programa para el mantenimiento planeado dentro del departamento de mantenimiento.

Este paso se refiere al SAM (Sistema de Administración de Mantenimiento). Siendo este también un pilar del MPT, el eje central.

Dentro del SAM, Corrugados Zintro lleva a cabo una junta mensual de evaluación de resultados del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento, los puntos que son revisados y analizados se mencionan a continuación:

- Estadística de accidentes por departamento (parte del cuerpo accidentada).
- Estadística de materiales de mantenimiento y operación (gastos mensuales y acumulados).
- Producción, índice de disponibilidad, índice de rendimiento, índice de calidad, de cada una de las máquinas.
- Análisis de costos representativos por subcuentas de cada máquina y acumulado.
- Resultados de inspección de fugas de gas.
- Reporte de motores quemados y diagnóstico.
- Factor de potencia.
- Resultado de mantenimiento predictivo (análisis de vibraciones, termografía, ultrasonido, análisis de aceites, ultrasónico, temperaturas).
- Reporte de compra de energía.
- Consumos de gas natural y combustóleo.
- Consumo de vapor por máquina.
- Consumo de energía por máquina.
- Consumo de agua por máquina.
- Reporte de proyectos de ahorro de energía.
- Reporte de proyectos de ahorro de agua.
- Reporte de tiempo extra por área del personal de mantenimiento (sindicalizados y empleados).
- Control de ausentismos del personal de mantenimiento (sindicalizados y empleados).
- Control de rectificado de rodillos (internos y externos).
- Reporte de planeación y programación por máquina (back-log, % exactitud de planeación, % trabajo programado).
- Reporte de capacitación por departamento (cursos impartidos).
- Estado de apropiaciones.
- Reporte de costo de inventario (costo por clases de inventario).
- Reporte de inventario por número de partidas (rotación por clase de inventario).
- Reporte de requisiciones de compra (recibidas y colocadas).
- Evaluación de proveedores en confiabilidad por tiempo de entrega y calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

También el SAM contempla los programas maestros de mantenimiento, debido a la extensión de los mismos, se muestran solo algunos ejemplos, tablas 24, 25 y 26.

Tabla 24. PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2003

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA														
NUM. EQUIPO	DESCRIPCION DE EQUIPO	FREC.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
W3 M 01 AG 02	AGITADOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO NO. 2	6												
W3 M 01 AG 03	AGITADOR FOSA DEL PULPER	5												
W3 M 01 AH 01	ACOPLAMIENTO VOITH-TURBO DEL PULPER	2												
		9												
W3 M 01 BO 01	BOMBA TANQUE ALMACENAMIENTO NO. 2	6												
W3 M 01 BO 02	BOMBA TANQUE ALMACENAMIENTO NO. 1	5												
W3 M 01 BO 03	BOMBA PARA DREN DE CÁRCAMO SECO	7												
W3 M 01 BO 04	BOMBA NO. 1 DE LA FOSA DEL PULPER	5												
W3 M 01 BO 05	BOMBA NO. 2 DE LA FOSA DEL PULPER	F. SERV.												
W3 M 01 BO 06	BOMBA DEL SEPARADOR	6												
W3 M 01 BO 07	BOMBA TQ. RECHAZOS LIMPIADORES	8												
W3 M 01 BO 08	BOMBA TQ. RECHAZOS CRIBAS	6												
W3 M 01 BO 09	BOMBA NO. 1 DEL TANQUE DE AGUA	8												
W3 M 01 BO 10	BOMBA NO. 2 DEL TANQUE DE AGUA	8												
W3 M 01 BO 11	BOMBA ALIMENT. 1RA. ETAPA DE LIMPIADORES	6												
W3 M 01 BO 12	BOMBA NO. 1 DEL TANQUE DE AGUA CLARA	8												
W3 M 01 BO 13	BOMBA NO. 2 DEL TANQUE DE AGUA CLARA	9												
W3 M 01 BO 14	BOMBA NO. 1 ALIMENTAC. A LIMP. GEMELOS	8												
W3 M 01 BO 15	BOMBA NO. 2 ALIMENTAC. A LIMP. GEMELOS	6												
W3 M 01 BO 16	BOMBA TANQUE DE BLANQUEO 1	5												
W3 M 03 RE 01	REDUCTOR DE AVANCE DE PURGOMAT NO. 1	3												
W3 M 03 RE 02	REDUCTOR DEL TORNILLO SINFIN DEL PURGOMAT 1	3												
W3 M 03 RE 03	REDUCTOR DEL RODILLO DE PALETAS PURGOMAT 1	3												
OBSERVACIONES: Todos estos equipos se intervendrán en PARO DE MÁQUINA		CM.- MANTEN. CORRECTIVO COMPLEMENTARIO CA.- CAMBIO DE ACEITE CM.- CAMBIO DE MOTOR	CM.- CAMBIO DE RODAMIENTOS MOTOR TR.- MANTEN. CORRECTIVO FLANEO E.- CAMBIO DE ENFAQUES							E.- MANTEN. PREVENTIVO FR.- MANTEN. PREVENTIVO R.- ROLLO REVISION				

**CORRUGADOS ZINTRO
MAQUINA W3**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

Tabla 25. RUTA DE INSPECCIÓN DE ANÁLISIS DE RUIDO (db) EN RODAMIENTOS

PRIMER NIVEL

# EQ. ACTUAL	LOCALIZACIÓN	RPM	No. Eq. Oper	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO											
W3 M 01 BO 44	W3 01 93	1800	HD 08	BOMBA RECIRC. AGUA DILUCIÓN A PRENSA											
		FECHA													
RODAMIENTO A REVISAR		A.GR	A.FN	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db
M	Rodam L / Ventilador	7	40												
M	Rodam L / Cople	7	98												
B	Rodam L / Cople	7	38												
B	Rodam L / Impulsor	7	39												
W3 M 01 BO 43	W3 01 94	3600	HD 09	BOMBA NO.1 A REGADERAS PRENSA											
		FECHA													
RODAMIENTO A REVISAR		A.GR	A.FN	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db
M	Rodam L / Ventilador	7	28												
M	Rodam L / Cople	7	30												
B	Rodam L / Cople	7	22												
B	Rodam L / Impulsor	7	10												
W3 M 01 BO 42	W3 01 88	1800	HD 10	BOMBA NO.2 A REGADERAS PRENSA											
		FECHA													
RODAMIENTO A REVISAR		A.GR	A.FN	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db
M	Rodam L / Ventilador	7	57												
M	Rodam L / Cople	7	75												
B	Rodam L / Cople	7	40												
B	Rodam L / Impulsor	7	60												
W3 M 01 BO 41	W3 01 78	1800	CD 09	BOMBA TQ. ACEPTADOS CLASIFICADOR											
		FECHA													
RODAMIENTO A REVISAR		A.GR	A.FN	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db
M	Rodam L / Ventilador	8	6												
M	Rodam L / Cople	7	16												
B	Rodam L / Cople	7	87												
B	Rodam L / Impulsor	7	76												
W3 M 01 AH 01	W3 01 19	1170 1/min	BD 05	ACOPLAMIENTO VOITH-TURBO PULPEADOR(bba. de llenado)											
		FECHA													
RODAMIENTO A REVISAR		A.GR	A.FN	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db
M	Rodam L / Ventilador	7	80												
M	Rodam L / Cople	7	39												
T	Rodam Turbo Acoplam	7	23												
W3 M 01 RE 08	W3 01 17	1200/149	BD 05	REDUCTOR DEL PULPER											
		FECHA													
RODAMIENTO A REVISAR		A.GR	A.FN	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db	RANGO	db
M	Rodam L / Ventilador	7	33												
M	Rodam L / Cople	7	40												
F	Flecha de Interm Inferior	7	87												
F	Flecha de Interm Superior	8	15												
F	Flecha de Baja Inferior	7	84												
F	Flecha de Baja Superior	8	45												
	Piñón lado cople	7	45												
	Piñón interno	7	30												

M= MOTOR
 B= BOMBA
 Ch= CHUMACERA
 P= PIÑÓN

Cr= CORONA
 F= FLECHA
 T= TURBO ACOP
 Sp= SOPORTE

NOTAS ACLARATORIAS:
 Un incremento de 10-15 db indicaría que el rodamiento entró en una etapa positiva de falla permanente.

