

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
ELECTRICA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL

POR
ING. MIGUEL ANGEL HORTIALES RENDON

TESIS
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION CON
ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

DICIEMBRE DE 1997

TM

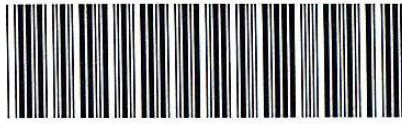
Z5853

.M2

FIME

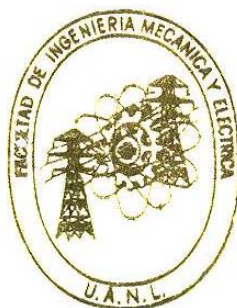
1997

H6



1020128430

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y
ELECTRICA
SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL

POR
ING. MIGUEL ANGEL HORTIALES RENDON

T E S I S
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION CON
ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.

DICIEMBRE DE 1997

TM
Z5853
.M2
FINE
1997
H6

0133-36460

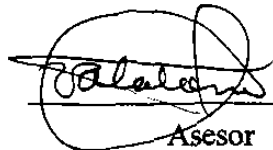


FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA.
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO.

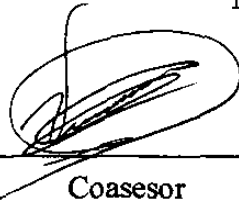
Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis **“Implementación del Mantenimiento Productivo Total”** realizada por el Ing. Miguel Angel Hortiales Rendón sea aceptada para su defensa como opción al grado de **Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad**

El comité de tesis



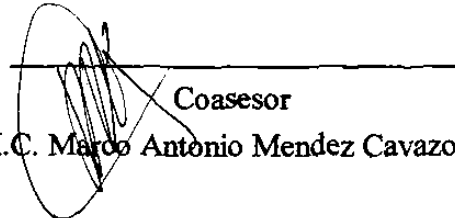
Asesor

M.C. Victoriano Alatorre González



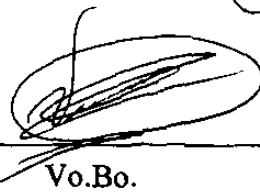
Coasesor

M.C. Roberto Villarreal Garza



Coasesor

M.C. Marco Antonio Mendez Cavazos



Vo.Bo.

M.C. Roberto Villarreal Garza
División de Estudios de Postgrado

San Nicolás de los Garza, N.L. a 5 de Diciembre de 1997

Agradecimientos.

Porque “Jehová es mi pastor y nada me faltara” es que he llegado hasta este día confiado en que el está conmigo en todo momento y que gracias a el puedo presentarme ante un jurado para defender esta tesis de maestría, habiendo pasado por días difíciles, y largas jornadas de trabajo de las que el Señor me ayudo a soportar con alegría.

Gracias a DIOS porque hasta aquí el ha estado conmigo.

Gracias al Sr. Efrain Hortiales Pacheco (mi padre) por enseñarme a ser un hombre de bien.

Gracias a la Sra. Ruth Rendón Mares (mi madre) por sus oraciones y sus constantes consejos.

Gracias a todos mis hermanos, aún al que está en el cielo por su cariño y aliento.

Gracias a la Lic. Martha Alicia Adame Rodríguez mi queridísima esposa por sus atenciones y por su amor.

A Alejandra Ixchel Hortiales Adame y a Miguel Angel Hortiales Adame (mis hijos) les agradezco su comprensión por el tiempo que les he robado al no estar mas tiempo con ellos.

A mis maestros que desde la instrucción primaria su anhelo fue ver realizados a muchos profesionistas gracias.

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN mi alma Mater, todo mi agradecimiento por la oportunidad de haberme aceptado como estudiante de licenciatura y por haberme otorgado una beca para estudios de maestría.

A la FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA mis mas sinceras gracias por todo lo que he recibido de ella.

Gracias a mi asesor el M.C. Victoriano Alatorre González, al M.C. Roberto Villarreal Garza y al M.C. Marco Antonio Méndez Cavazos coasesores respectivamente.

PROLOGO

Presento este modelo de implementación del **Mantenimiento Productivo Total (TPM)** con la finalidad de que el mismo sirva como guía en las diferentes industrias, tomando en consideración que cada organización presenta diferente problemática con características muy particulares y que por lo mismo el modelo puede tener variantes que se adecuen a condiciones muy específicas.

La empresa donde fue aplicado el modelo corresponde al sector automotriz, cuyos clientes son: Ford, Chrysler, General Motors, Renault y donde el 5% de la producción se destina al consumo Nacional y el 95% restante a exportación.

Los Proveedores del sector automotriz requieren certificación de su sistema de calidad basados en la norma QS 9000 y uno de los requerimientos del sector en la sección II, punto 2.3 que lleva por título Técnicas para la Mejora Continua nos hace referencia a la Efectividad Total del Equipo (ETE), y que con la implementación del TPM se hace frente a esta condición.

El TPM tiene su origen en las plantas de TOYOTA en el Japón en la década de los 70' y hoy en día la implementación de este modelo **no se limita** a la industria automotriz solamente, antes bien puede aplicarse a todo tipo de industria y aún mas puede aplicarse en cualquier organización.

IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Índice.

Página

Prólogo.

Síntesis.

1.-Introducción	1
1.1 Objetivo	1
1.2 Metodología.....	2
2.- Antecedentes	3
3.- Capitulo 1 “Hechos sobre el TPM”.....	5
3.1 Visión gerencial.....	5
3.2 Mantenimiento productivo total.....	5
3.3 Impacto del TPM.....	6
3.4 El Tpm catalizador para el aprendizaje organizacional.....	7
3.5 El Tpm no asegura un índice acelerado de mejora.....	9
3.6 El logro del desempeño acelerado en el proceso de mantenimiento	10
3.7 Algunos hechos sobre el mantenimiento.....	13
3.8 Definición del TPM.....	13
3.9 Metas del TPM	13
3.10 Secretos de la calidad y productividad Japonesa.....	14
3.11 Evolución del TPM	14
3.12 Empresas que tienen TPM.....	15
3.13 TPM expandiéndose a todas las industrias.....	16
3.14 Identificando las seis grandes pérdidas.....	18
3.15 Descripción de las pérdidas.....	19

3.16	El efecto de las seis grandes pérdidas en el tiempo de operación del equipo ...	20
3.17	Implementación del TPM.	22
3.18	Limpieza y atención básica	24
4.-	Capitulo 2 “Mantenimiento planeado”	26
4.1	Objetivo.	26
4.2	Mantenimiento Planeado.	27
4.3	Mantenimiento Preventivo.....	29
4.4	Mantenimiento Predictivo.....	30
4.5	Mantenimiento Correctivo Planeado.....	31
4.6	Mantenimiento Mayor.	31
4.7	Módulos del SIM.	31
4.8	Diagrama de flujo de Mantenimiento.	35
4.9	Control de trabajo de mantenimiento Preventivo Computarizado.	36
4.10	Control de trabajo de Mantenimiento Predictivo	37
4.11	Control de trabajo de Mantenimiento Correctivo Planeado	38
4.12	Control de trabajo de Mantenimiento Autónomo por operarios.....	39
4.13	Control de trabajo de línea.....	40
4.14	Tarjeta de desperfectos.....	41
4.15	Orden de trabajo.....	42
4.16	Reporte de falla.....	43
5.-	Capitulo 3 “Efectividad total del equipo”	44
5.1	Objetivo.	44
5.2	¿ Por qué mejorar el ETE ?.....	44
5.3	Cambio de prioridades.....	45
5.4	El efecto de las seis grandes Pérdidas.	46
5.5	El efecto acumulativo (cúbico).	67
5.6	Medición de la efectividad del equipo.	68
5.7	¿ Por qué medir la efectividad?.....	69
5.8	Principios básicos para mejorar la efectividad del equipo.....	72
5.9	Cálculo de la efectividad del equipo.....	73

5.10 Programa de medición.....	83
5.11 Elaboración de gráficas.....	84
5.12 Interpretación de resultados.....	90
6.- Capitulo 4 “Elaboración de estándares de limpieza y atención básica”	91
6.1 ¿ Qué es un Estándar de Limpieza y Atención Básica?	91
6.2 Intervalos de Inspección.	94
6.3 Simplificación de las Inspecciones diarias.....	94
6.4 Tiempo adecuado para la Inspección.	94
6.5 Intervalos realistas de inspección.	95
7.- Capitulo 5 “Instalación de gavetas”.....	96
7.1 Objetivo.	96
7.2 Contenido de las gavetas.	96
7.3 Características de las gavetas.....	97
7.4 Registro de Auditoría.	99
8.- Capitulo 6 “Acciones correctivas”.....	100
8.1 Reforzamiento de los Estándares de Limpieza y Atención Básica.....	100
8.2 Calidad del mantenimiento.....	101
Conclusiones y recomendaciones.....	102
Bibliografía.....	104
Listado de tablas y gráficas.....	105
Listado de figuras y fotos.....	106
Glosario.....	108
Resumen autobiográfico.....	109

SÍNTESIS

El modelo de **Implementación del Mantenimiento Productivo Total** que aquí presento abarca los siguientes aspectos:

- 1.Limpieza y atención Básica
- 2.Mantenimiento Planeado
- 3.Efectividad Total del Equipo (ETE).
- 4.Elaboración e Implementación de Estándares de Limpieza y Atención Básica
- 5.Instalación de Gavetas
- 6.Medición de la Efectividad Total del Equipo
- 7.Acciones correctivas.

La limpieza y atención básica abarca 7 pasos que son:

1° Limpieza inicial. Mantener limpia la máquina ayuda a inspeccionarla mejor, ya que si se limpia con la mano usando brocha, espátula, trapo y cepillo se encontraran los desperfectos con mayor facilidad.

2° Corregir fuentes de suciedad. En este paso se corrige los puntos en los cuales se genera demasiada suciedad, áreas difíciles e limpiar y los puntos problemáticos de la máquina, se buscan herramientas para lograrlo o se sugieren modificaciones a la misma para que se facilite la inspección, al ir limpiando la máquina se descubrirán debajo de la suciedad los desperfectos, en caso de que existan se deben identificar, si se pueden corregir se deberá hacerlo.

3° Entrenamiento para la Inspección general. En este paso se busca desarrollar en el personal las habilidades para que puedan hacer inspecciones sensoriales y se les explican los elementos principales de que consta su máquina.

4° Inspección autónoma. El personal es quien mas conoce acerca de como está trabajando su máquina, por lo tanto se da cuenta de cuando algo anormal ocurre, en este paso se definen las actividades de limpieza y atención básica y se les ponen responsables así como también se asigna un período de tiempo para realizar dichas actividades

5° Organización y orden en el lugar de trabajo. El personal debe distinguir claramente entre las cosas necesarias e innecesarias y eliminar lo que no se necesita retirándolo del área de trabajo, así como todos los materiales partes y equipo deben estar arreglados de acuerdo a las funciones de trabajo.

6° Administración autónoma. En este paso el equipo de trabajo de la máquina debe de participar revisando todas las actividades desarrolladas, aplicar acciones correctivas para solucionar los problemas que se hayan tenido sobre todo los críticos y repetitivos.

7° Desarrollo de estándares de Limpieza y atención básica. Los estándares de limpieza y atención básica son formatos sugeridos por los mismos operadores de máquina donde se incluye además de la limpieza, la lubricación y la inspección. En la elaboración de los estándares se toma muy en cuenta las opiniones de los operadores, y del personal de mantenimiento.

Mantenimiento planeado.

En el mantenimiento planeado se provee al personal de mantenimiento de una herramienta sistematizada, capaz de apoyar las actividades del mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo a través de un programa preestablecido de tareas a efectuar en la maquinaria y/o equipo, con el fin de incrementar su efectividad total.

Efectividad total del equipo.

Aunque el mantenimiento no agrega valor al producto, es determinante que la maquinaria y equipo estén disponibles y en condiciones operativas todo el tiempo. Un parámetro para medir esta disponibilidad lo llamamos "Efectividad total de equipo" que es una medida del valor agregado a la producción a través del equipo, este valor se incrementa si se evitan las seis grandes pérdidas que son: Fallas, preparación y ajustes, inactividad y paros menores, reducción en velocidad, desperfectos en calidad y retrabajos, y rendimiento reducido.

Elaboración e implementación de Estándares de Limpieza y Atención Básica.

Los estándares se elaboraron en sesiones de trabajo donde participaron supervisores de

las líneas de producción, supervisores de mantenimiento, operadores de máquina, personal de capacitación, técnicos de mantenimiento y encargados del programa TPM entre ellos un servidor.

Para la implementación de los estándares se hicieron reuniones informativas y se pusieron en práctica en una línea piloto.

Instalación de gavetas. Para que cada uno de los operarios pueda dar cumplimiento a los estándares de Limpieza y Atención Básica es necesario proporcionar la herramienta necesaria para tal fin. Las gavetas metálicas que se instalaron cerca de cada máquina contienen herramienta de uso común y salvo algunas ocasiones herramienta especial para hacer algún ajuste en la máquina.

Medición de la Efectividad total del equipo. La medición del ETE se hará en una “Línea de Cubado” en los tres turnos contando con la colaboración de los supervisores de la Línea de producción utilizando formatos previamente establecidos.

Acciones correctivas. Los estándares de Limpieza y Atención Básica fueron explicados en el curso primero que se le dio al personal de la empresa, sin embargo ponerlos en práctica, fue un poco difícil ya que el personal operario de cada máquina no estaba acostumbrado a hacer limpieza, lubricación e inspección al iniciar el turno.

Una de las actividades que se programó para comunicar al personal de la necesidad de realizar la limpieza inicial fue programar un curso para cada grupo de trabajo donde se explicaron cada uno de los estándares, se despejaron dudas, se hicieron ejercicios en aula y en piso.

La empresa donde fue aplicado el modelo corresponde al sector automotriz, sin embargo con algunas modificaciones puede funcionar perfectamente en cualquier organización.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El objetivo de esta tesis es mostrar un modelo de implementación del Mantenimiento Productivo Total que tenga como finalidad una mejora en la productividad, confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y equipo buscando la excelencia con una operación adecuada y un mantenimiento preventivo, Predictivo y correctivo planeado para aumentar la satisfacción de los clientes anticipándonos a sus necesidades, mejorando la calidad y tiempo de entrega, optimizando recursos, así como establecer una mejor comunicación interna y externa.

Implantar el trabajo en equipo para la solución de problemas y mantener un lugar de trabajo seguro, limpio y ordenado.

La implementación global del TPM abarca: 1.-Capacitación o Educación, 2.- Limpieza y atención básica, 3.- Mantenimiento planeado, 4.- Mejora y efectividad de máquina, 5.- Mantenimiento de calidad y 6.- Optimización de recursos. Esta tesis solo contempla las cuatro primeras etapas, que al desarrollarlas esperamos que la Efectividad total del equipo se incremente, aunque no hasta alcanzar el de una empresa de clase mundial pues faltaría desarrollar la fase 5 y la 6.

1.2 Metodología.

La primera fase del desarrollo de esta tesis consiste en impartir el curso de **Limpieza y Atención Básica** a todo el personal que labora en la empresa con el fin de sensibilizarlo de la necesidad de implementar el programa TPM para poder cumplir con los requerimientos del cliente y poder entregar oportunamente nuestro producto.

La segunda etapa consiste en capacitar al personal del departamento de herramental y de mantenimiento con el curso **Mantenimiento Planeado**.

En tercer lugar se impartirá el curso **Efectividad Total del Equipo** para el personal de supervisión del departamento de producción, mantenimiento, herramental e ingeniería industrial.

La fase número 4 es la elaboración de los **Estándares de Limpieza y Atención Básica** y su implementación a nivel planta.

El quinto lugar lo ocupa la **Colocación de gavetas** con la herramienta necesaria para poder cumplir de manera sistemática con los estándares de limpieza y atención básica.

La sexta fase consiste en medir la **Efectividad Total del Equipo (ETE)** tomando como modelo una línea de cubado y registrar en los tres turnos la disponibilidad, el desempeño, y la calidad.

Basados en los resultados del ETE, se tomaran **Acciones correctivas**.

2.- ANTECEDENTES

Hoy en día las compañías encuentran más difícil generar una ventaja competitiva simplemente con la mejora de sus procesos de producción. Hemos encontrado que las oportunidades más dramáticas de mejora residen en el proceso del negocio, como el mantenimiento, que apoya al proceso de producción. Un estudio de 1993 de la industria química por parte de Arthur D. Little sugiere que una transición exitosa de un proceso de mantenimiento tradicional a uno basado en principios de manufactura de clase mundial ha permitido, en plantas que de otra manera tenían desventajas estratégicas, que las compañías obtuvieran una importante ventaja competitiva. Este efecto se repitió en las industrias desde el estampado de metal al cemento donde los líderes de las empresas progresistas rediseñan sus procesos de mantenimiento para acelerar la mejora del desempeño.

Para permitir un rediseño del proceso de mantenimiento, muchos líderes de negocios se han inclinado hacia la Reingeniería de procesos del negocio. Otros han elegido buscar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) en sus esfuerzos de rediseño los resultados demostrados de ambos enfoques han conducido a una confusión acerca de cual curso de acciones es apropiado. Aunque esta confusión es comprensible, una cosa es clara: Una compañía debe hacer más que la implementación de las practicas del TPM si quiere desarrollar una ventaja competitiva por medio de su proceso de mantenimiento.

Las compañías exitosas del mañana están adoptando al TPM como una filosofía e incorporan sus principios asociados con el mantenimiento y otros procesos afectados. Las compañías que entienden al TPM como un simple conjunto de practicas de mantenimiento de clase mundial no pueden mantener el paso Arthur D. Little ha encontrado repetidamente que un enfoque de Reingeniería que se adhiere a la filosofía del TPM durante el rediseño del proceso del mantenimiento y que concurrentemente maneja los cambios requeridos en la estructura y procesos organizacionales relacionados, es un

medio para mejorar de manera significativa el desempeño del mantenimiento y por lo tanto la competitividad duradera.

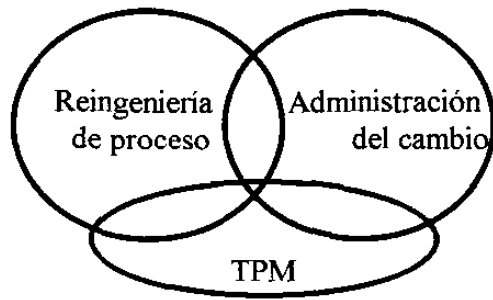


Figura 2.1. Logro de la mejora operacional

3.- CAPITULO 1 “HECHOS SOBRE EL TPM”

3.1 Visión Gerencial.

Incrementar la productividad, confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y equipo buscando la excelencia con una operación adecuada y un mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo planeado.

Aumentar la satisfacción de nuestros clientes, anticipándonos a sus necesidades, mejorando la calidad y entregas oportunas, optimizando nuestros recursos y estableciendo una mejor comunicación interna y externa.

Trabajo en equipo para la solución de problemas y mantener un lugar de trabajo seguro limpio y ordenado.

¡Es responsabilidad de todos y debe ser nuestro compromiso!

3.2 Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Productivo Total es un enfoque innovador del mantenimiento que requiere involucrar a todos los empleados, en todos los niveles en un programa de mantenimiento productivo. Seiichi Nakajima desarrolló el concepto detrás del TPM en un esfuerzo por ofrecer un cuidadoso sistema que optimizará la efectividad del equipo y que promoviera un mantenimiento autónomo de los operadores. Como filosofía el TPM contiene diversos principios clave:

- Se debe optimizar la efectividad del equipo.
- Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo para el intervalo de la vida del equipo.
- Se debe buscar agresivamente el proceso de mantenibilidad del equipo, en particular en la etapa de diseño.
- Se debe evaluar rutinariamente la eficiencia económica del equipo.
- Se debe analizar y eliminar rigurosamente las pérdidas crónicas y las fallas catastróficas.

Dicho sencillamente, el TPM son los empleados, que en todos los niveles de la organización, participan con autonomía en un programa de mantenimiento productivo.

3.3 Impacto del TPM:

El impacto del TPM se extiende mas allá del proceso de Mantenimiento, a continuación se muestra el apoyo del TPM a otros rubros.

<p><u>PROCESO</u> Apoya al jit asegurando el funcionamiento óptimo del equipo.</p>	<p><u>GENTE</u> Incrementa la motivación de habilidades Involucra apropiadamente a todos los niveles Se vale de grupos pequeños interfuncionales</p>
<p><u>CALIDAD</u> Provee estrategias para lograr cero defectos</p>	<p><u>EQUIPO</u> Incrementa la disponibilidad y el desempeño Reduce costos mediante mejores diseños. Aumenta el ciclo de vida. Mejora la admón. de las áreas de mantenimiento</p>

Figura 3.1 Apoyo del TPM a la administración por valor agregado

Las compañías deben aplicar los principios del TPM al proceso fuera del mantenimiento. De las cinco actividades de desarrollo más importantes del TPM, dos requieren de cambios substanciales al proceso social, aquellas actividades que tienen que ver con la administración de recursos humanos y la calidad de vida de trabajo, y una que tiene que ver con el proceso medular de producción (ver figura 3.2). Por ejemplo antes de que el tiempo promedio entre fallas pueda reducirse de manera importante, se debe realizar un análisis detallado del proceso de producción para identificar las piezas críticas del equipo que deben recibir mantenimiento. Con referencia al proceso social, se debe entrenar a los operadores para que realicen un mantenimiento simple de su equipo. Posteriormente después de manejar un sub-proceso de planeación, se deben actualizar las actividades de todos los técnicos y operadores de mantenimiento y se debe establecer un

programa para hacer avances con regularidad en dichas actividades. Limitar la incorporación de los principios del TPM solamente a los cambios en el proceso de mantenimiento va a conducir a un mejor desempeño en el proceso de mantenimiento. Sin embargo, para optimizar el desempeño general, se deben integrar los principios del TPM con cambios en los procesos de producción y social.

Cinco actividades de desarrollo mas importantes del TPM	Proceso Social	Producción	Mantenimiento
1. Incrementar la efectividad del equipo.		✓	
2. Entrenar a los operadores para que realizar un mantenimiento autónomo	✓		
3. Mejorar el sub-proceso de planeación de mantenimiento			✓
4. Actualizar el mantenimiento y las habilidades del operador	✓		
5. Garantizar el mantenimiento del equipo nuevo por medio de actividades de mantenimiento preventivo			✓

Figura 3.2 Actividades principales del desarrollo del TPM que requieren cambio a los procesos fuera del mantenimiento.

3.4 El TPM catalizador para el aprendizaje organizacional.

El TPM actúa como un catalizador para el aprendizaje organizacional al fomentar el involucramiento del operador en el mantenimiento del equipo. Por ejemplo al participar en la Limpieza, Inspección y Lubricación del equipo los operadores aprenden más acerca de las funciones de su equipo y pueden identificar rápidamente condiciones sub-óptimas. Conforme avanza el TPM los operadores tienen mayor contacto con los especialistas de mantenimiento: Por medio de este contacto, los operadores comienzan a discutir lo que

han aprendido acerca de su equipo con los especialistas, intercambian ideas sobre cómo operar el equipo, y colaboran en el diseño e instalación de nuevas piezas del equipo. Estos intercambios de información mezclan las experiencias prácticas del trabajo de los operadores con el conocimiento técnico de los técnicos de mantenimiento incrementando por tanto la capacidad de cada uno para mantener y operar el equipo.

No es suficiente con adoptar la filosofía del TPM, el TPM no debe malinterpretarse como una metodología que prescribe un enfoque paso a paso para mejorar el desempeño del proceso de mantenimiento. Hacerlo así ha conducido a muchos líderes de negocios bien intencionados a buscar la "Implementación del TPM" como un medio para lograr la excelencia en el mantenimiento. Aunque la filosofía del TPM contiene una cantidad de principios importantes que al aplicarse en una operación emergen como un conjunto de prácticas efectivas, estas prácticas por sí solas no constituyen un proceso de mantenimiento amplio, de clase mundial.

El error de no reconocer al TPM como una filosofía resulta con frecuencia en que la compañía decida buscar al TPM solamente para dirigir una llamada al personal del departamento de mantenimiento para hacer una Reingeniería del proceso. Pero como se comentó anteriormente, el TPM impacta ampliamente en toda la operación, requiriendo muchos cambios fuera del proceso de mantenimiento. Por ejemplo, una doctrina importante del TPM es la administración del ciclo de vida del equipo, la cual está sujeta a la influencia de factores clave más allá del proceso de mantenimiento. También se deben considerar procesos tales como la fuerza de trabajo y el manejo de materiales. Un principio del TPM es que las actividades de mantenimiento las deben realizar grupos autónomos. Pero, ¿qué hay que hacer para considerar los cambios requeridos en el reclutamiento y entrenamiento que permitan que los empleados trabajen de manera autónoma?. El TPM guía las actividades de mantenimiento e identifica quien debe realizar dichas actividades, pero no considera el reclutamiento ni el entrenamiento de los trabajadores. Sin el entrenamiento necesario, los trabajadores carecerán de la capacidad de realizar nuevas actividades.

De manera similar el manejo de los materiales no está considerado en su totalidad. El TPM sugiere que el uso de los materiales se monitoree de manera activa y que la información se mantenga en la base de datos del equipo para posterior análisis. pero, ¿qué hay acerca de los cambios a los programas de manejo de requisiciones, compras, entregas, almacenamiento y proveedores que son necesarios para lograr un desempeño superior de mantenimiento?. Una vez más, el TPM por sí solo no ofrece la guía suficiente.

Se debe considerar el manejo de la fuerza de trabajo y de los materiales para tener un manejo efectivo del ciclo de vida del equipo. Considerando adecuadamente, requiere análisis y rediseño por parte de los expertos en procesos sociales y de adquisiciones. Las compañías que no considera los mayores requerimientos del TPM logran, en el mejor de los casos, una mejora marginal de desempeño.

3.5 El TPM no asegura un índice acelerado de mejora.

Además de no considerar en su totalidad los cambios requeridos en el proceso de producción y en el social, el TPM reconoce la necesidad de asegurar la integración necesaria de los procesos, recursos y la organización. Nuestra experiencia ha demostrado que las compañías con procesos, recursos y organización altamente integrados presentan el índice de mejora mas acelerado (ver la figura 3.3). Las compañías que no han integrado se limitan a una excelencia funcional. El desempeño obtenido por la excelencia funcional es estático y eventualmente la competencia lo deja atrás.

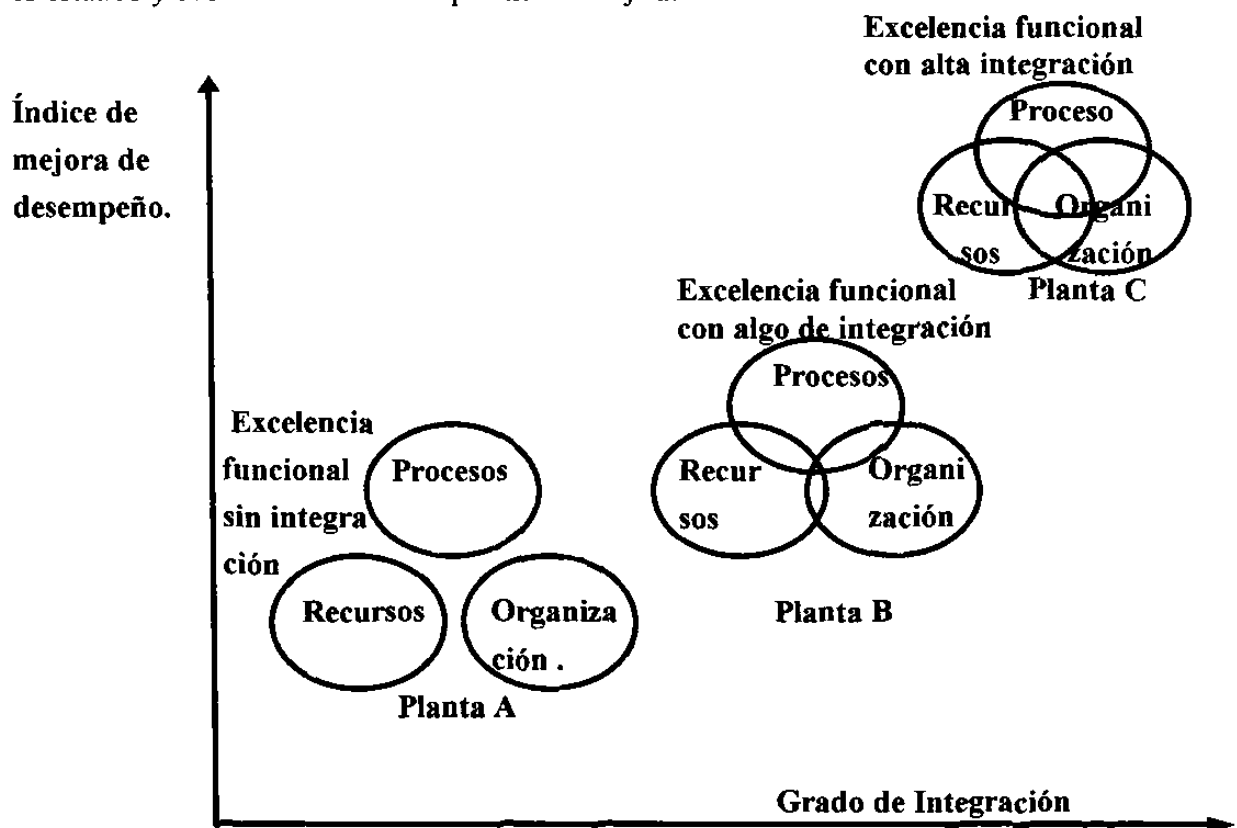


Figura 3.3 Excelencia funcional con resultados de alta integración en una mejora de desempeño de alto índice.

Recientemente, Arthur D. Little observo un ejemplo de la excelencia funcional en el proceso de mantenimiento que resulta en un desempeño subóptimo durante un esfuerzo de Reingeniería a gran escala. La compañía tenía plantas similares, con respecto al proceso de tecnología y al manejo de la fuerza de trabajo, de tal forma que todos producían esencialmente los mismos productos. Una de las plantas que había incorporado exitosamente las practicas del TPM y era reconocida en toda la corporación como un modelo de excelencia de mantenimiento (Figura 3.3 Planta B). Aunque esta planta tenía un buen desempeño recientemente cayó de la posición de liderazgo en costo, debido a que su índice de mejora en el desempeño fue rebasado por la planta C. Un examen mas cercano de la situación revelo que el proceso de mantenimiento de la planta se había desarrollado aislado y no estaba bien integrado con los demás procesos clave. Nunca se consideraron requerimientos de la organización en este caso la cultura y la estructura de la planta. Conforme se identificaron los problemas, los “expertos funcionales del mantenimiento, aunque con buenas intenciones, desarrollaron soluciones específicas que desafortunadamente encubrieron las causas de problemas más grandes y más sistémicos. Conforme las causas fundamentales se pudrían abajo de la superficie, el desempeño general de la planta comenzó a sufrir. El esfuerzo de Reingeniería signífico importantes oportunidades de mejora por medio de un análisis multifuncional de los procesos, recursos y organización.

3.6 El logro del desempeño acelerado en el proceso de mantenimiento.

Además de suscribirse a los principios del TPM que son apropiados para las circunstancias de sus operaciones, los líderes de negocios deben reconocer el poder de la integración y ver al sistema de manufactura como una colección de procesos sociales y técnicos. Un enfoque de Reingeniería para la mejora que adopte efectivamente las interrelaciones e interdependencias entre los procesos, recursos y la organización que juegan en los procesos de producción, mantenimiento y social de la operación (vea la figura 3.4) está situado idealmente para posicionar esa operación para una mejora acelerada del desempeño.

Además este enfoque de Reingeniería debe centrarse en las cuestiones prioritarias de la operación primero comprendiendo ampliamente la situación actual y luego analizando rigurosamente las cuestiones predominantes. Esto involucra la determinación de las medidas clave del desempeño de la operación a la luz de los atributos de satisfacción para los accionistas, la selección de los procesos críticos del negocio, la

realización de un análisis de cada proceso crítico, la identificación de las causas fundamentales de los problemas descubiertos, y eventualmente, del rediseño de la estructura de la organización y de los procesos críticos para eliminar los problemas de prioridad por medio de la incorporación de prácticas de manufactura de clase mundial.

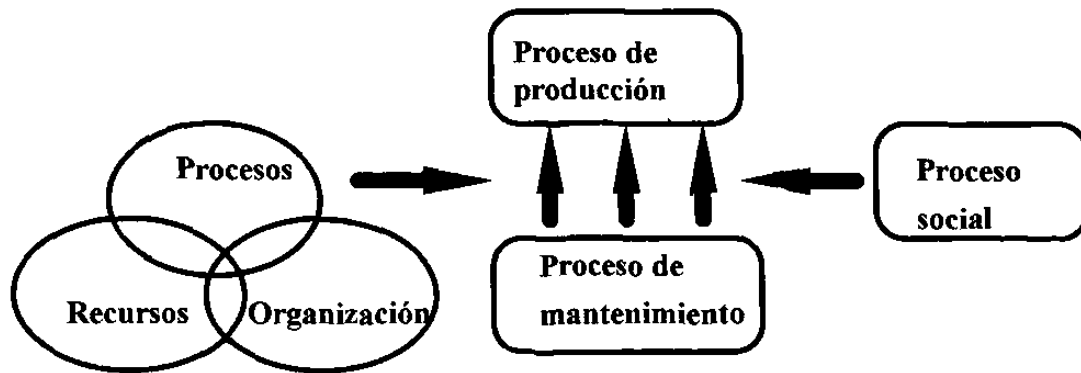


Figura 3.4 La Reingeniería debe considerar la operación como un sistema dinámico

Las fuerzas de trabajo multi-funcionales son una manera efectiva y necesaria de permitir la integración de los rediseños de los tres procesos principales. Las fuerzas de trabajo pueden: trabajar en paralelo, involucrar a los empleados de todos los niveles de la organización, asegurar la propiedad de los rediseños, ofrecer una extensa y suficiente experiencia y habilidad y ayudar a completar el esfuerzo de una manera oportuna.

Un enfoque de Reingeniería disciplinado, uno que enlace directamente las acciones con las conductas al jalar los resultados deseados, conduce a que una operación incorpore efectivamente los principios apropiados del TPM. Conforme avanza el tiempo, este enfoque “basado en jalar” para la mejora mantiene a los empleados enfocados en los resultados deseados recompensando las conductas para la toma de acciones correctas. En ultimo caso las actitudes del empleado cambian para bien en apoyo a las necesidades de los accionistas. Este enfoque en base a jalar desplaza rápidamente al TQM y otros programas ya hechos “en base a empujar” para el cambio organizacional y la mejora del desempeño (ver figura 3.5).

La búsqueda del TPM es esencial para cualquier operación en su viaje en busca del logro del desempeño de mantenimiento de clase mundial. El TPM es totalmente consistente con lo que significa ser una organización en proceso de aprendizaje. Como resultado, cualquier operación haría bien en incorporar los principios del TPM en su

proceso de mantenimiento, integrado con los cambios al proceso de producción y al proceso social que involucre a todos los niveles de la organización.

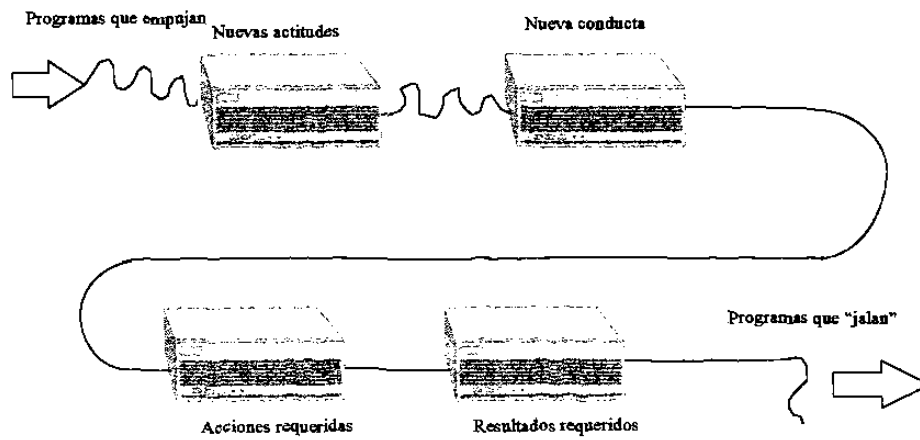


Figura 3.5 Un enfoque disciplinario de reingeniería que jala por los resultados clave mantiene un enfoque de operación.