Para obtener medición en decibeles.- Lectura mayor menos lectura menor y multiplicar por 0.15
 De existir una diferencia mayor a 10 db en esta medición favor de avisar al supervisor o al ing. Mantto.

A.GR - Ajuste Grueso ; A.FN - Ajuste Fino

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CORRUGADOS ZINTRO

MÁQUINA W3

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

Tabla 26. RUTA DE INSPECCIÓN DE TEMPERATURA

PRIMER NIVEL

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

# EQ. ACTUAL	W3 01 96	1200	HD 01	BOMBA TANQUE DE BLANQUEO					
		FECHA							
RODAMIENTO A REVISAR		MIN	MAX	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO
M	Motor	59	66						
B	Bomba	62	64						
C	Caja de Rodamientos	52	54						
# EQ. ACTUAL	W3 01 95	1200	GD 07	AGITADOR TQ. DE BLANQUEO					
		FECHA							
RODAMIENTO A REVISAR		MIN	MAX	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO
M	Motor	36	48						
Ch	Rodam L / Polea	31	32						
Ch	Rodam L / Tanque	34	36						
# EQ. ACTUAL	W3 01 92	1800	HD 06	BOMBA TANQUE DE DILUCIÓN					
		FECHA							
RODAMIENTO A REVISAR		MIN	MAX	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO
M	Motor	38	47						
B	Bomba	28	31						
C	Caja de Rodamientos	47	53						
# EQ. ACTUAL	W3 01 91	1200	HD 05	AGITADOR TANQUE DE DILUCIÓN					
		FECHA							
RODAMIENTO A REVISAR		MIN	MAX	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO
M	Motor	36	41						
Ch	Rodam L / Polea	22	28						
Ch	Rodam L / Tanque	23	30						
# EQ. ACTUAL	W3 02 52		HD 04	TORNILLO DESMENUZADOR					
		FECHA							
RODAMIENTO A REVISAR		MIN	MAX	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO
M	Motor	26	31						
M	Reductor	28	31						
Ch	Rodam L / Transm	17	22						
Ch	Rodam L / Servicio	19	21						
# EQ. ACTUAL	W3 01 93	1800	HD 08	BOMBA RECIRC. AGUA DILUCIÓN A PRENSA					
		FECHA							
RODAMIENTO A REVISAR		MIN	MAX	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO
M	Motor	48	52						
B	Bomba	56	62						
C	Caja de Rodamientos	49	51						
# EQ. ACTUAL	W3 01 94	3600	HD 09	BOMBA NO. 1 A REGADERAS PRENSA					
		FECHA							
RODAMIENTO A REVISAR		MIN	MAX	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO	RANGO
M	Motor	48	58						
B	Bomba	50	55						
C	Caja de Rodamientos	60	71						

M= MOTOR
 Ch= CHUMACERA
 C= CAJA DE RODAMIENTOS
 Ro= RODAMIENTO
 R= REDUCTOR
 B= BOMBA

De existir una diferencia mayor a 10° C entre la temperatura máxima y la lectura resultante en °C favor de comunicarlo al SUPERVISOR O ING. DE MANTENIMIENTO.

Paso 10: Capacitación para el desarrollo de mejores habilidades operativas y de mantenimiento.

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los puntos clave para el éxito del MPT es la capacitación; una capacitación constante a lo largo de toda nuestra vida productiva.

La capacitación se inicia con el paso número dos y se continúa más tarde en el paso número 8, esto quiere decir que se inicia con la capacitación del nivel directivo y posteriormente con la capacitación del personal del Mantenimiento Autónomo.

Nuevamente la capacitación se menciona dentro del paso cinco siendo una de las actividades fundamentales la educación y capacitación para aumentar las capacidades personales.

A continuación se muestra como ejemplo, uno de los programas de capacitación con sus módulos y únicamente los temas de los módulos I y IV:

**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - MPT -**

CURSO:	Técnicas básicas de mecánica, neumática, hidráulica y electricidad.
DIRIGIDO:	Personal operativo
DURACIÓN:	
MATERIAL DIDÁCTICO:	Manuales técnicos, películas en video y simuladores.
INSTRUCTOR:	Ing. de mantenimiento
OBJETIVO GENERAL:	Emplear las técnicas básicas de mantenimiento preventivo en la operación, ajustes y detección de fallas potenciales para obtener una mejor eficiencia de los equipos.

C O N T E N I D O

- I. CURSO BÁSICO DE NEUMÁTICA
- II. CURSO BÁSICO DE HIDRÁULICA
- III. CURSO BÁSICO DE ELECTRICIDAD
- IV. CURSO BÁSICO DE MECÁNICA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - MPT -**

CURSO:	Técnicas básicas de mantenimiento preventivo
MODULO I:	Curso básico de neumática
DIRIGIDO:	Personal operativo
DURACIÓN:	
MATERIAL	
DIDÁCTICO:	Manual técnico
INSTRUCTOR:	Ing. de mantenimiento
OBJETIVO:	Comprender los conceptos básicos de neumática.

T E M A R I O

1. Teoría.- Presión, Flujo
2. Unidades de medida
3. Principio de funcionamiento de un cilindro neumático
4. Principio de funcionamiento de una válvula neumática
5. Reguladores de presión y flujo

**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - MPT -**

CURSO:	Técnicas básicas de mantenimiento preventivo
MODULO IV:	Curso básico de mecánica
DIRIGIDO:	Personal operativo
DURACIÓN:	
MATERIAL	
DIDÁCTICO:	Manual técnico
INSTRUCTOR:	Ing. de mantenimiento
OBJETIVO:	Comprender los conceptos básicos de mecánica.

T E M A R I O

1. Rodamientos, chumaceras, lubricación
2. Sellos
3. Principios básicos de operación de reductores de velocidad
4. Principios básicos de operación de bombas centrífugas
5. Alineación de ejes
6. Válvulas de cuchilla, compuerta, globo, de no retorno, mariposa, de seguridad

No hay que perder el punto de vista de que el objetivo no es hacer técnicos a los operadores de máquina u operarios de producción, sino hacerlos expertos en el conocimiento de su máquina, equipo y proceso.

Es recomendable realizar los programas de capacitación de acuerdo a las necesidades específicas de cada empresa.

Paso 11: Desarrollo de la administración inicial del equipo. - La implementación temprana en el equipo -

Lo que implica la implementación temprana del equipo y diseño para la prevención del mantenimiento es muy importante.

En Corrugados Zintro capitalizamos todas las experiencias de las modificaciones a los equipos y de los programas de mantenimiento así como de los costos de la puesta a punto de la operación de los mismos.

Aquí involucramos el historial de mantenimiento dado a los equipos, herramientas, régimen de operación, y como se mencionó anteriormente la puesta a punto de la producción la que se inicia cuando sale la última pieza buena de producción anterior y la primer pieza actual.

Otra actividad importante dentro de este paso es la participación activa en el diseño o selección de nuevo equipo, implementando las medidas de mantenimiento autónomo desde que llega a la planta.