3.7 Algunos hechos sobre el mantenimiento.

(Empresas Norteamericanas).

- * Los costos de mantenimiento representan entre el 15% y el 40% de los costos totales de manufactura en la actualidad.
- * Se gastan entre 4 y 6 billones de dólares en mantenimiento al año.
- * De cada dólar gastado en mantenimiento hasta 33 centavos llegan a desperdiciarse.
- * El mantenimiento correctivo es 3 veces mas caro que el mantenimiento programado.
- * La cantidad de horas perdidas por paros no programados debido a fallas en el equipo es de demasiado alto.

3.8 Definición de tpm.

- ◆ Es el desarrollo continuo de nuestra gente.
- ◆ Promueve la motivación de nuestra gente fomentando el trabajo en equipo y apoyando las actividades del mantenimiento de nuestra planta.
- ◆ Es la búsqueda de la eficiencia de equipos por medio de la eliminación de las seis grandes pérdidas de la efectividad.

3.9 Metas del tpm

- ◇ Cero demoras no planeadas
- ◇ Cero defectos
- ◇ Cero pérdidas por baja velocidad
- ◇ Mínimo costo de ciclo de vida

3.10 Secretos de la calidad y productividad Japonesa

- Jit → Taichi Onho
- Sistema de producción japonesa (Toyota) → Sigeo Shingo
- Tqc → Total Quality Control
- Enfoque al control de la calidad total → Enfoque al cliente
- Tpm → Seiichi Nakajima (jimp instituto japonés de mantenimiento de plantas)

<p>En el Japón los 3 factores principales para mejoras en los lugares de trabajo son:</p> <p>Yaruki → motivación</p> <p>Yaruude → competencia</p> <p>Yaruba → entorno de trabajo</p> <p>El tpm contiene los tres</p>

Fig. 3.6 Factores para mejoras en el lugar de trabajo

3.11 Evolución del tpm

años 40's	mantenimiento correctivo. si no falla no lo arregles
años 50's	mantenimiento preventivo. mantenimiento basado en tiempo
años 60's	mantenimiento productivo. monitoreo de condición, ingeniería de confiabilidad y mantenimiento de mejora.
años 70's	tpm mantenimiento productivo + participación total del personal. centralizado en departamentos de producción en la industria de fabricación
años 80's	mantenimiento Predictivo. mantenimiento en base a la condición de equipos tpm en toda la empresa. expandiéndose a las industrias de proceso

años 90's **diseño de equipo de baja necesidad de mantenimiento.**
tpm expandiéndose a todo lo largo del mundo.

años 2000's **tpm en la fabrica del futuro.**

3.12 Empresas que tienen TPM

JAPÓN

- mas de 200 plantas con reconocimiento en tpm (Toyota, Nissan, etc.)

ASIA

- Shangai Tool Works (China)
- Rohm Korea Corporation (Korea)
- Union Container Industries (Taiwan)

BRASIL

- Siderúrgica de Tubarao
- Toyota do Brasil
- Yamaha Motor do Brasil
- Mercedes Benz do Brasil

EUROPA

- Sollac Fos France
- Imprimerie Jean Dier S.A
- Renault Toyota Automation Renault
- Saab Valmet ab Finland
- Kimberly Clark, UK

NORTEAMÉRICA

- Tennessee Eastman
- Baxer Healthcare Corporation
- Northrup

- Teledyne
- At & T
- Ford Motor Company
- Harris Corporation
- Zeon Chemical
- IBM
- Xerox
- Dupont
- Corning
- Motorola
- Alcoa
- otras.

3.13 TPM expandiéndose a todas las industrias (jimp)

- Automóviles

- Partes de automóviles

- Maquinaria

- Aparatos domésticos

- Semiconductores

- Acero y metales no ferrosos

- Química

- Textil

- Hule y plásticos
- Alimentos
- Farmacéutica
- Pulpa y papel
- Impresoras
- Cementos y cerámica
- Gas y aceite

3.14 Identificando las seis grandes pérdidas.

La efectividad del equipo mide el valor agregado a la producción por el equipo. TPM maximiza la efectividad del equipo a través de dos tipos de mejoras:

Cuantitativas: Aumenta la efectividad total del equipo.

Cualitativas: Reduciendo el número de defectos; mejorando la calidad del producto.

El último alcance del TPM es aumentar la efectividad del equipo en cada pieza del equipo a su máximo potencial y mantenerse en este nivel.

La máquina debe funcionar constantemente bajo condiciones óptimas basadas en sus "límites de desempeño de diseño" con cero fallas y cero defectos.

Aún cuando llegar a cero es difícil, luchar por la meta y creer que se puede alcanzar produce grandes beneficios.

Los siguientes seis tipos de pérdidas limitan la efectividad del equipo.

1. Fallas del equipo
2. Tiempos de ajuste
3. Tiempo de ocio y paros menores
4. Ocio y paros menores
5. Defectos en proceso
6. Reducción de rendimiento

La tabla 3.1 muestra sugerencias de metas de mejoramiento para los seis tipos de pérdidas.

1.- Pérdidas por fallas	0	Reducir a cero para todo el equipo
2.- Pérdidas de ajuste y arreglo	Minimizar	Reducir ajustes amenos de 10 minutos
3.- Reducción de velocidad	0	Llevar la velocidad actual de operación a la de diseño y luego hacer las mejoras para superar la velocidad de diseño.
4.- Pérdidas por ocio y paros menores	0	Reducir a cero en todo el equipo
5.- Defectos de calidad y pérdidas de reproceso	0	Ocurrencia extremadamente pequeña aceptable (100 a 300 ppm)
6.- Pérdidas de rendimiento	Minimizar	

Tabla 3.1 Sugerencias de mejoramiento para pérdidas

3.15 Descripción de las pérdidas.

1.- Fallas de equipo.

Causadas por ambas fallas, esporádicas y crónicas. Las fallas esporádicas son por lo general obvias y fáciles de corregir (alguna cosa rota). Las fallas crónicas con frecuencia son ignoradas o negadas después de varios intentos poco exitosos de corregir el problema.

Puesto que las fallas son responsables de un gran porcentaje de pérdidas totales, el personal de las fábricas invierte gran cantidad de tiempo en la búsqueda de medios para evitarlas. Eliminarlas es extremadamente difícil, lo común es que mantenimiento lleve a cabo estudios que aumenten la confiabilidad del equipo y encontrar la forma de minimizar el tiempo requerido para corregir los problemas cuando ocurren, sin embargo para maximizar la efectividad del equipo, las fallas deben reducirse a cero. Esto es en realidad posible aún sin mucho esfuerzo e inversión (aunque algo de inversión se requiere al principio) si la actitud convencional de que las fallas son inevitables se cambia. Todos los involucrados en el proceso de mejoramiento deben entender que los defectos si se pueden prevenir.

2.- Tiempos de Acomodo y Ajuste.

Las pérdidas durante los ajustes son resultado del tiempo de paro y producto defectuoso que surge cuando la producción de un artículo termina y el equipo se ajusta para cumplir con los requerimientos de otro artículo. Muchas compañías están trabajando para alcanzar cambios y ajustes de un sólo minuto (de menos de diez minutos). Trabajando desde una perspectiva de ingeniería industrial, los tiempos se pueden reducir considerablemente haciendo clara la diferencia entre tiempos de ajuste interno (las operaciones se llevan a cabo mientras las máquinas están paradas) y los tiempos de ajuste externo (operación que se puede llevar a cabo mientras la máquina está funcionando).

3.- Ocio y Paros Menores.

Los “paros menores” ocurren cuando la producción se interrumpe por un mal funcionamiento temporal o cuando la máquina está ociosa entre uno y otro producto. Por ejemplo, alguna pieza puede bloquear el escape causando que se alerten los sensores y que se pare el equipo. Este tipo de paro temporal claramente se diferencia de una falla. El flujo normal de producción se restablece simplemente retirando la obstrucción y reiniciando la máquina.

Pequeños problemas como éste con frecuencia tienen un efecto drástico en la efectividad del equipo. Especialmente cuando robots, alimentadores automáticos y equipo de carga está involucrado. Los paros menores y el tiempo de ocio, a la vez que son fácilmente remediables, también son ignorados porque con frecuencia son difíciles de detectar. Más aún, todo paro incluyendo al más notable, es difícil de cuantificar, por lo que, hasta que grado los paros menores reducen la efectividad del equipo, con frecuencia permanece incierto.

“Cero paros menores” es una precondition esencial para la producción automatizada. Para reducir los paros menores, las condiciones de operación deben ser observadas muy de cerca y todos los defectos deben eliminarse.

4.- Reducción de Velocidad.

Las pérdidas de reducción de velocidad se refieren a la diferencia entre la velocidad de diseño y la de operación actual del equipo. Las pérdidas por velocidad con frecuencia son ignoradas en la operación del equipo. Aún cuando constituyen el obstáculo más grande para lograr la efectividad del equipo y deben ser estudiadas cuidadosamente.

El equipo puede estar funcionando a menos de la velocidad ideal de diseño por varias razones: problemas mecánicos y defectos de calidad, antecedentes de problemas en el pasado, miedo a abuso o exceso de esfuerzo del equipo. Sucede también en numerosas situaciones que la velocidad óptima no se conoce, por otro lado, aumentar la velocidad de operación contribuye en la solución de problemas al revelar defectos latentes en las condiciones del equipo.

5.- Defectos del Proceso.

Los defectos del proceso son pérdidas en calidad causadas por el equipo de producción. En general, los defectos esporádicos pueden ser fácil y rápidamente corregidos regresando el equipo a su condición normal. La causa de los defectos crónicos, por otro lado, es difícil de detectar. Los remedios rápidos rara vez resuelven el problema, por lo que los defectos pueden ser negados o ignorados. Por ejemplo, los defectos que resulten de ajustes inadecuados en el equipo deben ser tomados como defectos crónicos.

Reducir los defectos crónicos, como reducir las fallas crónicas, requiere de investigación profunda y acción remedial innovativa. Las condiciones que rodean y causan el defecto deben ser determinadas y los puntos de control evaluados, la eliminación total de defectos es, como siempre, la meta principal.

6.- Reducción de Rendimiento.

Las pérdidas de rendimiento o arranque son pérdidas cuantitativas que ocurren durante las etapas temporales de producción - desde su principio hasta su estabilización - la cantidad de pérdidas por rendimiento varía con el grado de estabilidad de las condiciones de manufactura, nivel de mantenimiento de dados y equipo, y las habilidades técnicas de los operadores en la práctica, los números son sorprendentemente altos.

1.16 El efecto de las seis grandes pérdidas en el tiempo de operación del equipo.

La meta del TPM es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y mantenida en este nivel. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de averías y cero defectos. Aunque sea difícil acercarse al cero, el creer que los desperfectos cero puede lograrse es un requisito importante para el éxito del TPM. La figura 3.7 resume el efecto de las pérdidas en el tiempo de operación del equipo.

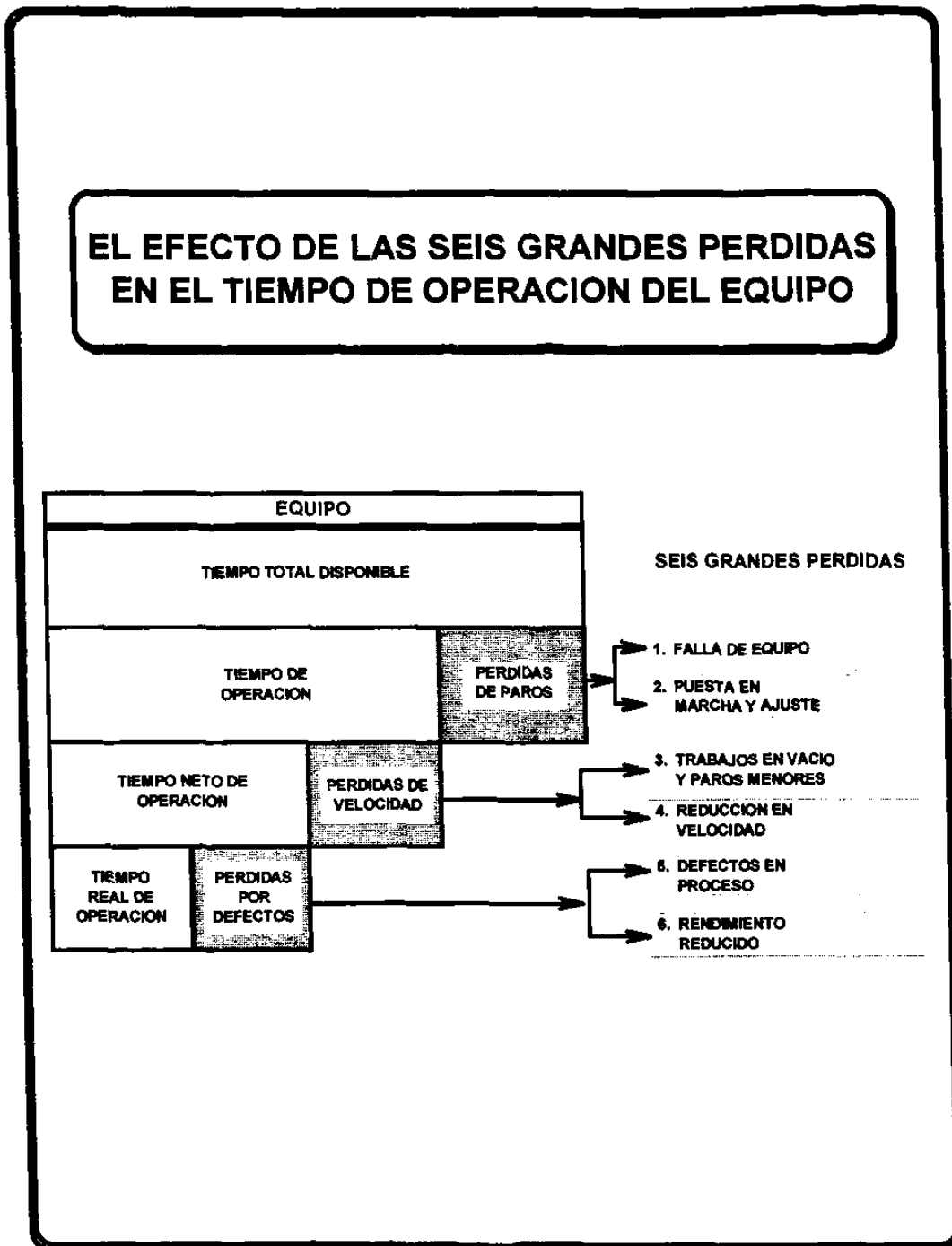


Figura 3.7 Efecto de las seis grandes pérdidas en el tiempo de operación del equipo.

3.17 Implementación del TPM

Aunque en la TOYOTA el modelo de implementación del TPM se llevó a cabo en cuatro años, es común encontrar en nuestro País que los programas a largo plazo por mas buenos que sean, la gerencia exige resultados de manera inmediata, cabe señalar que el TPM requiere de cierto tiempo para implementarse y llegar a una verdadera etapa de optimización de recursos, sin embargo en la empresa que tomamos como modelo fue posible realizarlo en dos años.

La recomendación pertinente sobre el tiempo de implementación del TPM dependerá de las condiciones propias de cada empresa u organización y de los recursos que ésta destine.

La figura 3.8 (Fases del TPM) nos muestra el seguimiento completo para implementar un programa de MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

Capacitación o Educación.

Sensibilización de la Gerencia

- * Creación del Comité TPM
- * Fijar objetivos de Educación
- * Plan Maestro
- * Definir alcance de los siete pasos de la "Limpieza y Atención Básica"
- * Hacer tableros de entrenamiento:
 - Eléctrico-Electrónico
 - Mecánico-Lubricación
 - Hidráulico-Neumático
- * Preparar Instructores para curso-taller de "Limpieza y Atención Básica"
- * Preparar información para curso -taller de "Limpieza y Atención Básica"
- * Poner a consideración del Comité TPM la información de "Limpieza y Atención Básica"
- * Formar un equipo promotor que debe integrarse por:
 - Gerentes
 - Jefe de Relaciones Laborales
 - Secretario General del Sindicato
 - Personal Sindicalizado
 - Jefes de departamento
 - Superintendente de mantenimiento
 - Supervisores de Producción
 - Supervisores de mantenimiento
 - Jefe de Capacitación.
- * Poner a consideración del Comité TPM la programación de cursos de "Limpieza y Atención Básica"

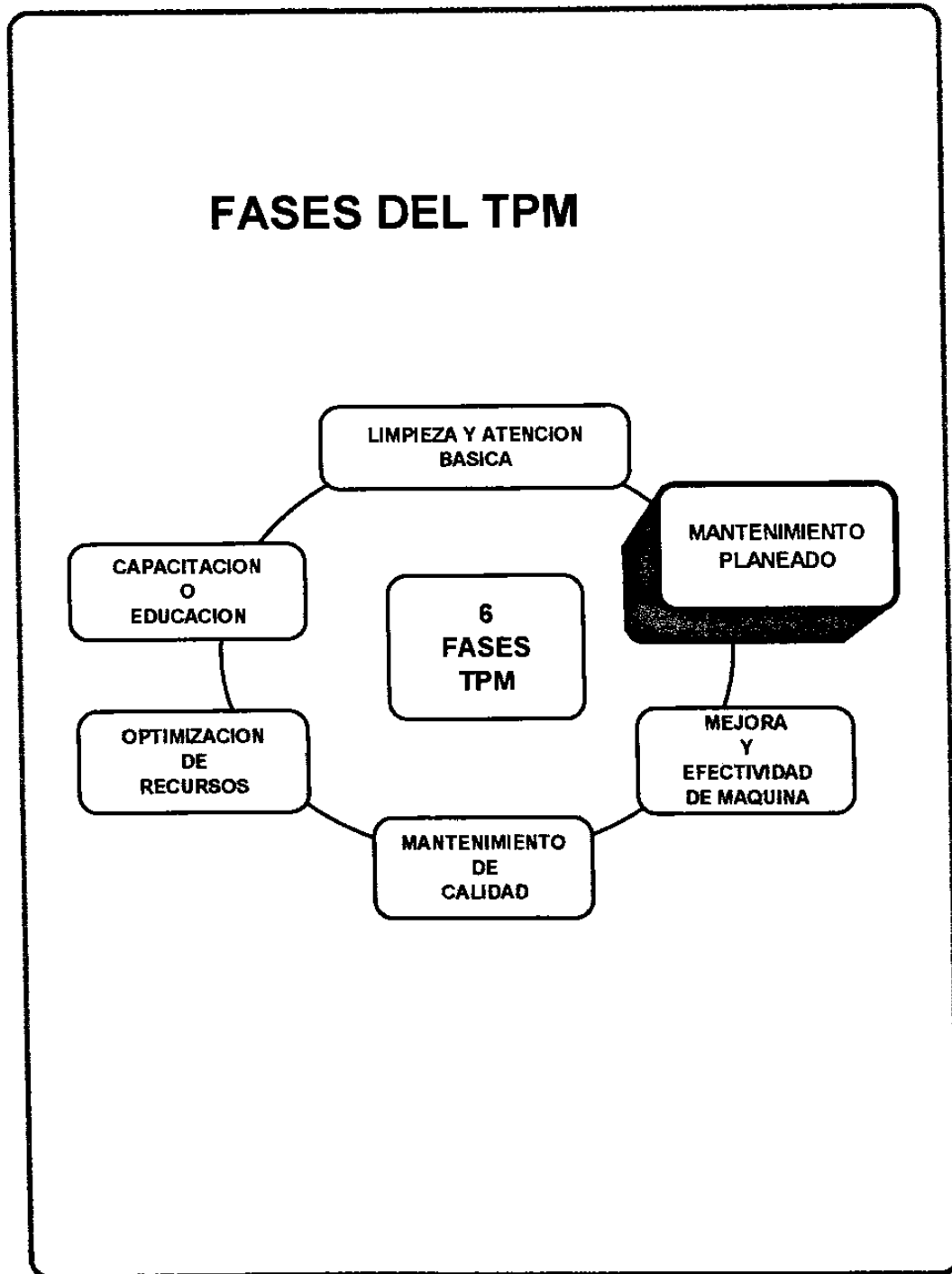


Figura 3.8 Fases del TPM

3.18 Limpieza y Atención Básica.

En esta etapa se involucra al personal y en especial al de producción en las actividades para conservar en buen estado su máquina, para ello se impartió el curso-taller al total del personal de la planta. Los siete pasos que abarcan la Limpieza y Atención Básica son:

1.- Limpieza inicial

Mantener limpia la máquina ayuda a inspeccionar mejor, toca la máquina con la mano, usa brocha, trapo, estopa o espátula. No uses aire comprimido ni refrigerante, recuerda que “LIMPIEZA ES INSPECCIÓN”

2.- Corregir fuentes de suciedad.

No sirve de mucho limpiar y limpiar si no se corrige la fuente que ensucia la máquina

3.- Entrenamiento para la inspección general.

En este punto se muestra a los participantes del curso-taller que puntos deben inspeccionarse de la máquina de manera sensorial y estos son: partes mecánicas, eléctricas, electrónicas, hidráulicas, neumáticas, y lubricación.

4.- Inspección Autónoma.

El personal es quien mas conoce acerca de como está trabajando su máquina, por lo tanto, se da cuenta cuando algo anormal ocurre. En esta etapa definimos claramente las actividades y ponemos responsables, además se da tiempo para desarrollar en forma sistemática dichas actividades.

5.- Organización y orden en el lugar de trabajo.

Parte de la filosofía del TPM es la organización y el orden en el lugar de trabajo, en el Japón existe un a filosofía acorde también con el TPM llamada de las 5 S estas son:

Seiri. Organización

Seiton. Orden

Seiso. Limpieza

Seiketsu. Pulcritud

Shitsuke. Disciplina

De ésta filosofía se toma **Seiri** que es **Organización** y que quiere decir seleccionar lo necesario de lo innecesario, seleccionar lo que sirve y lo que no sirve y eliminar lo que no se necesita. Encontrar almacenes alternativos para herramientas partes , equipos, y suministros que se necesitan pero que no son usados con mucha frecuencia y prevenir acuamulación.

Seiton. Orden.- Las cosas necesarias colocarlas en espacios adecuados utilizando límites de altura , tamaño y cantidad, de manera que se auto expliquen, recordando que debe haber un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

6.- Administración Autónoma.

En este paso el equipo de trabajo de la máquina debe participar revisando todas las actividades desarrolladas, aplicar acciones correctivas a los problemas que se hayan tenido, ésta participación de equipo de trabajo, va encaminada a evitar fallas de la máquina, desperdicio, retrabajo, y tiempo utilizado para la Limpieza y Atención Básica.

7.- Desarrollo de Estándares de Limpieza y Atención Básica.

Un Estandar de limpieza y atención básica es un formato en el cual escribimos lo que debemos hacer a la máquina para que no vuelva a estar en las condiciones en que la encontramos, y está compuesto de tres partes que son:

Limpieza

Lubricación

Inspección

Estos estándares contienen todos los datos necesarios para hacer la limpieza y atención básica a la máquina e incluyen el dónde, con qué, cómo, cuándo quién, y el tiempo estimado para hacerlo.

4.- CAPITULO 2 “MANTENIMIENTO PLANEADO”

Investigaciones han demostrado que en promedio un 95% de las actividades en un proceso no agregan valor al producto.



Figura 4.1 Actividades en un proceso

Históricamente los esfuerzos de mejora se han enfocado en las actividades de valor agregado. Para mejorar la competitividad necesitamos enfocarnos en reducir las actividades sin valor agregado.

Dentro de las operaciones y actividades que no agregan valor están:

- El retrabajo
- La inspección
- Sobre producir
- Transportación
- El manejo de los materiales
- Otros
- Tiempos muertos en los equipos por falta de mantenimiento.

Un punto muy importante, es el minimizar las actividades que no agregan valor pero que son necesarias, tal es el caso del mantenimiento.

4.1 Objetivo.

Proveer al personal de mantenimiento de una herramienta sistematizada, capaz de apoyar las actividades de mantenimiento planeado a través de un programa preestablecido

de tareas a efectuar en la maquinaria y/o equipo, con el fin de incrementar su efectividad total.

4.2 Mantenimiento Planeado.

Para alcanzar cero defectos la calidad debe producirse dentro de la máquina, en la estación de trabajo y para asegurar la calidad de nuestros productos debemos asegurar las condiciones de operación de nuestros equipos, pues cada año que pasa nuestro equipo es más viejo, pero a las características que reproduce el mismo se les cierran cada vez sus tolerancias de tal manera que con frecuencia se solicitan ajustes de mayor precisión para evitar desperdicios.

Para asegurar que cada parte de nuestra máquina, herramienta o dispositivo este en condiciones operativas, en lugar de simplemente administrar los resultados debemos controlar las condiciones de equipo que producen los resultados, para ello debemos:

- ◆ Trabajar con base en un plan
- ◆ Entrenamiento continuo
- ◆ Esfuerzo coordinado con otras áreas
- ◆ Habilidad para la estimación del trabajo
- ◆ Operación activa de costos
- ◆ Nivel de servicio mayor a 95%
- ◆ Sistema de mantenimiento integrado al sistema general

Se ha dicho en varias ocasiones que no se puede controlar lo que no se mide, por tal motivo es necesario tener indicadores de mantenimiento, que sean sistemáticos, uniformes, y cuantificables, presentándose de tal manera que se pueda ver la tendencia y evolución.

La planeación de los trabajos de mantenimiento es factor clave en la productividad del personal y en la disponibilidad de los equipos, de tal manera que:

1. Todo trabajo debe ser programado
2. Todo programa debe ser controlado y terminado
3. La acción debe centrarse en las desviaciones del programa.

Tabla 4.1 La meta

Hacer las cosas adecuadas	Hacer las cosas bien	Hacer las cosas mas rápido
Enfocarse al cliente	Enfocarse a la calidad	Competir con el tiempo
Efectividad	Eficiencia	Velocidad

Con el TPM pretendemos cambiar la actitud del personal y con ello lograr un cambio de roles en el departamento de mantenimiento.



Figura 4.2 Roles

El mantenimiento **planeado** lo podemos clasificar en:

- a) Mantenimiento preventivo
- b) Mantenimiento prdictivo
- c) Mantenimiento correctivo planeado
- d) Mantenimiento mayor.

4.3 Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo se define como el conjunto de actividades planeadas y programadas en base a una frecuencia, para prevenir y prolongar la vida útil de un equipo y sus componentes; antes de que se presente la falla. Las actividades que incluye el mantenimiento preventivo se muestran en el figura 4.3.

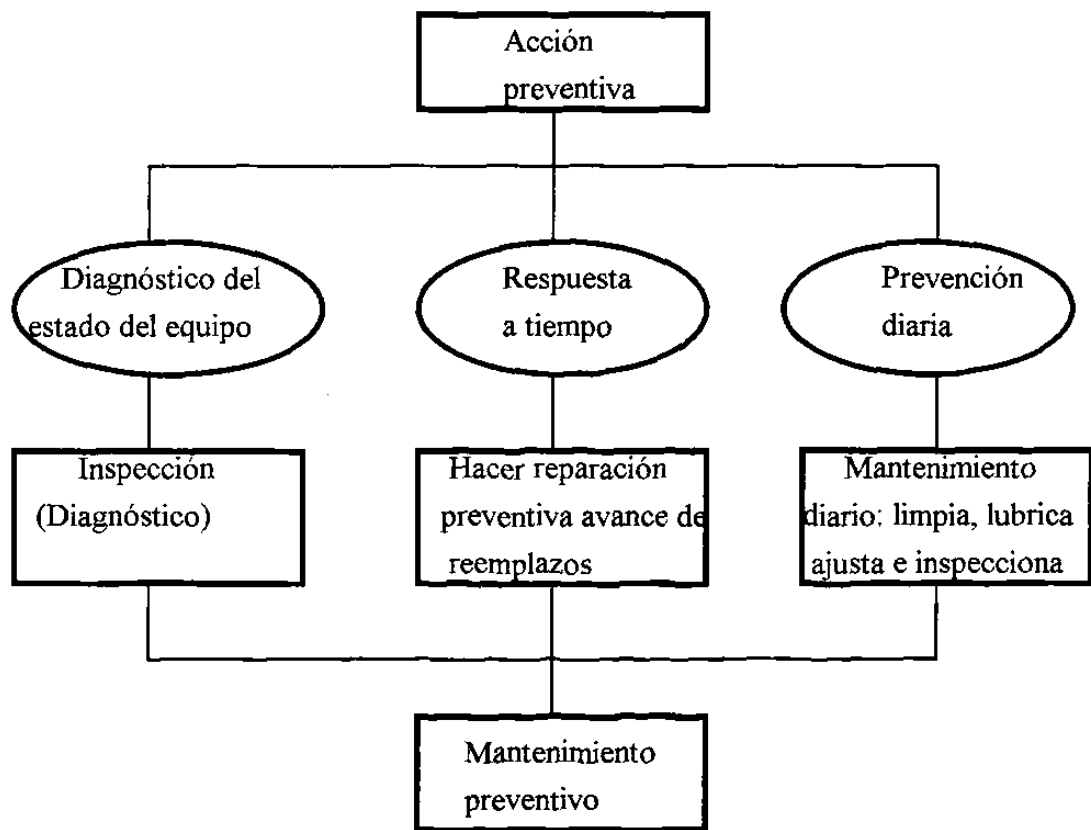


Figura 4.3 Actividades básicas del mantenimiento preventivo

4.4 .Mantenimiento Predictivo.

El mantenimiento Predictivo se define como el conjunto de actividades de monitoreo periódico de la maquinaria y sus componentes; con la finalidad de conocer su estado y poder predecir problemas potenciales o fallas a través de pruebas no destructivas y equipos de diagnóstico de alta tecnología. El mantenimiento Predictivo consiste en hacer Análisis de vibraciones, Análisis de aceite, Análisis de motores eléctricos y Termografía.

Algunos beneficios del mantenimiento Predictivo son:

- No influye en la disponibilidad de la maquinaria
- Predecir fallas futuras que pueden ocasionar paros no programados.
- Mantenimiento preventivo mas confiable.
- Controlar la vida útil de los equipos a través de historiales.

Análisis de vibraciones.- Las vibraciones son impulsos o movimientos de una máquina o parte de ésta hacia atrás o hacia adelante desde su posición de descanso, o una oscilación periódica.

Análisis de aceite.- Técnica de diagnóstico que detecta el nivel de contaminación, indicador del mal funcionamiento de equipo, fugas, filtros dañados y desgaste de elementos.

Análisis de motores eléctricos.- Técnica de diagnóstico que predice de una manera segura los problemas de los motores eléctricos, reduciendo así los tiempos de paro.

Termografía infrarroja.- Técnica que se desarrolla a través de un sistema óptico que convierte la radiación infrarroja (calor) invisible en luz visible.
La Termografía está basada en la premisa de que cualquier objeto que sobrepase su temperatura nominal sufrirá daño.

4.5 Mantenimiento Correctivo Planeado.

Planes de acción para llevar a cabo actividades tendientes a mejorar las condiciones del equipo a través de la corrección planeada del deterioro, las fuentes de información para estos trabajos son :

1. Inspecciones de mantenimiento preventivo.
2. Inspecciones de mantenimiento predictivo.
3. Reporte de desperfectos.
4. Reportes de falla.
5. Actividades para mejorar la calidad y/o productividad.

4.6 Mantenimiento Mayor.

Trabajo que requiere que el equipo se pare por periodos largos, debido a que este tipo de actividades pueden ocasionar grandes pérdidas de producción, son necesarios planes de trabajo bien estimados y de control de avances, para asegurar que la reparación se lleve a cabo eficientemente. Los beneficios del mantenimiento mayor son:

- Incrementar la productividad
- Mejorar la calidad del producto
- Mejorar las condiciones de la maquinaria
- Mejorar la calidad de vida en el trabajo (ergonomía, seguridad, medio ambiente, etc.)

4.7 Módulos del Sistema Integral de Mantenimiento (SIM).

Normalmente de acuerdo al tamaño de la empresa y de los recursos que la misma aporte al TPM es recomendable en cuanto sea posible tener un software que haga mas simples las labores del departamento de mantenimiento. Estén hoy día muchas compañías que ofrecen este tipo de material, sin embargo me referiré exclusivamente al SIM.

Las módulos con que cuenta el SIM son siete y a continuación se enumeran:

1. Planeación y control.
2. Reportes.
3. Catálogos.
4. Tablas.
5. Refacciones.
6. Gráficas.
7. Utilerías.

Módulo de planeación y control.

Es el “cerebro” del sistema (módulo de trabajo) donde se tienen todas aquellas opciones que nos permitan planear y controlar las actividades del área de mantenimiento como son:

- Obtención de Ordenes de Trabajo (OT's) de emergencia y correctivo planeado.
- Generación de OT's de mantenimiento preventivo.
- Reportes de OT's pendientes.
- Programación de OT's
- Impresión de programa diario de mantenimiento.
- Reporte de materiales.
- Avances de OT's.
- Paros programados por línea.
- Paros programados por máquina.
- Demoras de producción.
- Demoras de mantenimiento.
- Fallas de emergencia.

Módulo de reportes.

Nos proporciona diferentes reportes y listados que se pudieran requerir para el análisis de la información tales como:

- Planeación mensual.
- Costo por tipo de mantenimiento.
- Costos desglosados (mano de obra, proveedores externos, materiales).
- Costos por máquina.
- Índices de mantenimiento.
- Kardex histórico por máquina.
- Kardex histórico por área máquina.
- Kardex histórico por máquina rutina.
- Desglose histórico por orden de trabajo.
- Reporte semanal de la efectividad total del equipo.

Módulo catálogos del sistema.

Sirve para definir los catálogos de información de empresa describiendo a detalle:

- Máquinas.
- Equipos.
- Rutinas de mantenimiento.

- Rutinas de mantenimiento con materiales.
- Rutinas de mantenimiento con métodos de trabajo.
- Técnicas de mantenimiento.
- Turnos por supervisor.
- Turnos por técnicos de mantenimiento.
- Proveedores externos.
- Productos.
- Asignación de máquina -producto.
- Captura de la producción diaria.
- Captura de rutinas de limpieza y atención básica.
- Componentes de máquina.

Módulo tablas del sistema.

Sirve para alimentar la información de la empresa tal como:

- Plantas.
- Áreas de mantenimiento.
- Tipos de mantenimiento.
- Especialidades de mantenimiento.
- Supervisores.
- Turnos.
- Grupos de trabajo.
- Tipos de demoras.

Módulo refacciones.

Nos permite visualizar la información de materiales y/o refacciones que existen en el almacén, y sus funciones más relevantes son:

- Grupos de materiales.
- Materiales y refacciones.
- Catálogo de materiales.
- Pronóstico mensual.
- Búsqueda por nombre.

Módulo gráficas.

Permite observar gráficamente información relevante que nos ayuda a la toma de decisiones, entre estas tenemos:

- Demoras de máquinas.

- Pareto de tiempos.
- Pareto de frecuencias.
- Pareto de tiempos por máquina.
- Disponibilidad de mano de obra vs. horas estimadas vs. horas reales de ejecución.
- Demoras máquinas (mantenimiento).
- Pareto de fallas en tiempo (mantenimiento).
- Pareto de fallas en frecuencias (mantenimiento).
- Pareto de fallas por máquina (mantenimiento)

Módulo Utilerías.

Para corregir errores en los archivos del sistema; así como la depuración de información no relevante evitando la saturación de archivos (Server) en el disco duro de la computadora, las funciones con que cuenta son:

- Salir de DOS.
- Respaldo de información.
- Cierre de información.
- Reindexación de archivos.
- Copia de información de rutinas de MP.
- Copia de materiales/rutina.
- Copia de rutinas MP entre equipos completos.
- Usuarios.
- Niveles de acceso.
- Interfaces con almacén.
- Exportar información a Excel.