En nuestra administración, practicada antiguamente, la manera de adquirir un equipo nuevo correspondía únicamente al departamento "todopoderoso" de compras o adquisiciones que decidía qué comprar y a quién comprárselo, no se nos permitía dar recomendaciones y mucho menos opinar, ya que se nos veía como intrusos (¿tal vez afectando otros intereses?).

Actualmente con la Aplicación del MPT y dentro de esta nueva cultura, el departamento de compras o adquisiciones tiene una comunicación muy amplia con el personal de mantenimiento e ingeniería de la planta en general y por supuesto también con quien o quienes se harán cargo de operar dicho equipo nuevo.

Compras, mantenimiento, ingeniería, y futuros operadores de la máquina establecen conjuntamente una amplia comunicación con el o los posibles proveedores para presentarles diversas alternativas y haciendo las correctas consideraciones de mantenibilidad, confiabilidad, operabilidad, etc. en base a la experiencia ya obtenida en la implementación temprana del equipo, se le pide al fabricante que se mantengan o se mejoren ciertos estándares en componentes que por experiencia sabemos que nos benefician por ejemplo: diseño de guardas de acuerdo a normas, instalación de micros de seguridad de paro de máquina, tipos de alarmas (visuales, auditivas o ambas), ubicación de graseras, de niveles de aceite, accesibilidad en su intervención, etc. De esta manera se llega a la definición del equipo que se ha de adquirir.

Inicialmente a este proceso se debe conseguir amplia información de los requerimientos y planos de distribución para la gestión temprana del equipo, consiguiéndose de esta manera una instalación eficiente desde la base hasta los servicios que se requieran en su óptima ubicación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUARTA FASE: ESTABILIZACIÓN**Paso 12: Aplicación completa y optimización del MPT**

Optimización del MPT consiste en la verificación de que todas las actividades anteriores se sigan haciendo de acuerdo a normas, que los programas de capacitación se sigan elaborando y su estrecho seguimiento a su cumplimiento para asegurar que los operadores continúan aprendiendo más cada día.

Que finalmente los "jefes y supervisores" ya cambiaron su actitud, o sea que **ya no están ahí para dar órdenes**, sino para escuchar y poner atención en que forma pueden apoyar y ayudar a sus grupos de trabajo a hacer las labores del día a día más fácil, seguro y productivo su trabajo.

Asegurar que se está poniendo atención a cada propuesta de los trabajadores para mejorar: la seguridad, el área de trabajo, la máquina, el proceso o el producto, y de esta manera seguir fomentado el número de sugerencias.

Que las condiciones de orden y limpieza, así como los sistemas visuales se van mejorando cada día.

Verificar con periodicidad que se siguen incrementando el número de sugerencias por parte de los trabajadores y en base a esto se desarrollan más proyectos de mejora.

Poner especial énfasis en proporcionar los elementos necesarios para la ejecución de los nuevos proyectos de mejora en el menor tiempo posible.

TESIS C.
FALLA DE ORIGEN

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la tabla 27 se exponen los logros obtenidos con la Aplicación del MPT contra las metas establecidas, graficando seguidamente estos valores.

- En la gráfica 3, se muestra la reducción año por año del total de fallas (con y sin afectación de paro de planta). En 1996 se tuvieron 314 fallas, al año 2002 se redujeron a 182 (42%).
- En la gráfica 4, se muestra la reducción año por año de las fallas con afectación de paro de planta. En 1996 se tuvieron 130 fallas, al año 2002 se redujeron a 42 (67.69%).
- En la gráfica 5, se muestra el incremento de la disponibilidad del equipo. En 1996 se tuvo una disponibilidad del 89.89%, al año 2002 se tiene del 94.39%.
- En la gráfica 6, se muestra el incremento en el rendimiento del equipo. En 1996 se tuvo un rendimiento del 76.24%, al año 2002 se tiene del 86.54%.
- En la gráfica 7, se muestra el incremento de producción. En 1996 la producción fue de 78043 toneladas, en el año 2002 la producción se incrementó a 97628 toneladas (25.09%).
- En la gráfica 8, se muestra el incremento en la calidad del equipo. En 1996 se tuvo una calidad del 81.19%, al año 2002 se tiene del 98%.
- En la gráfica 9, se muestra la efectividad total del equipo. En 1996 se tuvo una efectividad total de 55.64%, al año 2002 se tiene del 80.05%.
- En la gráfica 10, se muestra el incremento en el número de sugerencias por persona. En 1996 se tenían 0.16 sugerencias por persona, al año 2002 se incrementaron a 0.51 sugerencias por persona (218.75%).
- En la gráfica 11, se muestra la significativa reducción del número de accidentes haciendo referencia al índice de frecuencia, de haber tenido 75 en el año 1996, en el 2002 se tuvieron solamente 9.

Es de hacer notar que en 1996 se tenía una Efectividad Total del Equipo (ETE) de 55.64%, lo que quiere decir que el equipo se estaba usando solamente por la mitad de su efectividad. Después de la Aplicación del MPT esta Efectividad Total del Equipo se incrementó a 80.05%. Debido a esto, retrasos en el cumplimiento de entregas que alguna vez fueron considerados inevitables en el pasado, están siendo hoy eliminados. Se ha ganado en el tiempo disponible del equipo mejorado y por supuesto con un incremento substancial de producción lo cual incrementa el ingreso.

Mediante el análisis del índice ETE es posible saber perfectamente en donde hay que enfatizar esfuerzos para continuar eliminando las grandes pérdidas. En este caso para lograr una efectividad total del equipo del 86% se debe trabajar en mejorar el rendimiento del equipo eliminando las pérdidas por fallas, las pérdidas por velocidad, ajustes y paros menores.

Es importante estar concientes y reconocer que los resultados no se van a ver de la noche a la mañana y que son producto de un trabajo hecho día a día, para de esta manera, estar aterrizados y evitar que el ánimo y la moral decaigan.

Debido a que reconocemos que el operador es quien más sabe de su equipo, todas sus sugerencias para la mejora del mismo han sido seriamente tomadas en cuenta dándoseles una oportuna respuesta. En gran parte, esas sugerencias que en algunos casos se han convertido en proyectos, son las que han permitido lograr la mejora del equipo, inclusive más allá de su mismo diseño. Dos logros de los más valiosos obtenidos con la Aplicación del MPT fueron el incremento del número de sugerencias por trabajador y la significativa disminución de accidentes.