4.8 Diagrama de Flujo de Mantenimiento.

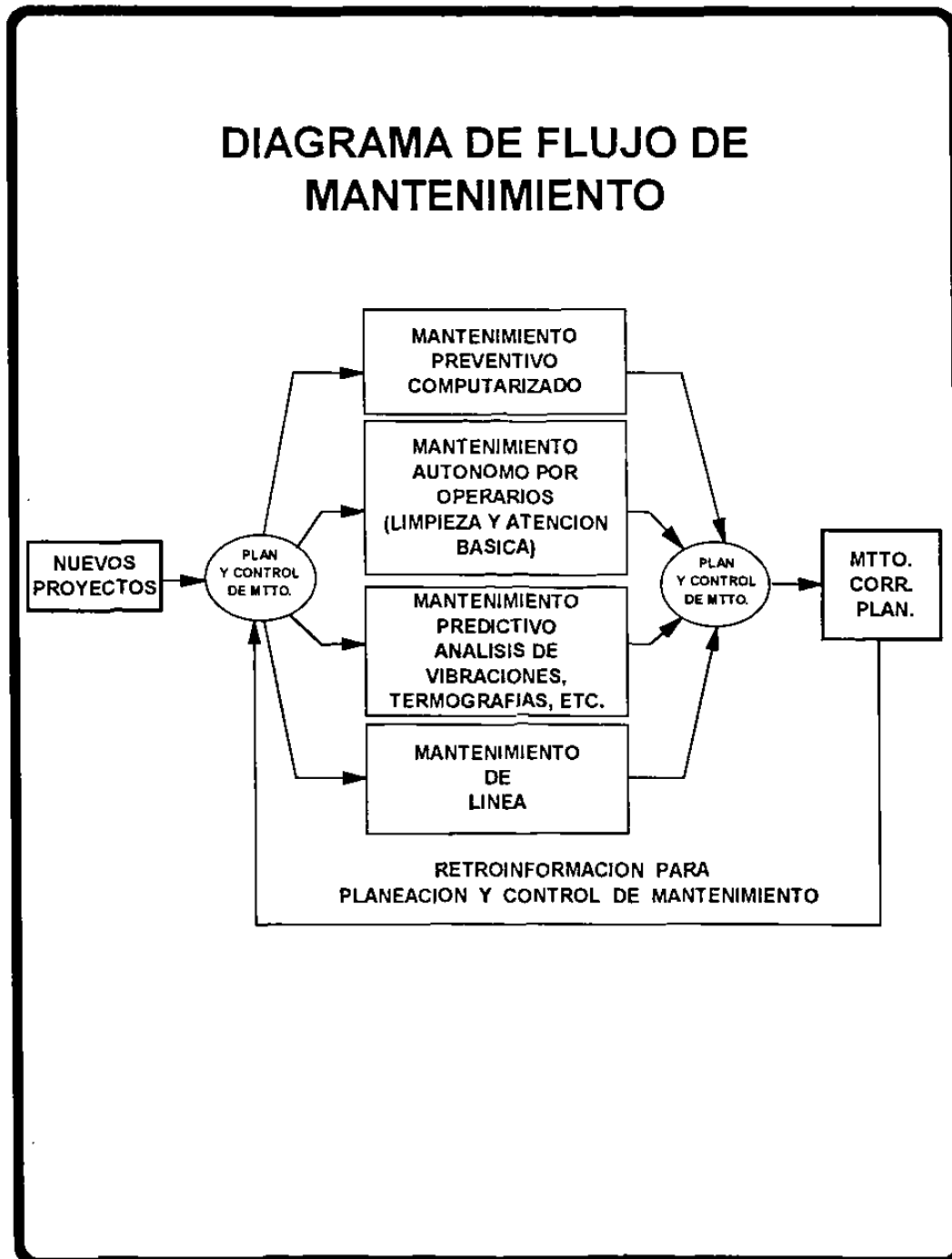


Figura 4.4 Diagrama de flujo de mantenimiento.

4.9 Control de trabajo de Mantenimiento preventivo computarizado

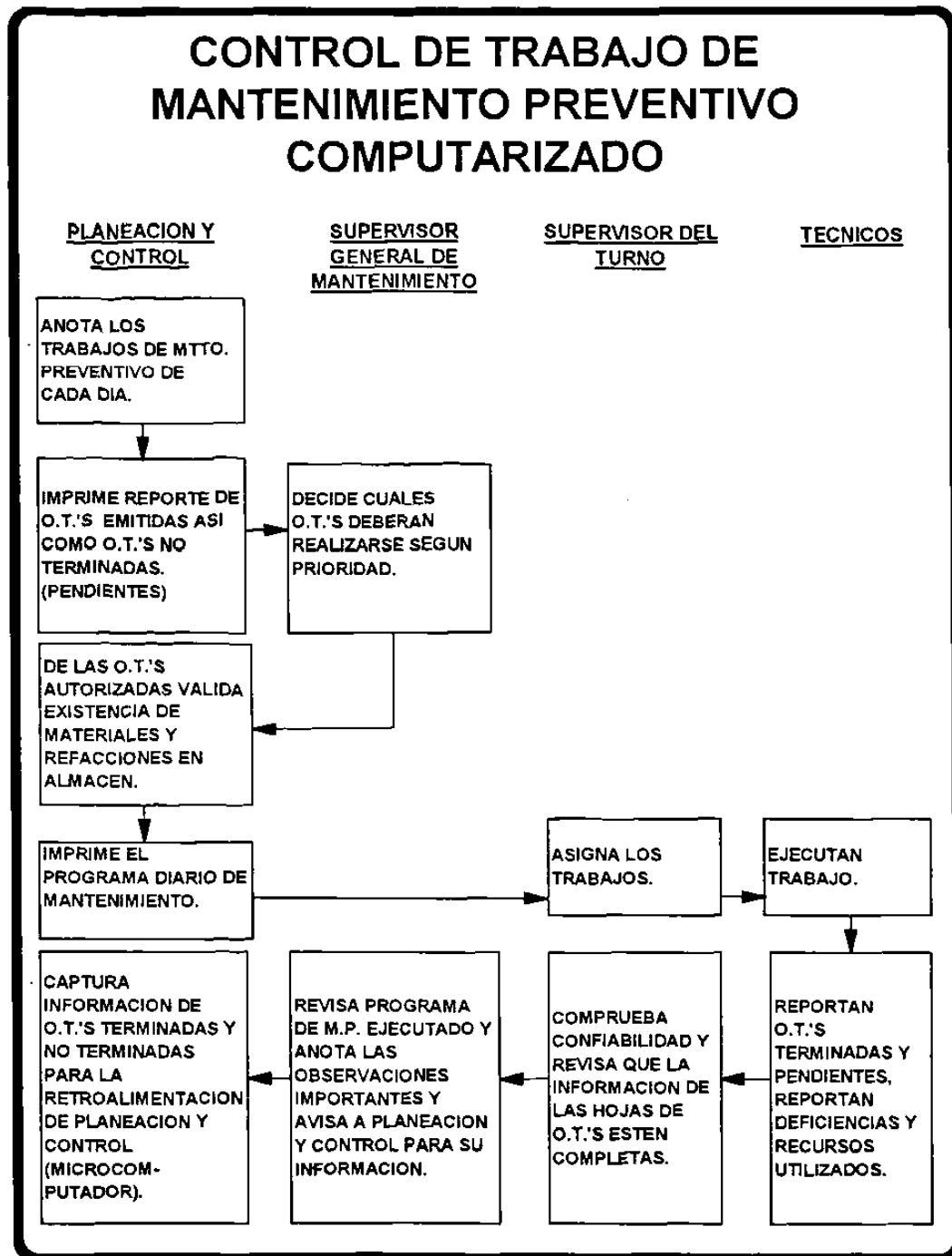


Figura 4.5 Control de trabajo de mantenimiento preventivo computarizado

4.10 Control de trabajo de Mantenimiento predictivo

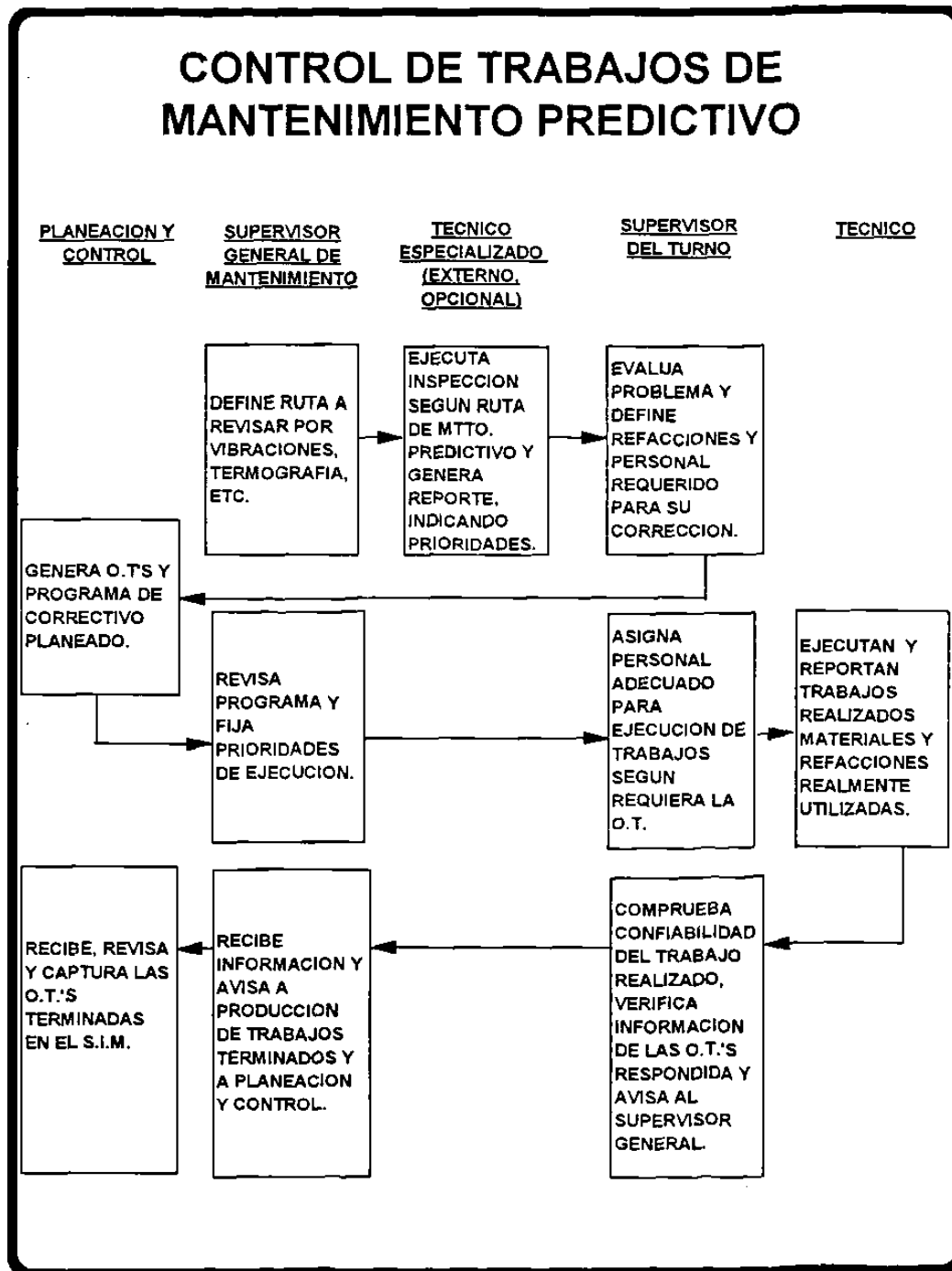


Figura 4.6 Control de trabajos de mantenimiento predictivo

4.11 Control de trabajo de Mantenimiento correctivo planeado

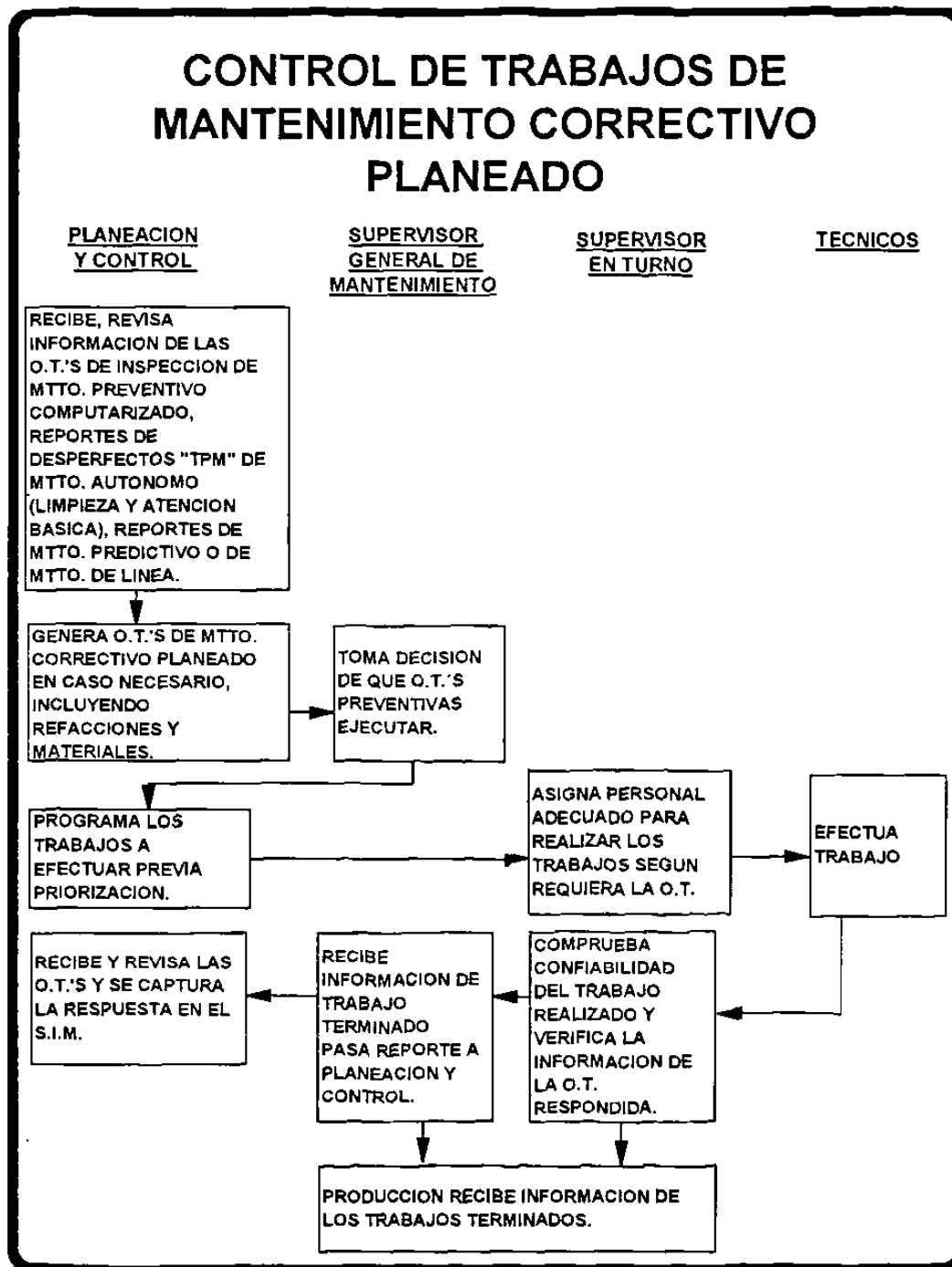


Figura 4.7 Control de trabajos de mantenimiento correctivo planeado

4.12 Control de trabajo de Mantenimiento autónomo por operarios

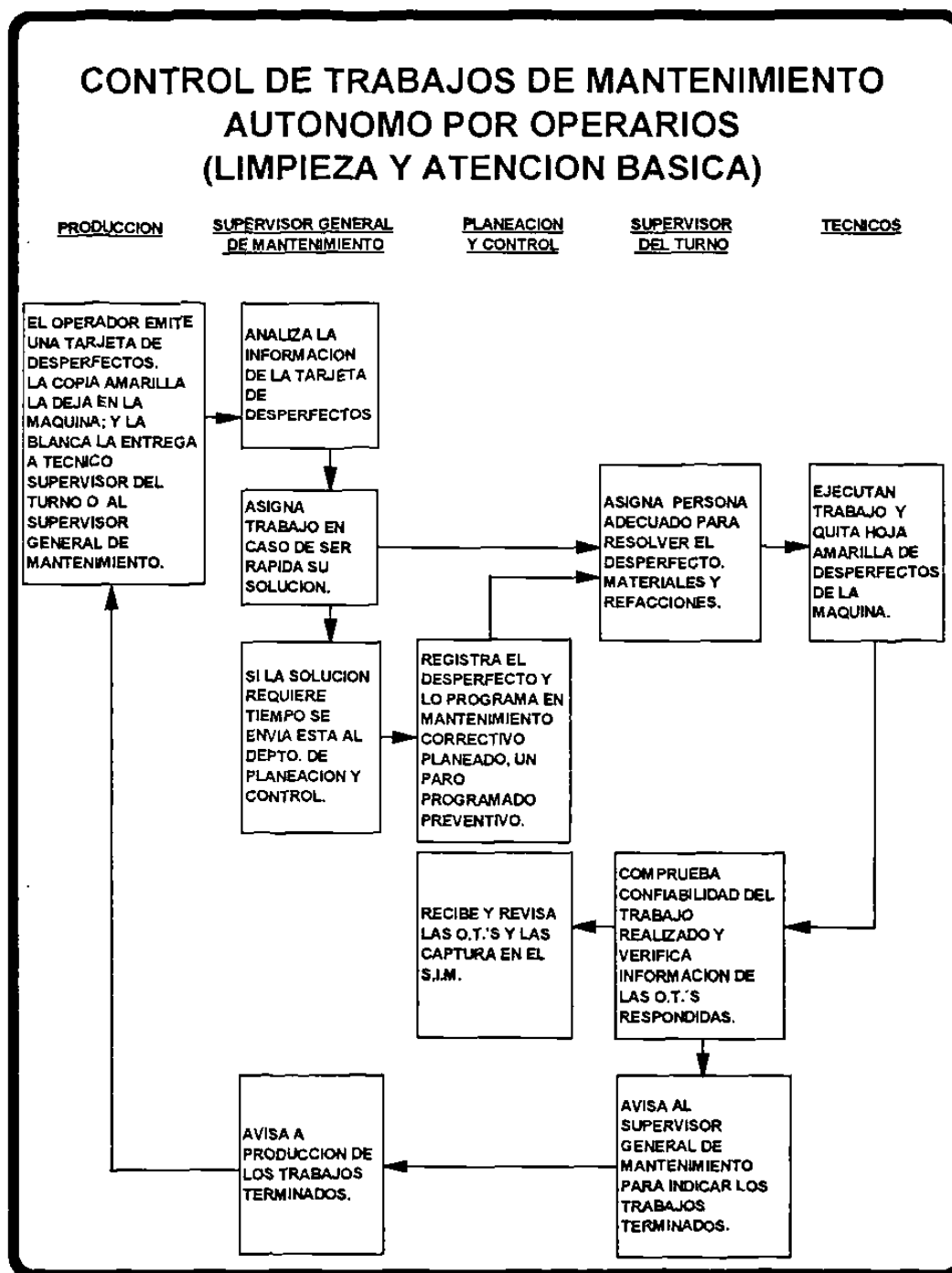


Figura 4.8 Control de trabajos de mantenimiento autónomo por operarios

4.13 Control de trabajo de línea

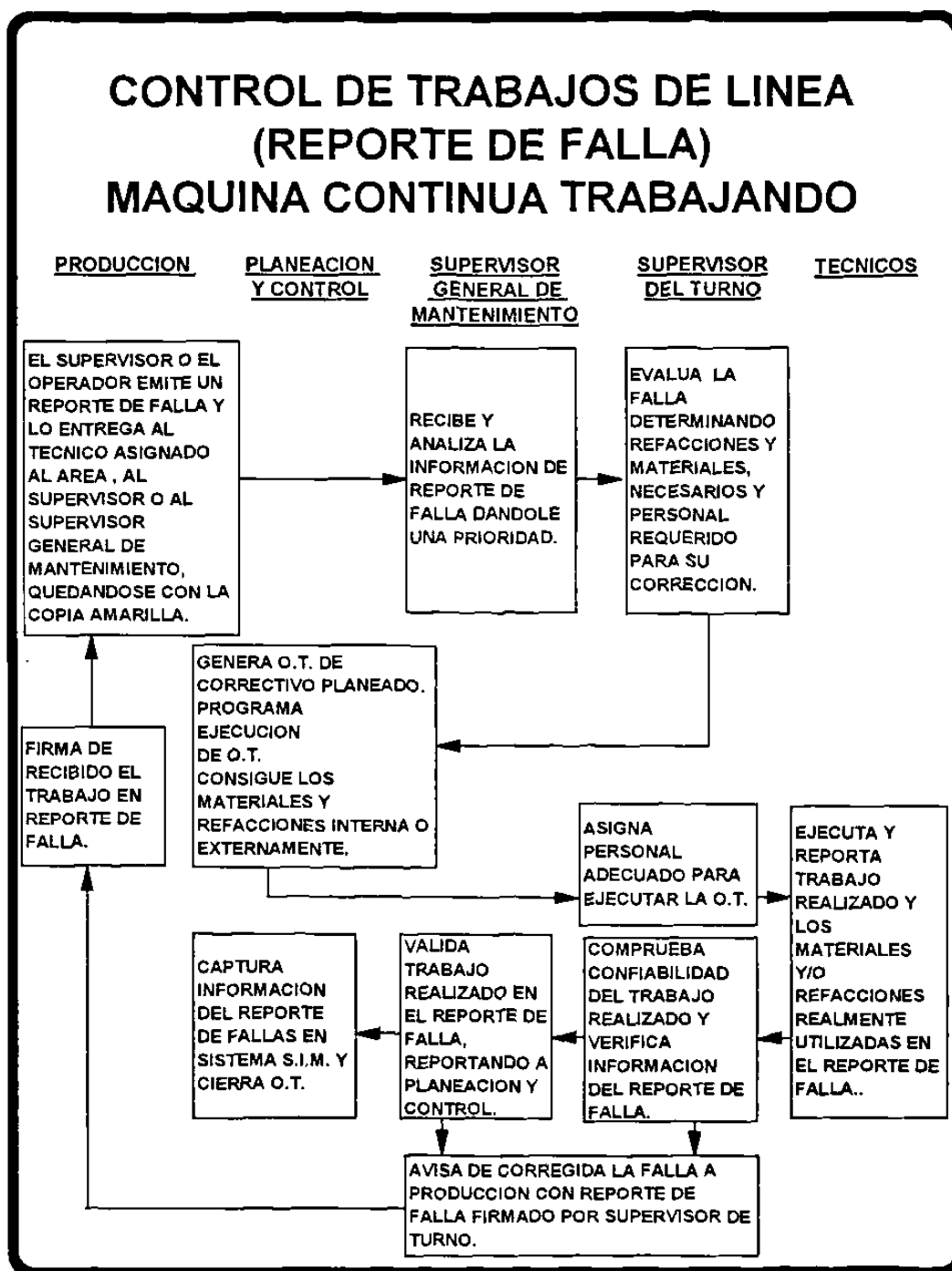


Figura 4.9 Control de trabajos de línea.

4.14 Tarjeta de desperfectos		TPM
DESPERFECTOS		
ETIQUETA DE INSPECCION No.		<input type="text"/>
FECHA DE INSPECCION	DEPTO.	MAQUINA
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DESCRIPCION DEL DESPERFECTO		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
UBICACION DEL DESPERFECTO		REPORTADO POR
<input type="text"/>		<input type="text"/>
ACCION CORRECTIVA		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
HRS. MAQUINA		HRS. HOMBRE
<input type="text"/>		<input type="text"/>
FECHA DE CORRECCION	CORREGIDA POR	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Figura 4.10 Tarjeta de desperfectos

4.15 Orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO		TPM
MANTENIMIENTO _____		FOLIO _____
FECHA _____	TURNO _____	SUPERVISOR _____
AREA/LINEA _____	MAQUINA _____	FRECUENCIA _____
FUENTE DE INFORMACION _____	EQUIPO _____	PRIORIDAD _____

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	
NOMBRE _____	
DESCRIPCION _____	

TIEMPO DE LA ACTIVIDAD			
ESTIMADO	REAL	TIEMPO EXTRA	HORA DE INICIO

PARTICIPANTES			
NOMBRE	N° DE SOCIO	CATEGORIA	FIRMA

OBSERVACIONES _____

REFACCIONES UTILIZADAS			
UNIDADES	N° DE ARTICULO	REQUERIDOS	DESCRIPCION

Figura 4.11 Orden de trabajo

4.16 Reporte de falla

REPORTE DE FALLA

FOLIO
Nº 8953

FECHA: _____ <small>dd/mm/aa</small>	TURNO: _____	AREA/LINEA: _____	EQUIPO: _____
SISTEMA		TIPO DE FALLA	
<input type="checkbox"/> CARGA <input type="checkbox"/> BOMBEO <input type="checkbox"/> EXTRACCION <input type="checkbox"/> CORTE Y PONCHADO <input type="checkbox"/> TRANSPORTACION <input type="checkbox"/> SELLADO <input type="checkbox"/> GASEO <input type="checkbox"/> GIRO <input type="checkbox"/> OTROS (ESPECIFIQUE): _____ _____ _____	<input type="checkbox"/> COMBUSTION <input type="checkbox"/> FRENADO <input type="checkbox"/> IMPACTADO <input type="checkbox"/> ALMACENAMIENTO <input type="checkbox"/> ENFRIAMIENTO <input type="checkbox"/> CALEFACCION <input type="checkbox"/> FILTRACION <input type="checkbox"/> ESCAPE	<input type="checkbox"/> MECANICA <input type="checkbox"/> ELECTRICA <input type="checkbox"/> ELECTRONICA <input type="checkbox"/> HIDRAULICA <input type="checkbox"/> LUBRICACION <input type="checkbox"/> NEUMATICA <input type="checkbox"/> OPERACION <input type="checkbox"/> OTROS (ESPECIFIQUE): _____ _____ _____	
HORA INICIO DE FALLA: _____		HORA TERMINACION: _____	
TIEMPO PARO LINEA AFECTANDO PROD. _____		TIEMPO TOTAL: _____	
1.- DEFINA CLARAMENTE EL PROBLEMA (EXPLIQUE QUE SUCEDIO. ¿QUE HACIA O QUE NO HACIA EL EQUIPO?): 1.1 ¿PORQUE? _____ 1.2 ¿PORQUE? _____ 1.3 ¿PORQUE? _____ 1.4 ¿PORQUE? _____ 1.5 ¿PORQUE? _____ 2.- ¿CUAL FUE LA CORRECCION AL PROBLEMA? (¿QUE AJUSTE O REPARACION O TRABAJO SE DESARROLLO PARA SEGUIR CORRIENDO EL EQUIPO? _____ _____ 3.- ¿CUAL FUE LA CAUSA RAIZ DEL PROBLEMA? (¿QUE ELEMENTOS ESTABAN CAUSANDO EL PROBLEMA? GENERALMENTE LA CAUSA RAIZ SERA LA RESPUESTA 1.5 ¿PORQUE? _____ _____ 4.- SI EL PROBLEMA NO SE CORRIGIO DE RAIZ ¿TIENES ALGUNA SUGERENCIA PARA HACERLO? ¿HAY ALGUNA MANERA DE EVITAR COMPLETAMENTE LA RECURRENCIA DEL PROBLEMA? (PONER DISPOSITIVO CAMBIO DE DISEÑO, REPARACION MAYOR, ETC.): _____ _____ 5.- SUGIERE UNA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CORRECTIVO PLANEADO, PREDICTIVO QUE AYUDE A PREVENIR ESTE PROBLEMA?. ANOTA SU PRIORIDAD _____ _____			
NOTAS: SI NO COMPLETA DE ESPACIO. USE EL REVERSO SI ES NECESARIO PARA CUALQUIER PUNTO CULQUIER PARO DE MAQUINA POR MINIMO QUE SEA GENERARA REPORTE DE FALLA.			
PERSONAS QUE REALIZARON LA REPARACION:			¿QUIÉN RECIBIO EL TRABAJO? (NOMBRE Y FIRMA) Vo. Bo. DEL SUPERVISOR DE MTTQ. (NOMBRE Y FIRMA)
NOMBRE	SOCIO No.	FIRMA	

NOTA: ESTE REPORTE SIN FIRMAS CARECE DE VALIDEZ

24127705

TPM-09

Figura 4.12 Reporte de falla

5.- CAPITULO 3 “EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO” (ETE)

Investigaciones han demostrado que en promedio un 95% de las actividades en un proceso no agregan valor al producto, y aunque el mantenimiento no agrega valor al producto, es determinante que la maquinaria y equipo estén disponibles y en condiciones operativas todo el tiempo. Un parámetro para medir esta disponibilidad lo llamamos ETE que es la “EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO”, mucho se habla de que las empresas de clase mundial tienen esto, o aquello, pues en el caso de empresas con sistema TPM se dice que una empresa es de clase mundial si el ETE es de al menos 85%.

La efectividad total del equipo es una medida del valor agregado a la producción a través del equipo, esto es la diferencia entre los ingresos de venta y el costo de los recursos (mano de obra y materiales) empleados para fabricar el producto. El valor agregado a un producto por el equipo se reduce considerablemente por los despilfarros y las seis grandes pérdidas relacionadas con el equipo. Aumenta cuando sube la disponibilidad y productividad y cuando bajan los defectos en proceso y los retrabajos.

El TPM maximiza la eficacia del equipo a través de dos tipos de actividades:

- Cuantitativas: Aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un período dado de tiempo operativo.
- Cualitativa: Reduciendo el número de productos defectuosos estabilizando y mejorando la calidad.

5.1 Objetivo.

Aumentar la confiabilidad (fortalecer; reducir la carga; aumentar la precisión), mejorar el mantenimiento del equipo, corregir las debilidades de diseño del equipo e Incrementar la efectividad total del equipo.

5.2 Por qué mejorar el ETE?

1. Porque día a día hay mas competencia directa.
2. Porque la competencia potencial aumenta.
3. Porque los clientes quieren: Calidad, Bajo costo, Entregas a tiempo.
4. Porque las sanciones por no entregar a tiempo son muy elevadas.

5. Porque la compañía pierde imagen ante el cliente cuando el producto no es confiable.
6. Porque hoy día los sistemas de producción deben responder a las necesidades y expectativas del cliente.
7. Porque el lanzamiento de nuevos productos en tiempos reducidos le da a la empresa una ventaja competitiva.

Para mejorar y que realmente se dé un cambio se necesita:

- Liderazgo
- Consistencia
- Compromiso
- Disciplina
- Metodología
- Confianza
- Trabajo en equipo
- Respeto.

5.3 Cambio de prioridades.

Antes	Ahora
Yo	El equipo de trabajo
Satisfacer al jefe	Satisfacer al cliente
Me dedico a lo urgente	Me dedico a lo importante
Administro lo existente	Administro el cambio
Avance esporádico	Avance continuo
Ordeno y me ordenan	Sugiero y me sugieren
Yo controlo todo	Yo delego
Mi opinión	Los datos
Estas son mis funciones	Estos son mis servicios
Evaluación Jefe-subordinado	Retroalimentación de compañeros
Miedo a fallar	Búsqueda de lo nuevo sin temor
Tomo decisiones aisladas	Compruebo y coordino decisiones
Yo resuelvo todo	El equipo está facultado
Cada quien hace lo suyo	Ayudo y me ayudan

Tabla 5.1 Cambio de prioridades

5.4 El efecto de las seis grandes pérdidas.

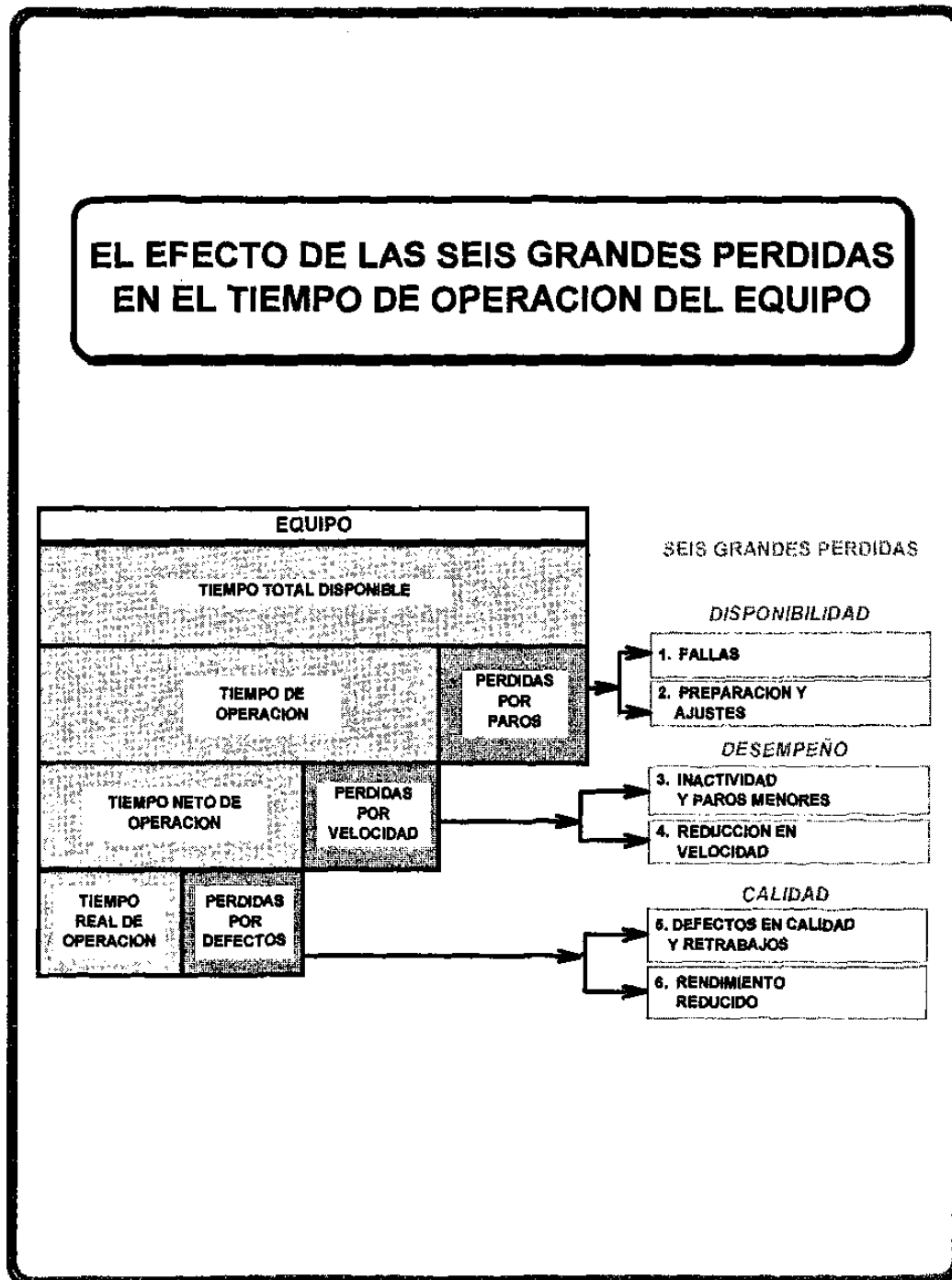


Figura 5.1 El efecto de las seis grandes pérdidas

1.- PERDIDAS POR FALLAS

TIPOS DE PERDIDAS:

- A) TIEMPO.- REDUCE LA PRODUCTIVIDAD
- B) CANTIDAD.- CAUSADA POR PRODUCTOS DEFECTUOSOS

CLASIFICACION DE LAS AVERIAS:

- A) ESPORADICAS.- OBVIAS Y FACILES DE CORREGIR
- B) CRONICAS.- IGNORADAS DESPUES DE REPETIDOS INTENTOS FALLIDOS DE REMEDIARLAS

OBJETIVO: CERO AVERIAS

PERDIDAS POR FALLAS

(CONTINUACION)

5 REQUERIMIENTOS PARA LOGRAR CERO AVERIAS

- 1.- MANTENER LAS CONDICIONES BASICAS DEL EQUIPO (LIMPIEZA, LUBRICACION, APRETADO DE TORNILLOS).
- 2.- APEGARSE A LAS CONDICIONES OPERATIVAS.
- 3.- RESTAURAR EL DETERIORO.
- 4.- CORREGIR LAS DEBILIDADES DE DISEÑO.
- 5.- MEJORAR LAS DESTREZAS OPERATIVAS Y DE MANTENIMIENTO.