CORRUGADOS ZINTRO
RESULTADOS OBTENIDOS VS METAS

	ESTADO ACTUAL 1996	META 1997	META 1998	META 1999	META 2000	META 2001	META 2002
1.- REDUCIR FALLAS	314 (No. fallas/año)	20%	15%	10%	10%	10%	10%
RESULTADOS OBTENIDOS		251	213	191	171	153	137
AÑO CONTRA AÑO		275 (12.4%)	248 (9.8%)	251 (+1.2%)	203 (19.1%)	198 (2.4%)	182 (8%)
2.- REDUCIR INCIDENCIA DE FALLAS CON AFECTACIÓN A PARO DE PLANTA Y/O EQUIPO	41.4% (Ref. 1. %)	25%	25%	25%	25%	25%	25%
RESULTADOS OBTENIDOS	130 FALLAS	97	72	54	40	30	22
AÑO CONTRA AÑO		91 (30%)	77 (15.3%)	72 (6.4%)	61 (15.2%)	52 (14.7%)	42 (19.2%)
3.- INCREMENTAR DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO	89.89%	92%	92%	92%	92%	92%	92%
RESULTADOS OBTENIDOS		92.07%	93.95%	92.13%	94.37%	94.28%	94.33%
AÑO CONTRA AÑO							
4.- INCREMENTAR RENDIMIENTO DEL EQUIPO (EFECTIVIDAD)	76.24%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
RESULTADOS OBTENIDOS		77.60%	76.55%	77.75%	79.26%	82.03%	85.54%
AÑO CONTRA AÑO							
5.- INCREMENTAR PRODUCCIÓN	78043 TONELADAS	10%	5%	5%	5%	5%	5%
RESULTADOS OBTENIDOS		85847	90139	94646	99378	104347	105564
AÑO CONTRA AÑO		84000 (7.63%)	85273 (11.51%)	85482 (0.24%)	87898 (2.82%)	90630 (3.1%)	97628 (7.72%)
6.- INCREMENTAR CALIDAD DEL PRODUCTO Y/O PROCESO	81.19%	99%	99%	99%	99%	99%	100%
RESULTADOS OBTENIDOS		87.94%	93%	94.40%	95%	96.55%	98%
AÑO CONTRA AÑO							
7.- REDUCIR MERMA EN EL PROCESO	18.81 (%)	1%	1%	1%	1%	1%	0%
RESULTADOS OBTENIDOS	14680	858	501	946	993	1043	0
AÑO CONTRA AÑO		10132 (12.06%)	8968 (7.9%)	4787 (6.5%)	4305 (5.0%)	3125 (3.45%)	1934 (2.0%)
8.- LOGRAR ETE	55.64%	86%	86%	86%	86%	86%	86%
RESULTADOS OBTENIDOS		82.83%	80.82%	87.82%	70.16%	74.67%	80.05%
AÑO CONTRA AÑO							
9.- INCREMENTAR SUGERENCIAS DE MEJORA	0.16	20%	20%	20%	25%	25%	25%
RESULTADOS OBTENIDOS	No. sugerencias/trabajador	0.22 (37.5%)	0.23 (4.5%)	0.27 (17.3%)	0.29 (7.4%)	0.46 (58.6%)	0.51 (10.8%)
AÑO CONTRA AÑO							
10.- REDUCIR ACCIDENTES (ÍNDICE DE FRECUENCIA)	5.27	0	0	0	0	0	0
RESULTADOS OBTENIDOS		4.76	3.63	2.79	1.77	0.80	0.53
AÑO CONTRA AÑO							

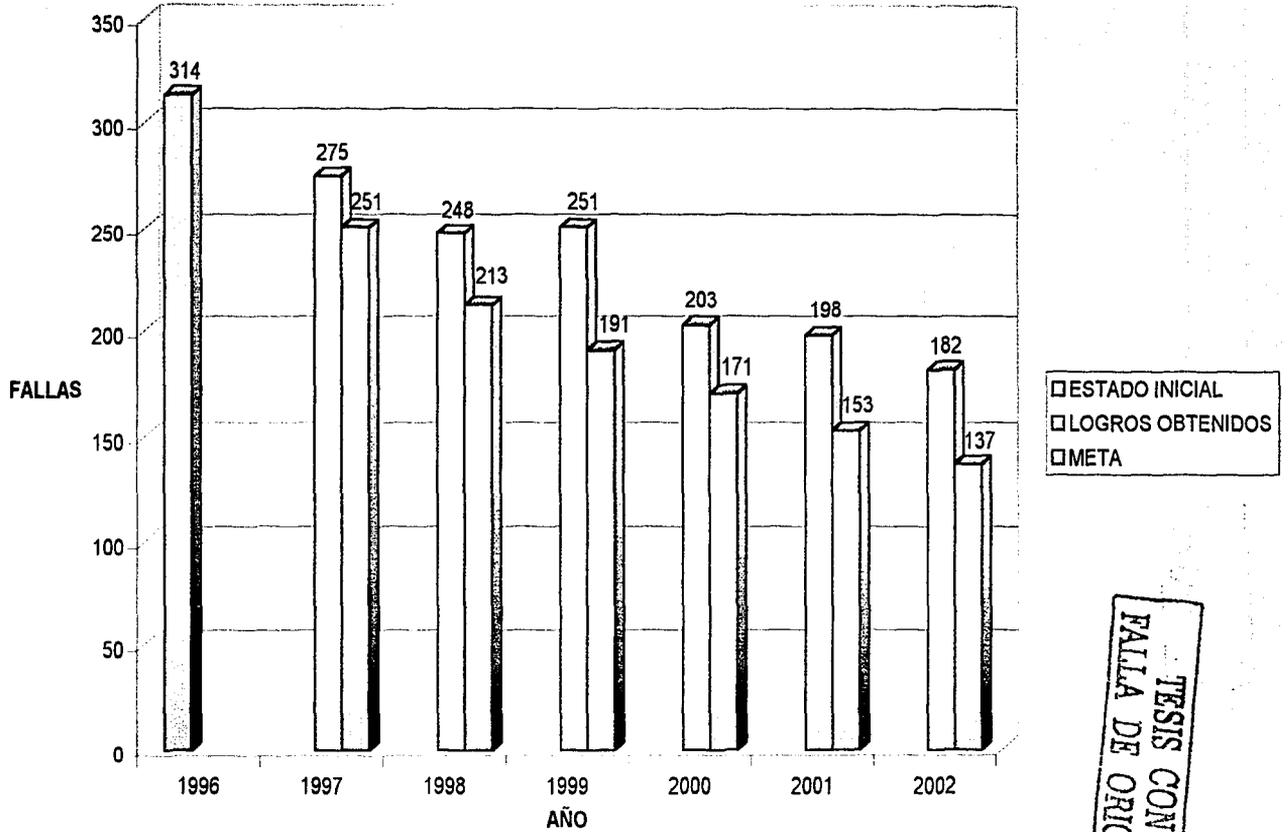
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 27. Resultados obtenidos contra metas