COMBINACION DE CAUSAS DE AVERIAS

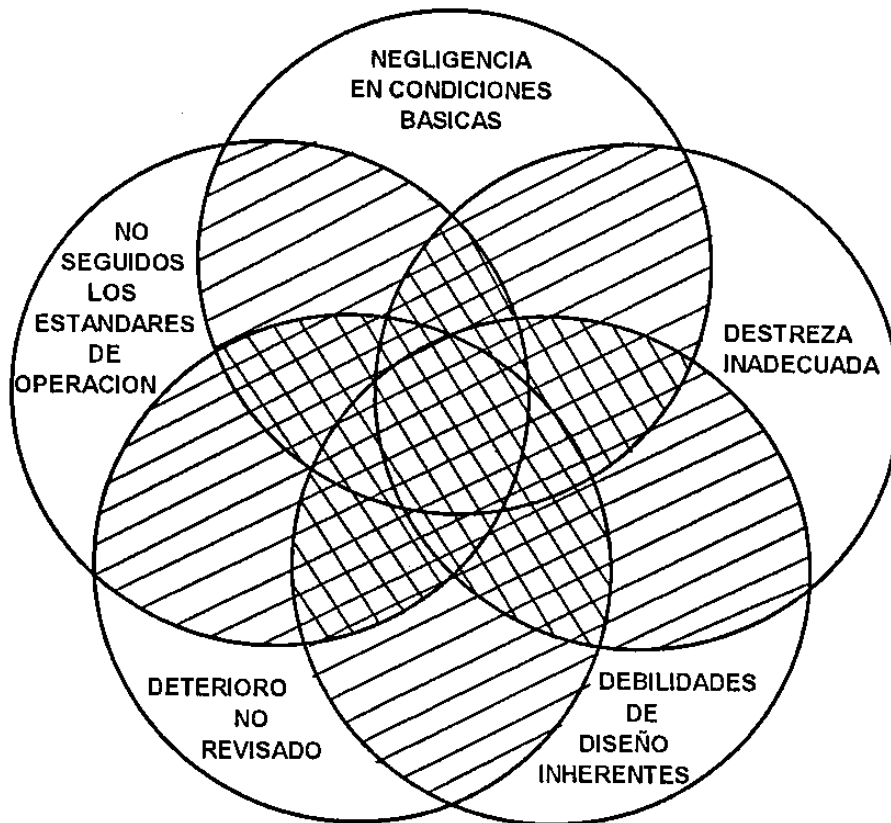


Figura 5.2 Combinación de causas de averías

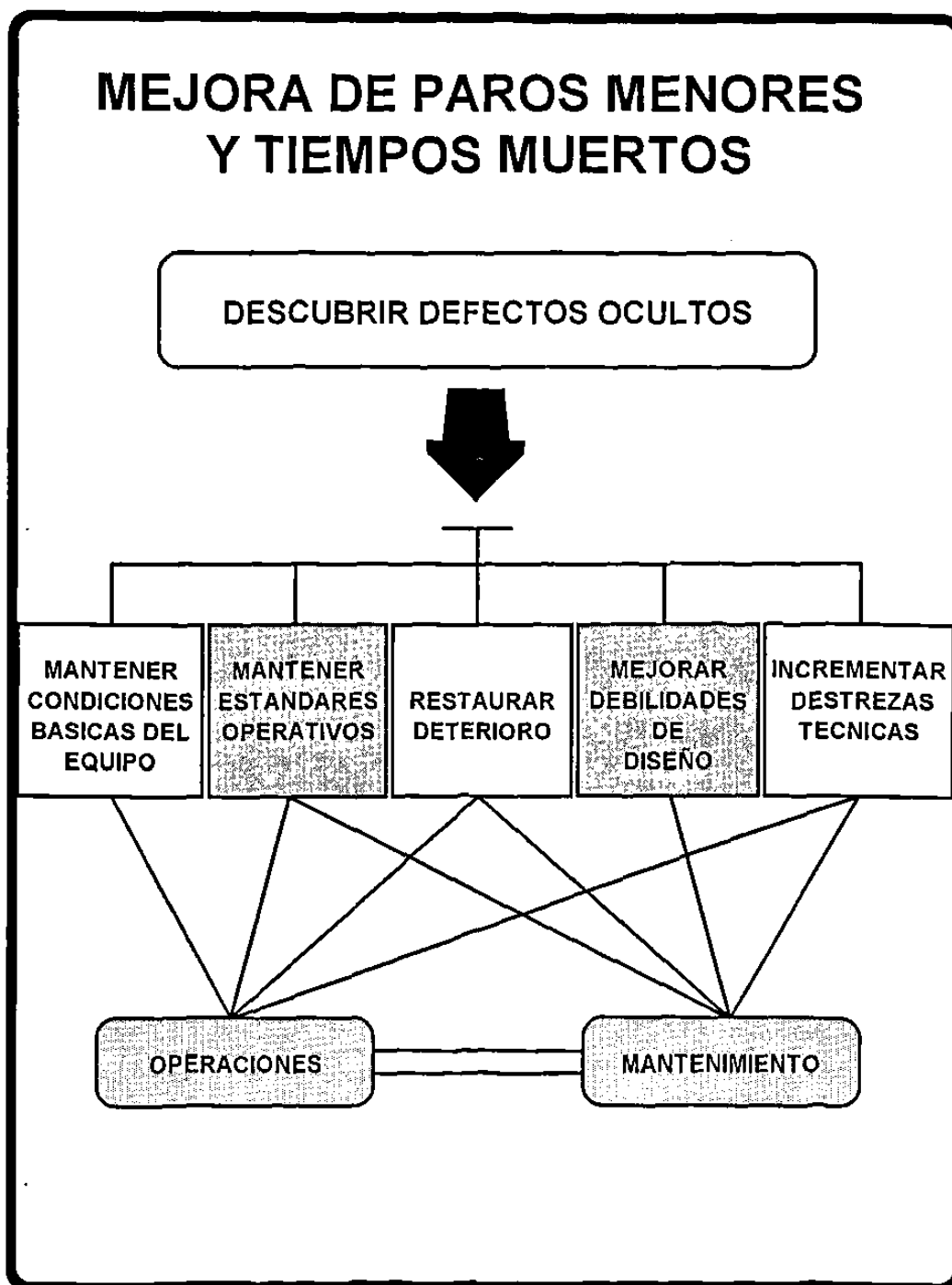


Figura 5.3 Mejora de paros menores y tiempos muertos

CERO FALLAS

PROGRAMA DE IMPLANTACION EN 4 FASES

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
ESTABILIZAR TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS (MTBF)	ALARGAR VIDA EQUIPO	PERIODICAMENTE RESTAURAR DETERIORO	PREDECIR PROBLEMAS EQUIPO
RESTAURAR DETERIORO NO REVISADO -TRATAR DEFECTOS VISIBLES EVITAR ACELERACION DEL DETERIORO -ESTABLECER CONDICIONES BASICAS DE EQUIPO	CORREGIR DEBILIDADES DE DISEÑO -CORREGIR DEBILIDADES EN RESISTENCIA Y PRECISION -SELECCIONAR PIEZAS CONFOR- MABLES A CONDICIONES DE OPERACION -CORREGIR DEBILIDADES PARA EVITAR SOBRÉCARGAS ELIMINAR AVERIAS ESPORADICAS -MEJORAR DESTREZA DE OPERACION Y MTTD. -EVITAR MALA OPERACION -EVITAR ERRORES REPARADOS RESTAURAR APARIENCIA EXTERNA DEL EQUIPO	RESTAURAR DETERIORO A INTERVALOS REGULARES -ESTIMAR VIDA UTIL DEL EQUIPO -FIJAR ESTAN- DARES PARA INSPECCION PERIODICA Y DE PRUEBA -FIJAR ESTANDARES PARA REEMPLAZO PERIODICO DE PIEZAS -MEJORAR MANTENIBILIDAD USAR LOS SENTIDOS PARA DETECTAR DETERIORO INTERNO -IDENTIFICAR DETERIORO QUE PRESENTA SEÑA- LES DE ALARMA -IDENTIFICAR TIPOS DE SEÑALES DE ALARMA -APRENDER A DETECTAR SEÑALES DE ALARMA	PREDECIR PROBLEMAS DEL EQUIPO USANDO TECNICAS DE DIAGNOSTICO -CLARIFICAR Y ADHERIRSE A ESTANDARES OPERACIONALES REALIZAR ANALISIS TECNICO DE FALLOS CATASTROFICOS -ANALIZAR ROTURAS SUPERFICIALES -ANALIZAR FATIGA DEL MATERIAL -ANALIZAR DESGASTES DEL MATERIAL -ANALIZAR DESGASTE DE ENGRANAJES, ETC. -TOMAR MEDIDAS PARA AMPLIAR VIDA DEL EQUIPO -RESTAURAR PERIODICAMENTE CON BASES EN VIDA PREVISTA

Tabla 5.2 Cero fallas Programa de implantación en cuatro fases

1020128430

2.- PERDIDAS DE PREPARACION Y AJUSTES

EL TIEMPO MUERTO DE LA PREPARACION Y AJUSTE COMIENZA CUANDO LA FABRICACION DE UN PRODUCTO SE HA CONCLUIDO Y FINALIZA CUANDO SE CONSIGUE LA CALIDAD ESTANDAR EN LA FABRICACION DE PRODUCTO SIGUIENTE.

TIPOS DE PREPARACION

- A) INTERNA.- OPERACIONES QUE DEBEN LLEVARSE A CABO MIENTRAS LA MAQUINA ESTA PARADA.
- B) EXTERNA.- OPERACIONES QUE PUEDEN REALIZARSE MIENTRAS LA MAQUINA ESTA TODAVIA EN FUNCIONAMIENTO.

MEJORA DE LA PREPARACION DE MAQUINAS Y AJUSTES

**LOS AJUSTES ABSORBEN EL 50% DEL TIEMPO
DE PREPARACION.**

*** REQUISITOS PARA LOGRAR UNA EXITOSA
PREPARACION EXTERNA**

- *** NO BUSQUEDA**
- *** NO MOVIMIENTOS**
- *** NO DESHECHOS**

*** REQUISITOS PARA LOGRAR UNA EXITOSA
PREPARACION INTERNA**

- *** ELIMINAR PROCEDIMIENTOS REDUNDANTES**
- *** INCULCAR OPERACIONES BASICAS**
- *** SIMPLIFICAR TRABAJO**
- *** SIMPLIFICAR ENSAMBLE**
- *** OPERACIONES PARALELAS**

*** REQUISITOS PARA LOGRAR UN EXITOSO
AJUSTE**

- *** ESTANDARIZAR PROCEDIMIENTOS DE
AJUSTE**
- *** SEPARAR AJUSTES INTERDEPENDIENTES**
- *** OPTIMIZAR CONDICIONES**

3.- PERDIDAS POR INACTIVIDAD Y PAROS MENORES

UN PARO MENOR SURGE CUANDO LA PRODUCCION SE INTERRUMPE POR UN MAL FUNCIONAMIENTO TEMPORAL O CUANDO LA MAQUINA ESTA INACTIVA.

FACTOR CLAVE PARA LA PRODUCCION AUTOMATICA.- REDUCCION A CERO DE LOS PAROS MENORES

***** CARACTERISTICAS:**

- A) FACILES DE RESTABLECER
- B) LAS CONDICIONES DE LAS INCIDENCIAS VARIAN CONSIDERABLEMENTE
- C) LA LOCALIZACION CAMBIA CONSTANTEMENTE
- D) EL ALCANCE DE LA PERDIDA NO ESTA CLARA

***** PROBLEMAS COMUNES:**

- A) LOS PAROS PASAN DESAPERCIBIDOS
- B) LAS ACCIONES DE REMEDIO SON INADECUADAS
- C) LOS FENOMENOS NO SE OBSERVAN CON SUFICIENTE DETENIMIENTO

**PERDIDAS POR INACTIVIDAD
Y PAROS MENORES**
(CONTINUACION 1)

ESTRATEGIAS:

- 1.- ASEGURAR QUE SE MANTENGAN LAS
CONDICIONES BASICAS DEL EQUIPO
- 2.- REVISAR LAS OPERACIONES BASICAS
- 3.- REALIZAR UN ANALISIS FISICO DE LOS
FENOMENOS
- 4.- ADOPTAR UN ENFOQUE ANALITICO
- 5.- DETERMINAR LAS CONDICIONES
OPTIMAS
- 6.- ELIMINAR LAS DEBILIDADES DE
DISEÑO

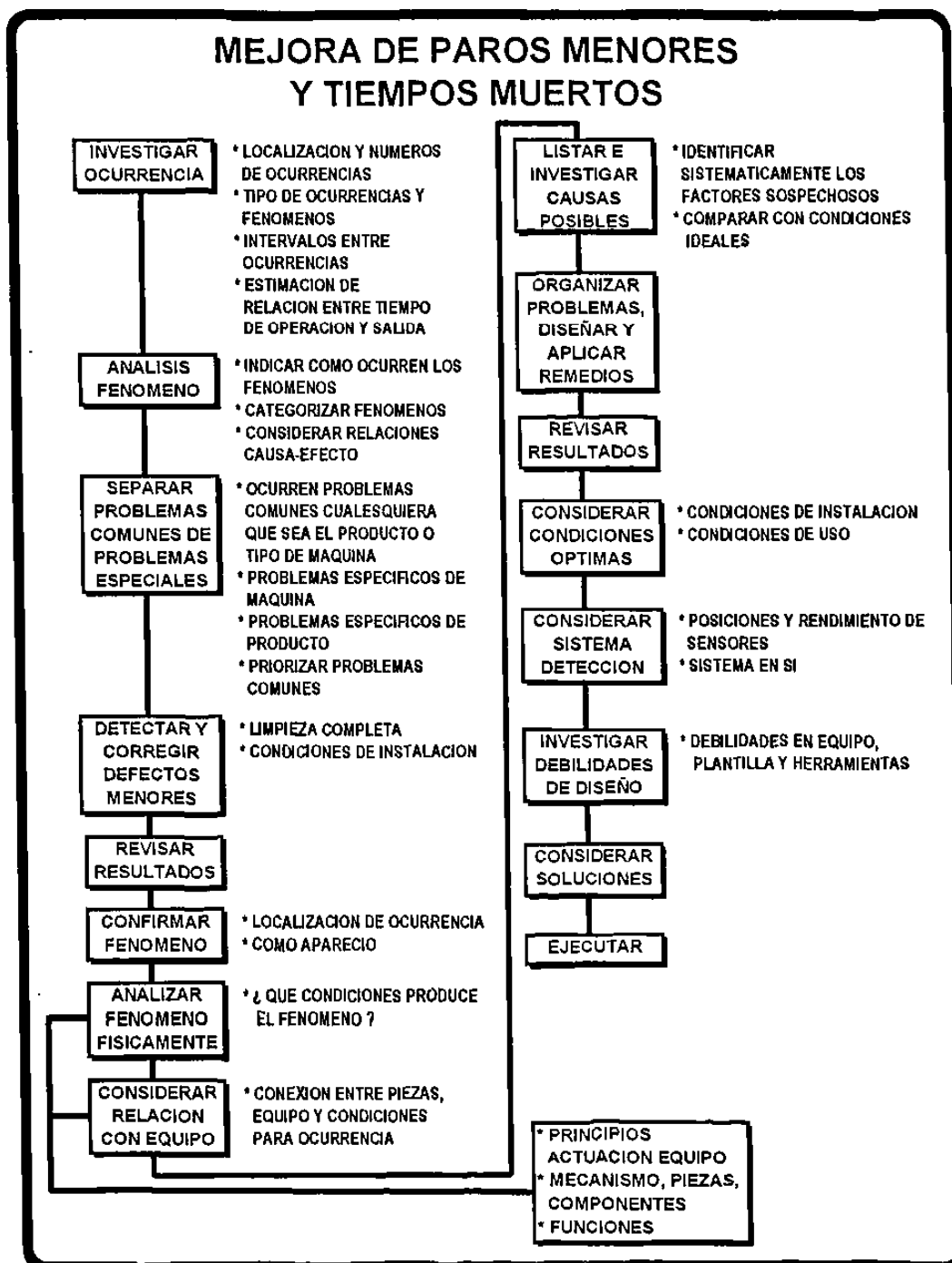


Figura 5.4 Secuencia de paros menores y tiempos muertos

4.- PERDIDAS POR REDUCCION DE VELOCIDAD

PRODUCCION QUE SE HA PERDIDO POR CAUSA DE LA DIFERENCIA D VELOCIDAD DE DISEÑO Y LA VELOCIDAD REAL.

META:

ELIMINAR EL DIFERENCIAL ENTRE LA VELOCIDAD DE DISEÑO Y VELOCIDAD REAL (VELOCIDAD ESTANDAR PARA CADA PRODUCTO).