CORRUGADOS ZINCO

MÁQUINA W3

FALLAS: RESULTADOS OBTENIDOS VS META

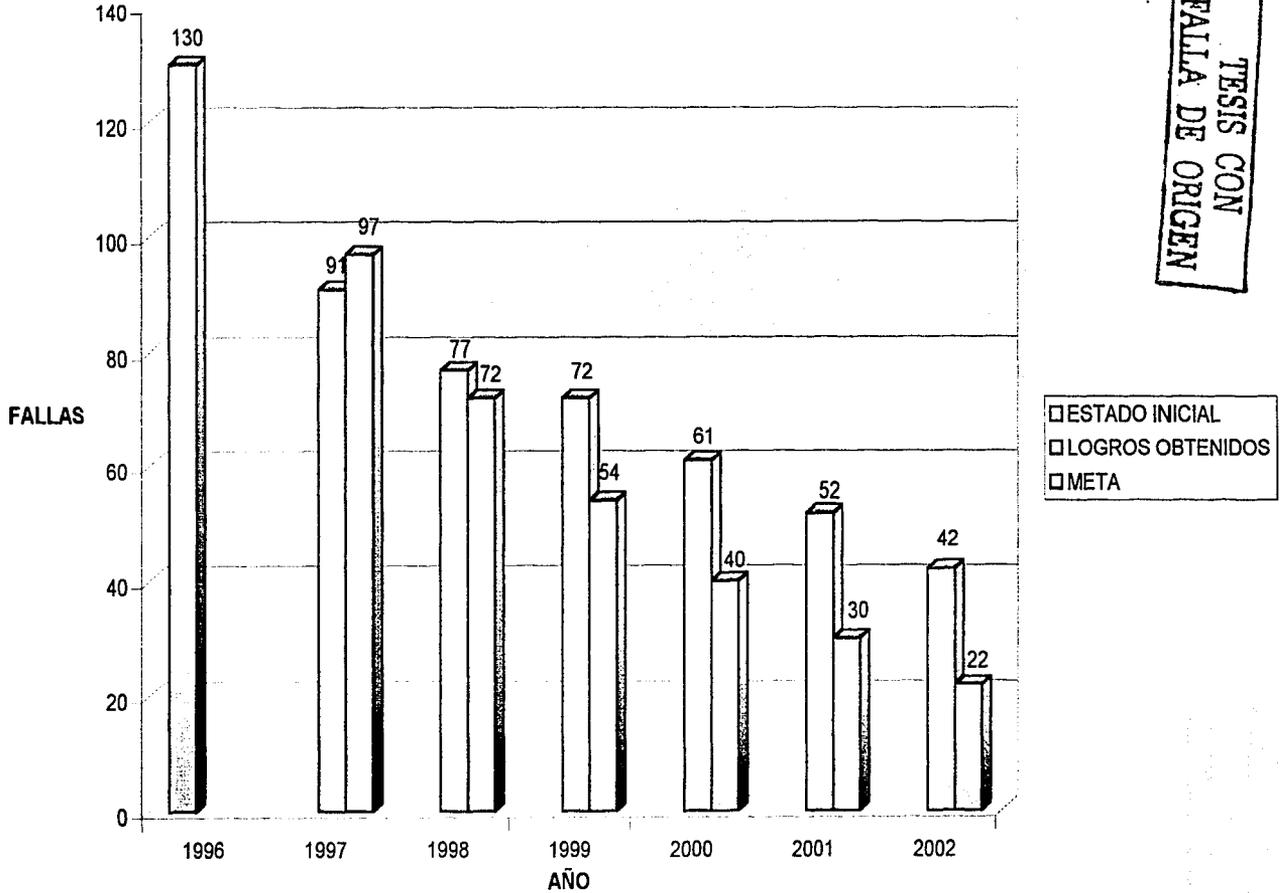


181 Gráfica 3. Fallas totales

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORRUGADOS ZINTRO
MÁQUINA W3

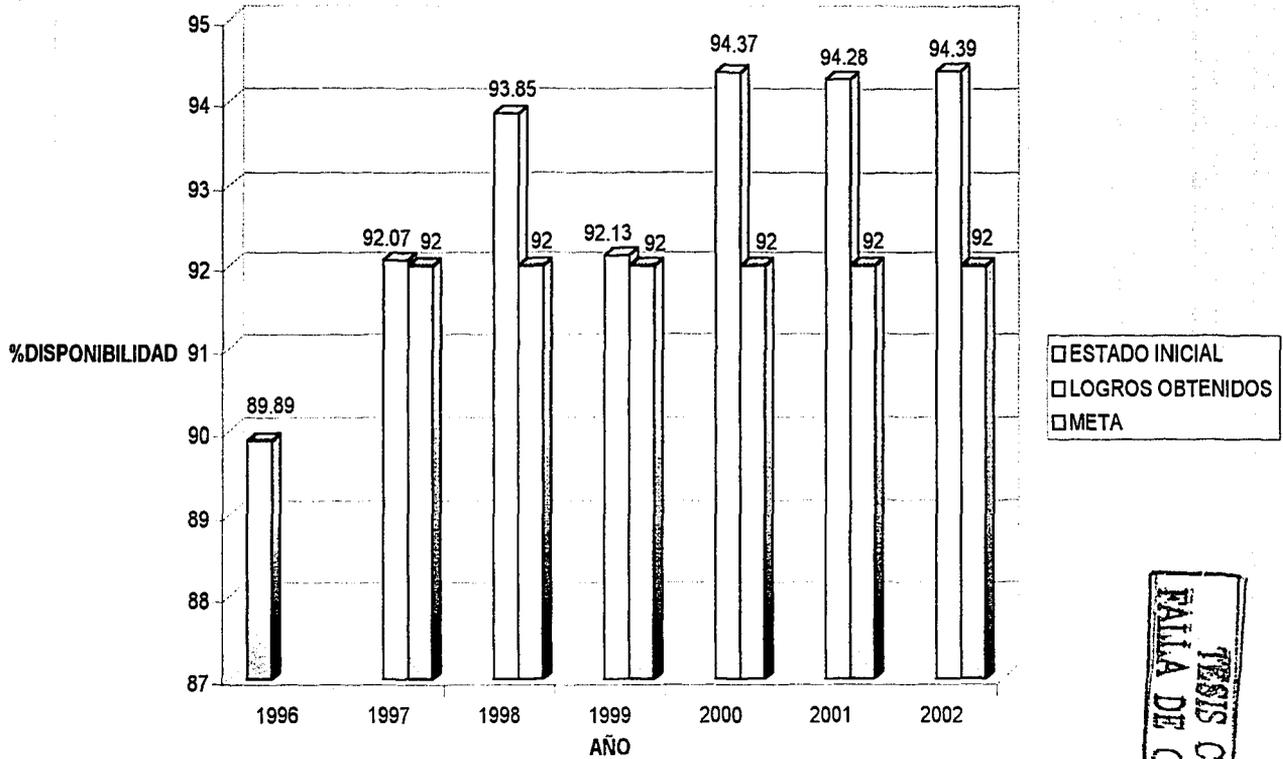
FALLAS CON AFECTACIÓN A PARO DE PLANTA: RESULTADOS OBTENIDOS VS META



CORRUGADOS ZINTRO

MÁQUINA W3

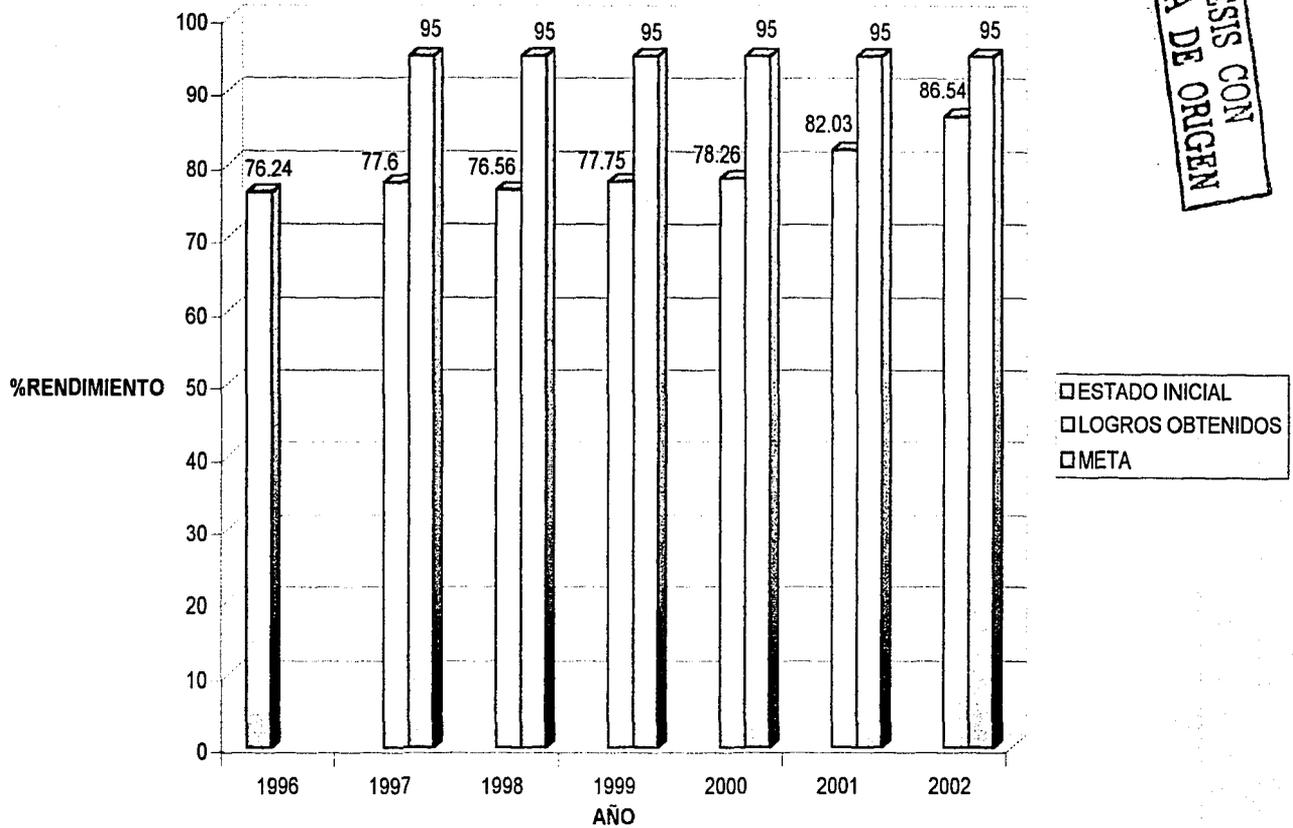
DISPONIBILIDAD: RESULTADOS OBTENIDOS VS META



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORRUGADOS ZINTRO
MÁQUINA W3

EFICIENCIA DE RENDIMIENTO: RESULTADOS OBTENIDOS VS META

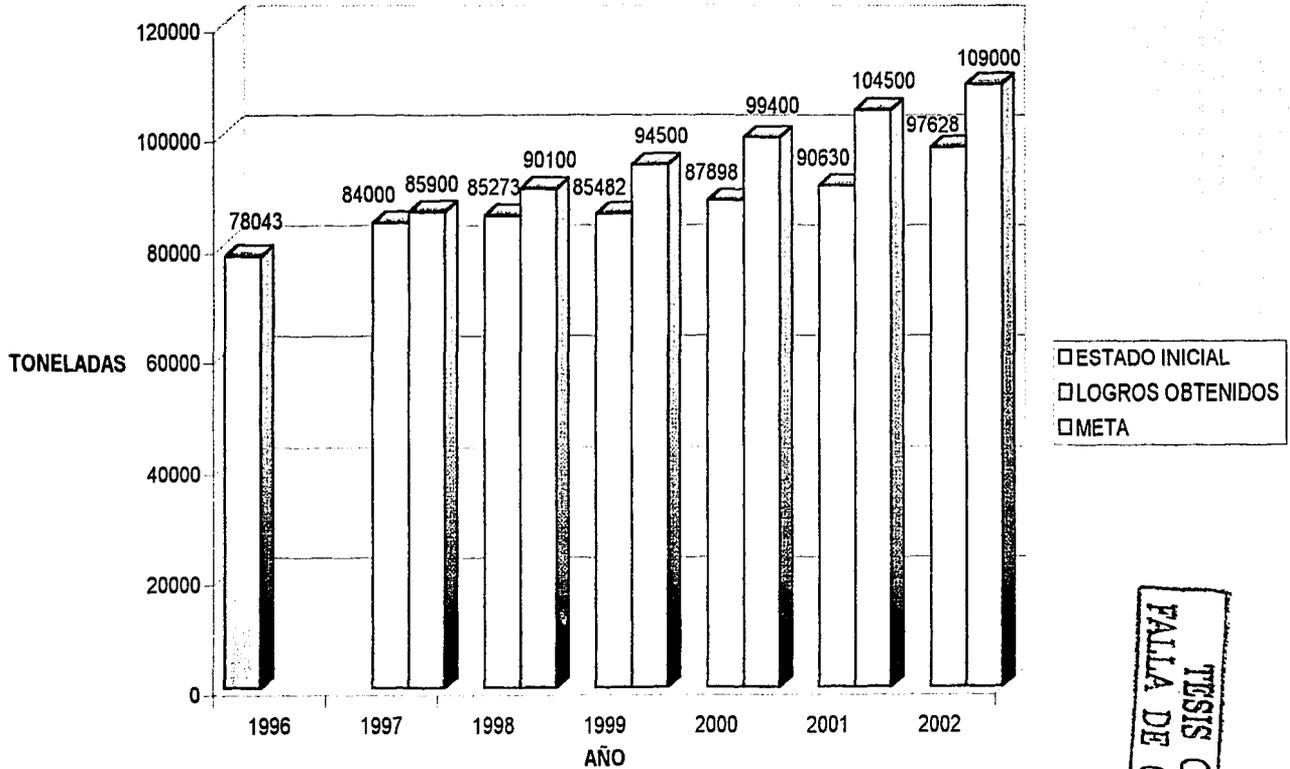


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORRUGADOS ZINTRO

MÁQUINA W3

PRODUCCIÓN: RESULTADOS OBTENIDOS VS META



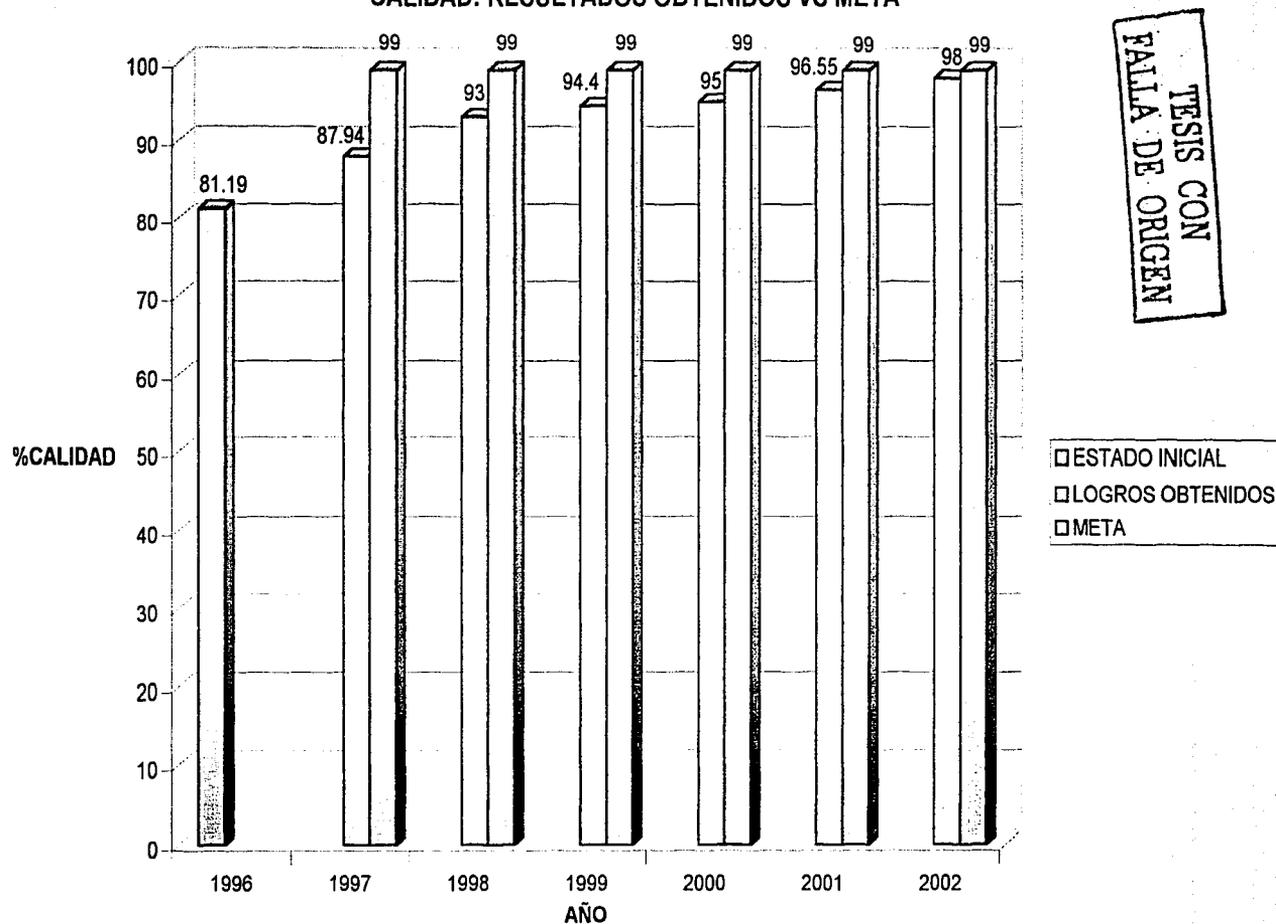
185 Gráfica 7. Producción

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORRUGADOS ZINTRO

MÁQUINA W3

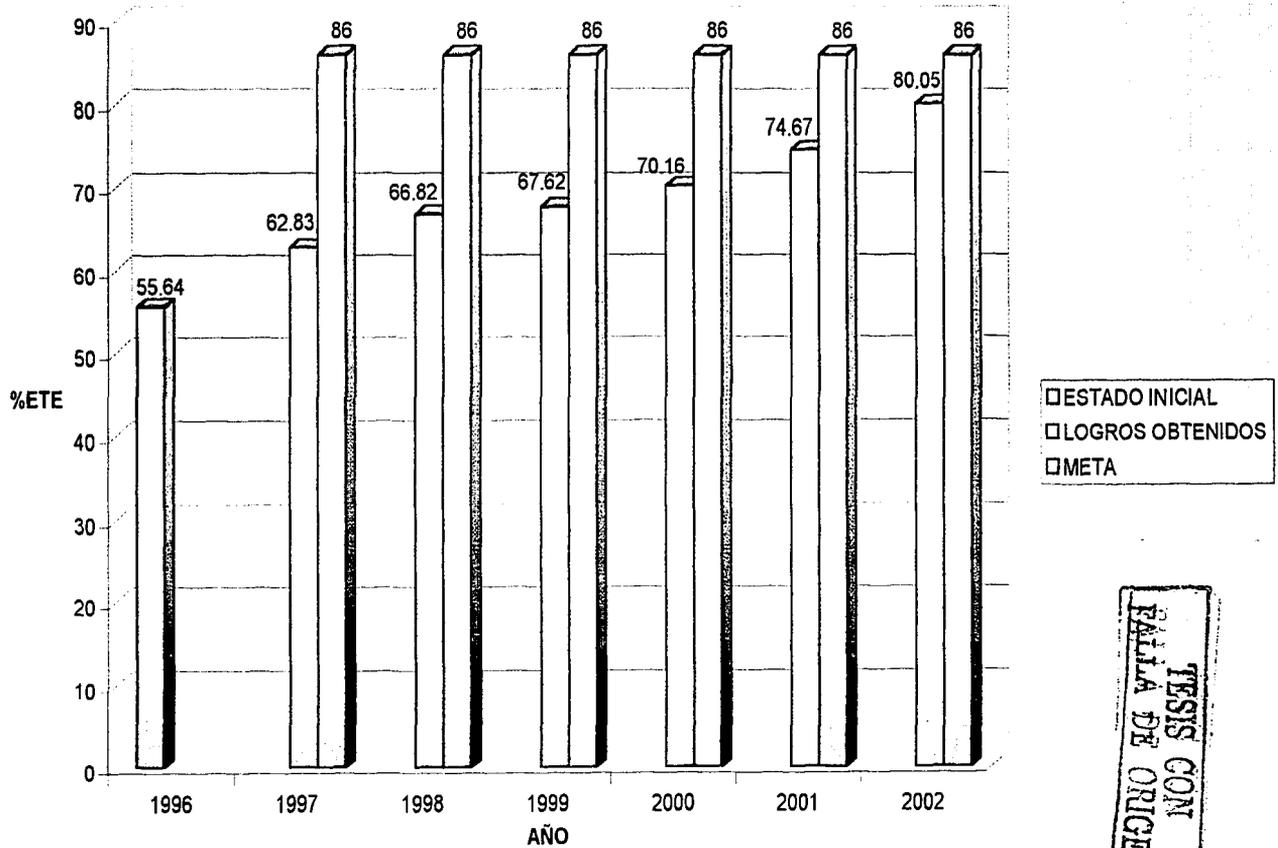
CALIDAD: RESULTADOS OBTENIDOS VS META



CORRUGADOS ZINTRO

MÁQUINA W3

EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO: RESULTADOS OBTENIDOS VS META



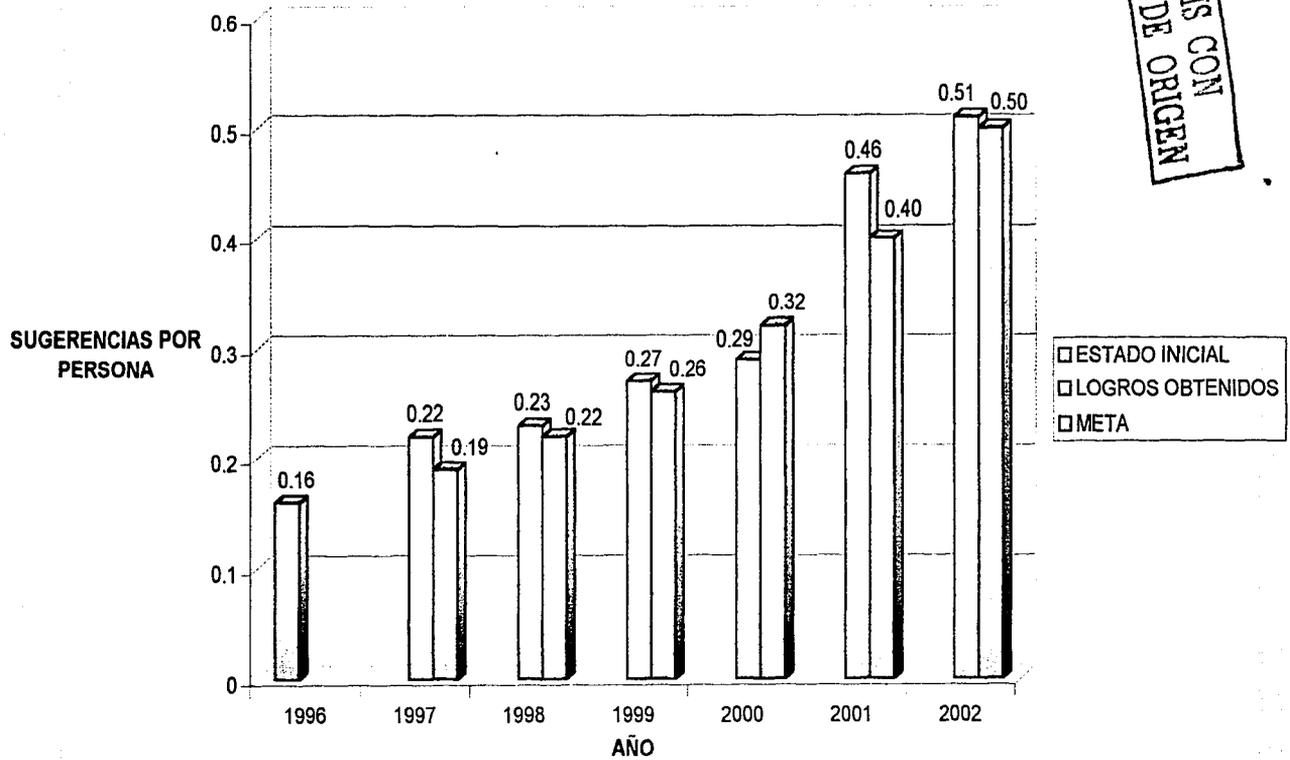
□ ESTADO INICIAL
□ LOGROS OBTENIDOS
□ META

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CORRUGADOS ZINTRO

MÁQUINA W3

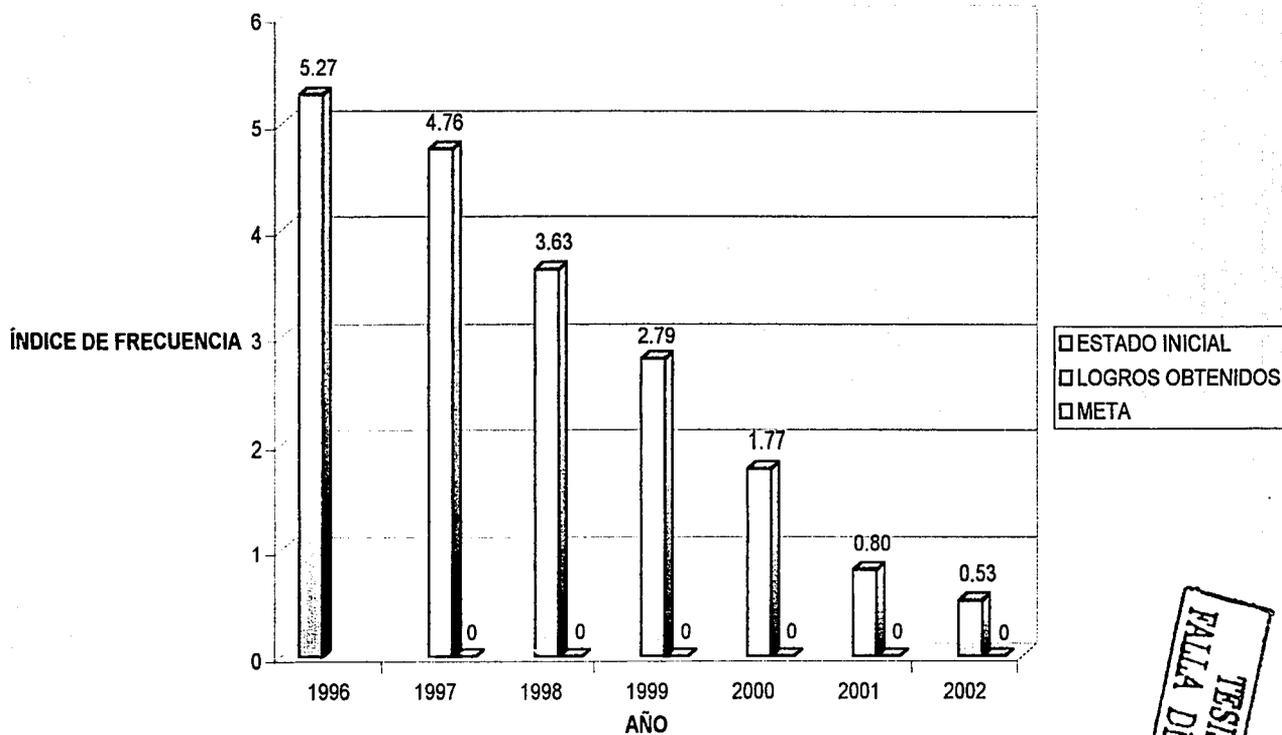
SUGERENCIAS DE MEJORA: RESULTADOS OBTENIDOS VS META



CORRUGADOS ZINTRO

MÁQUINA W3

ACCIDENTES; ÍNDICE DE FRECUENCIA: RESULTADOS OBTENIDOS VS META



189 Gráfica 11. Accidentes; Índice de frecuencia

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

El MPT es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial. El MPT es considerado como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

El MPT ha permitido diferenciar a la organización en relación a la competencia debido al impacto en la reducción de costos, mejora de los tiempos de respuesta, confiabilidad de suministros, además del conocimiento que han adquirido las personas y la calidad de los productos y servicios filiales.

El viejo concepto de que el poder se logra mediante el control y la autoridad en Corrugados Zintro ha sido erradicado y sustituido por liderazgo.

Es importante destacar que la Aplicación del MPT ha contribuido a que los empleados trabajen con mayor seguridad y ha elevado la moral del trabajador ya que este participa activamente en los grupos de trabajo MPT y aporta sugerencias.

Debe esperarse que durante el arranque de la Aplicación del MPT la capacitación se incremente de un 10-15%, y dependiendo del estado de la maquinaria, un 20% de aumento en los costos de mantenimiento durante el primer año. También es un hecho que esta inversión disminuye significativamente si solamente un par de "áreas piloto o máquinas" son plenamente desarrolladas con la Aplicación del MPT.

A medida que se va avanzando con proyectos exitosos, corresponde hacer la mayor difusión posible sobre los beneficios obtenidos por quienes participaron, en que medida se redujo el trabajo, el riesgo o los tiempos perdidos, vale la pena que todos en la organización los conozcan, para que cuando a la demás gente le toque participar lo hagan interesados en beneficiarse ellos también.

Los cambios físicos son fáciles de ver. Ahora las máquinas son más confiables, el área está más limpia y es mucho más placentero trabajar en ella. Algunas personas que en un principio estuvieron renuentes al MPT, ahora son coordinadores del MPT en su área, de esta manera nos damos cuenta que el cambio cultural puede ser lento, pero se está dando.

Hay que tener presente el hecho de que para tener competitividad se deben alcanzar niveles altos de **Disponibilidad, Efectividad, Calidad y Mantenibilidad**, todos ellos alcanzables con la Aplicación del MPT.

Para los trabajadores en general se mejoraron las condiciones de trabajo, higiene y seguridad, así como mayores recursos gracias a su mayor conocimiento del equipo, y como consecuencia de esto, mayor estabilidad en el empleo.

Los trabajadores que han participado en este programa adquirieron una mayor autoestima gracias a la capacitación recibida, se sienten y son más capaces dentro y fuera de su área de trabajo, reflejándose lo anterior en el aspecto lealtad.

La historia ha mostrado que cerca del 25% de las compañías que han Aplicado el MPT tendrán éxitos importantes. Otro 25% tendrá buenos éxitos pero a causa de otros programas, falta de constancia de esfuerzo y la carencia de liderazgo persistente puede demorar o declinar después de unos años de esfuerzo. El otro 50% fracasará en el primero o segundo año.

Por tanto, lo expuesto en este Trabajo Escrito, aunado a un agresivo programa de capacitación, será la clave para lograr pertenecer a ese grupo selecto con éxitos importantes.

El MPT llevado a cabo gradualmente es la única forma de enfrentar los desafíos, si alguien estuviera interesado en profundizar más en esta interesante disciplina de Manufactura Esbelta, me pongo a sus órdenes en la siguiente dirección: alemarmacam@prodigy.net.mx

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

- **TPM**
Para mandos intermedios
Kunio Shirose
Productivity Press, Inc
Cambridge, Massachussets Norwalk, Connecticut
Segunda edición 2000

- **TPM**
Development Program
Implementing Total Productive Maintenance
Seiichi Nakajima
Productivity Press, Inc
Cambridge, Massachussets Norwalk, Connecticut
Edición 1989

- **TPM**
Implementation
A Japanese Approach
Masaji Tajiri
Fumio Gotoh
Mc Graw – Hill, Inc
Edición 1992

- **TPM**
Introducción al Mantenimiento Productivo Total
Seiichi Nakajima
Productivity Press, Inc
Cambridge, Massachussets Norwalk, Connecticut
Tercera edición 1993

- **Maintenance and Reliability**
Diesel Technology Co. and Ron Moore
Ron Rath
Maintenance Technology 1998, article.

- **Mantenimiento Autónomo**
Productivity de México
Edición 1997