PERDIDAS POR REDUCCION DE VELOCIDAD

(CONTINUACION 1)

**PASOS PARA REDUCIR LAS PERDIDAS
POR VELOCIDAD.-**

- 1.- LOGRAR LA VELOCIDAD
ESTANDAR PARA CADA
PRODUCTO**
- 2.- INCREMENTAR LA VELOCIDAD
ESTANDAR PARA CADA
PRODUCTO**
- 3.- LOGRAR LA VELOCIDAD DE
DISEÑO**
- 4.- SOBREPASAR LA VELOCIDAD
DE DISEÑO**

PERDIDAS POR REDUCCION DE VELOCIDAD

(CONTINUACION 2)

PROBLEMAS COMUNES:

- A) ESPECIFICACIONES VAGAS DE LOS EQUIPOS**
- B) NO LLEGAR A LAS VELOCIDADES ESPECIFICADAS**
- C) INVESTIGACION INADECUADA DE LOS PROBLEMAS EXPUESTOS A TRAVES DE LOS AUMENTOS DE VELOCIDAD**

ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR LA VELOCIDAD	
DETERMINAR NIVELES ACTUALES	<ul style="list-style-type: none"> * VELOCIDAD * PROCESOS CUELLO DE BOTELLA * TIEMPO PERDIDO/FRECUENCIA DE AVERIAS * CONDICIONES QUE PRODUCEN DEFECTOS
REVISAR DIFERENCIA ENTRE ESPECIFICACION Y CONDICION ACTUAL	<ul style="list-style-type: none"> * ¿ CUALES SON LAS ESPECIFICACIONES ? * DIFERENCIA ENTRE VELOCIDAD ESTANDAR Y VELOCIDAD ACTUAL * DIFERENCIA DE VELOCIDAD EN DIFERENTES PRODUCTOS
INVESTIGAR PROBLEMAS PASADOS	<ul style="list-style-type: none"> * ¿ SE HA AUMENTADO SIEMPRE LA VELOCIDAD ? * TIPOS DE PROBLEMAS * MEDIDAS TOMADAS PARA TRATAR CON PROBLEMAS PASADOS * TENDENCIAS EN TASAS DE DEFECTOS * TENDENCIAS DE VELOCIDAD SOBRE EL TIEMPO
INVESTIGAR TEORIAS Y PRINCIPIOS DE PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> * PROBLEMAS RELACIONADOS CON TEORIAS Y PRINCIPIOS DE PROCESO * CONDICIONES DE MAQUINA * CONDICIONES DE PROCESO * VALORES TEORICOS
INVESTIGAR MECANISMO	<ul style="list-style-type: none"> * MECANISMOS * TASA DE SALIDA Y RELACION DE CARGA * INVESTIGAR FATIGA * INVESTIGAR PIEZAS UNA A UNA * INVESTIGAR ESPECIFICACION DE CADA PIEZA
INVESTIGAR SITUACION PRESENTE	<ul style="list-style-type: none"> * TIEMPO DE PROCESO POR OPERACION (DIAGRAMA DE CICLO) * TIEMPOS PERDIDOS (TIEMPOS EN VACIO) * VALOR CONTROL DE PROCESO DE LAS CARACTERISTICAS DE CALIDAD * REVISAR PRECISION DE CADA PIEZA * REVISAR USANDO LOS CINCO SENTIDOS

Tabla 5.3 Estrategias para incrementar la velocidad

ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR LA VELOCIDAD	
LISTAR PROBLEMAS	<ul style="list-style-type: none"> * LISTAR PROBLEMAS E IDENTIFICAR CONDICIONES QUE EXISTEN * COMPARAR CON CONDICIONES OPTIMAS * PROBLEMAS CON MECANISMO * PROBLEMAS CON PRECISION * PROBLEMAS CON TEORIA Y PRINCIPIOS DE PROCESO
LISTA DE PROBLEMAS PREDECIBLES	<ul style="list-style-type: none"> * MECANISMO * DE CALIDAD
TOMAR ACCIONES DE REMEDIO CONTRA PROBLEMAS PREDECIBLES	<ul style="list-style-type: none"> * COMPARAR PROBLEMAS PREDECIBLES CON CONDICIONES PRESENTES * TOMAR ACCION CONTRA PROBLEMAS PREDECIBLES
CORREGIR PROBLEMAS	
REALIZAR OPERACIONES DE PRUEBA	
CONFIRMAR FENOMENOS	<ul style="list-style-type: none"> * MECANICOS * CALIDAD * CAMBIOS EN VALORES
REVISAR LOS ANALISIS DEL FENOMENO Y LAS RELACIONES CAUSA-EFECTO Y TOMAR ACCIONES DE REMEDIO	<ul style="list-style-type: none"> * ANALISIS FISICO DEL FENOMENO * CONDICIONES QUE PRODUCEN EL FENOMENO * CAUSAS RELACIONADAS
REALIZAR OPERACIONES DE PRUEBA	

Tabla 5.4 Estrategias para incrementar la velocidad (continuación)

5.- PERDIDAS POR DEFECTOS EN CALIDAD Y RETRABAJO

PERDIDAS CAUSADAS POR EL MAL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE PRODUCCION. LAS CONDICIONES CAUSANTES DEL DEFECTO DEBEN IDENTIFICARSE Y EVALUARSE LOS LIMITES DE CONTROL. LA ELIMINACION COMPLETA DE DEFECTOS ES SIEMPRE LA META PRINCIPAL. LOGRANDOLO A TRAVES DE UNA INVESTIGACION CUIDADOSA Y ACCIONES INNOVADORAS PARA REMEDIARLOS.



Figura 5.5 Pérdidas por defectos en calidad y repetición de trabajos

6.- PERDIDAS POR RENDIMIENTO REDUCIDO

PERDIDAS DE RENDIMIENTO QUE SE OCACIONAN DURANTE LAS FASE INICIALES DE PRODUCCION, DESDE LA PUESTA EN MARCHA DE LA MAQUINA HASTA SU ESTABILIZACION.

ESTE TIPO DE PERDIDAS ESTAN LATENTES, Y LA POSIBILIDAD DE ELIMINARLAS ES A MENUDO OBSTACULIZADA POR FALTA DE SENTIDO CRITICO QUE LAS ACEPTA COMO INEVITABLES.

PERDIDAS POR RENDIMIENTO REDUCIDO

METAS DE MEJORA DE PERDIDAS CRONICAS

TIPO DE PERDIDAS	META	EXPLICACION
1.- PERDIDAS POR FALLAS	0	REDUCIDAS A CERO EN TODOS LOS EQUIPOS
2.- PERDIDAS POR PREPARACION Y AJUSTES	MINIMIZAR	REDUCIR LOS CAMBIOS DE UTILES A MENOS DE 10 MINUTOS
3.- PERDIDAS POR VELOCIDAD	0	LLEVAR LA VELOCIDAD DE OPERACION ACTUAL A LA PREVISTA EN DISEÑO; HACER ENTONCES MEJORAS PARA ELEVAR LA VELOCIDAD DEL DISEÑO
4.- PERDIDAS POR PAROS MENORES E INACTIVIDAD	0	REDUCIR A CERO PARA TODOS LOS EQUIPOS
5.- DEFECTOS DE CALIDAD Y PERDIDAS POR RETRAJOS	0	OCURRENCIAS ACEPTABLES SOLO EXTREMADAMENTE LIGERAS (P.E., 30-100 PPM)
6.- PERDIDAS DE RENDIMIENTO DE ARRANQUE	MINIMIZAR	

Tabla 5.5 Pérdidas por rendimiento reducido

EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO (ETE)

DEFINICION:

**NOS PROPORCIONA LA MEDIDA
DEL VALOR AGREGADO A LA
PRODUCCION A TRAVES DEL
EQUIPO, ESTO ES, LA
DISMINUCION DE COSTOS DEBIDO
AL INCREMENTO EN
DISPONIBILIDAD, PRODUCTIVIDAD
Y CALIDAD.**

Para integrar los programas de TPM mas efectivamente en toda la compañía, deben clarificarse en todos los niveles de la compañía los problemas actuales, el potencial para su solución y los beneficios a ganar.

5.5 El efecto acumulativo (cúbico).

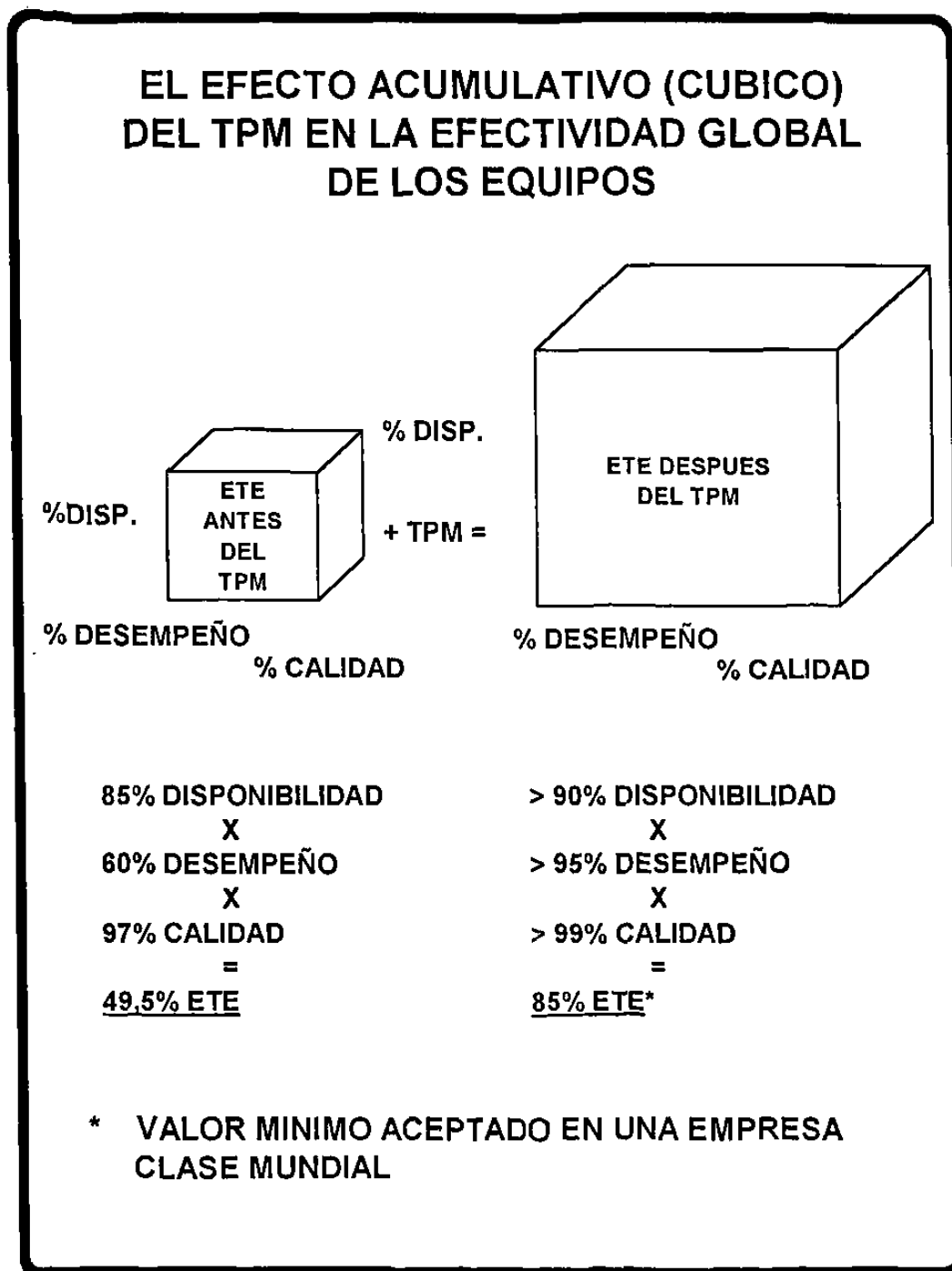


Figura 5.6 El efecto acumulativo cúbico del TPM en la efectividad total de los equipos

5.6 Medición de la efectividad del equipo.

MEDICION DE LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO

**EL TPM NO SE LIMITA A LAS FALLAS;
MAS BIEN ELEVA EL NIVEL DE LA
EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO
MEJORANDO TODOS LOS FACTORES
RELACIONADOS:**

- 1.- DISPONIBILIDAD
(TASA OPERATIVA)**
- 2.- RENDIMIENTO
(VELOCIDAD REAL/VELOCIDAD
NOMINAL)**
- 3.- CALIDAD**

5.7 ¿Por qué medir la efectividad?

¿ PORQUE MEDIR LA EFECTIVIDAD ?

SE MIDE POR DOS RAZONES:

- 1.- PARA AYUDAR A ESTABLECER PRIORIDADES
- 2.- REFLEJAR RESULTADOS PRECISA Y RAZONABLEMENTE

LAS MEDIDAS DE EFECTIVIDAD REVELAN LOS FRUTOS DE NUESTROS ESFUERZOS DIARIOS, AISLAN LOS PUNTOS QUE DEBEMOS ENFOCAR, Y NOS AYUDAN A PLANIFICAR CONTRAMEDIDAS.

¿PORQUE MEDIR LA EFECTIVIDAD?

(CONTINUACION 1)

BENEFICIOS:

UNA ESTRICTA MONITORIZACION A TODOS LOS NIVELES AYUDA A MANTENER Y MEJORAR RESULTADOS Y PROMUEVE EL DESARROLLO DE CONTRAMEDIDAS MAS EFECTIVAS (DONDE NO SE ESTAN PRODUCIENDO RESULTADOS POSITIVOS). ESTO NOS AYUDA TAMBIEN A ENTENDER Y EVITAR LAS CAIDAS SUBITAS EN LA EFECTIVIDAD.

¿POR QUE MEDIR LA EFECTIVIDAD?

(CONTINUACION 2)

PRIORIDADES:

CUANDO SE HABLA DE PRIORIDADES HAY QUE RECORDAR QUE EL CUADRANTE DE CALIDAD NOS INDICA QUE HAY QUE DAR MAYOR PONDERACION A LAS COSAS IMPORTANTES Y NO URGENTES, QUE A LAS URGENTES.

RECUERDE QUE DEBERAN REALIZARSE PRIMERO LAS COSAS IMPORTANTES Y LUEGO LAS URGENTES.

5.8 Principios Básicos para mejorar la efectividad del equipo

PRINCIPIOS BASICOS PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO.

- 1.- REALIZAR MEDICIONES
DETALLADAS Y EXACTAS**
- 2.- FIJAR PRIORIDADES**
- 3.- ESTABLECER DIRECTRICES
Y METAS CLARAS**

5.9 Cálculo de la efectividad del equipo

EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO (ETE)

DISPONIBILIDAD:
(TASA OPERATIVA)

RELACION EXISTENTE ENTRE EL
TIEMPO OPERATIVO Y EL TIEMPO
DISPONIBLE TOTAL.

PUEDE SER MEJORADA POR LA
ELIMINACION DE FALLAS, PERDIDAS
EN LA PREPARACION/AJUSTE Y
OTRAS PERDIDAS POR PAROS.

DISPONIBILIDAD

FACTORES A CONSIDERAR PARA LA MEDICION DE LA DISPONIBILIDAD.-

A.- TIEMPO BRUTO DISPONIBLE.-

TIEMPO TOTAL CON EL QUE CONTAMOS (UN TURNO, UN DIA, ETC.).

JORNADA DE NOCHE	480 MINUTOS
JORNADA DE DIA	450 MINUTOS
JORNADA DE TARDE	510 MINUTOS

PARA MOLDEO EL TIEMPO DE LA JORNADA LO MULTIPLICAREMOS POR 5 DADO QUE SON 5 BANCOS LOS QUE TIENE LA TORNAMEZA.

B.- TIEMPO PLANEADO DE PARO.-

TIEMPO EN QUE LA MAQUINA ESTA FUERA DE SERVICIO, SEGUN PROGRAMA PREESTABLECIDO.

**DISPONIBILIDAD
(CONTINUACION 1)**

**C.- TIEMPO DISPONIBLE TOTAL.-
SE OBTIENE RESTANDOLE AL TIEMPO
BRUTO DISPONIBLE EL TIEMPO
PLANEADO DE PARO (A-B).**

**D.- PERDIDAS POR PAROS.-
EN LAS PERDIDAS POR PAROS SE
CONSIDERAN:**

**1.- CAMBIOS Y AJUSTES:
REPARACIONES NECESARIAS PARA
CORREGIR DEFECTOS Y HACER
CAMBIOS DE PRODUCTO.**

**2.- FALLAS:
AVERIAS QUE IMPIDEN QUE LA
MAQUINA CONTINUE PRODUCIENDO.**

**3.- PAROS MENORES:
MALFUNCIONAMIENTOS TEMPORALES
O PERIODOS EN LOS QUE LA MAQUINA
ESTA INACTIVA.**

DISPONIBILIDAD
(CONTINUACION 2)

PARA EL CASO DE MOLDEO SI LA DEMORA AFECTA LA OPERACION DE TODA LA MAQUINA MULTIPLICAREMOS EL TIEMPO DE DICHA DEMORA POR UN FACTOR DE 5.

E.- TIEMPO OPERATIVO:
TIEMPO QUE TUVIMOS REALMENTE EN OPERACION LA MAQUINA.

SE CALCULA RESTANDOLE AL TIEMPO DISPONIBLE TOTAL LA SUMA DE LOS TIEMPOS POR CAMBIOS Y AJUSTES, FALLAS Y PAROS MENORES.

F.- PORCENTAJE DE DISP. DEL EQUIPO.-
ES LA RELACION ENTRE EL TIEMPO OPERATIVO Y EL TIEMPO DISPONIBLE TOTAL.

%DISPONIBILIDAD =

(TIEMPO OPERATIVO/TIEMPO DISPONIBLE TOTAL) X 100

EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO (ETE)

**DESEMPEÑO:
(TASA DE RENDIMIENTO)**

NOS DETERMINA LA VELOCIDAD A LA CUAL LA MAQUINA ESTA TRABAJANDO, SE OBTIENE MEDIANTE LA RELACION ENTRE LA CANTIDAD DE PIEZAS PRODUCIDAS, EL CICLO IDEAL Y EL TIEMPO OPERATIVO. PUEDE SER MEJORADO POR LA ELIMINACION DE LAS PERDIDAS DE VELOCIDAD, PAROS MENORES Y TIEMPOS MUERTOS.

DESEMPEÑO

FACTORES A CONSIDERAR PARA LA MEDICION DEL DESEMPEÑO.

G.- NUMERO DE PIEZAS PRODUCIDAS.-
EN ESTE PARAMETRO SE TOMAN EN CUENTA TANTO LA PRODUCCION BUENA, COMO LAS PIEZAS SCRAP (PRODUCCION TOTAL).

H.- TIEMPO DE CICLO IDEAL.-
TIEMPO DE CICLO DISEÑADO PARA EL EQUIPO.

PARA EL CASO DE MOLDEO SE MULTIPLICARA POR 5.

I.- PORCENTAJE DE DESEMPEÑO DEL EQUIPO.-
SE OBTIENE DE MULTIPLICAR EL CICLO IDEAL POR LA CANTIDAD DE PIEZAS PRODUCIDAS Y DIVIDIRLO ENTRE EL TIEMPO OPERATIVO.

%DESEMPEÑO =

$$\frac{(\text{CICLO IDEAL X CANT. DE PZAS. PRODUCIDAS}) \times 100}{\text{TIEMPO OPERATIVO}}$$

EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO (ETE)

CALIDAD:
(INDICE DE CALIDAD DEL PRODUCTO)

**ES LA RELACION EXISTENTE
ENTRE LAS PIEZAS BUENAS Y EL
TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS.**

CALIDAD**FACTORES A CONSIDERAR PARA LA MEDICION DE LA CALIDAD**

J.- CANTIDAD DE DEFECTOS.-
NUMERO DE PIEZAS QUE RESULTARON DEFECTUOSAS DEBIDO A PROCESOS REALIZADOS POR LA MAQUINA EN CUESTION.

K.- CALIDAD.-
REFLEJA EL TOTAL DE PRODUCTOS QUE RESULTARON CON CALIDAD SATISFACTORIA.

% CALIDAD =

$$\frac{(\text{CANT. TOT. PZAS. PROD.} - \text{CANT. PZAS. SCRAP}) \times 100}{\text{CANTIDAD TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS}}$$

EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO (ETE)

LA ECUACION PARA OBTENER LA
EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO ES:

$$ETE = \frac{\% \text{ DISP. X } \% \text{ DESEM. X } \% \text{ CALIDAD}}{10,000}$$

**EJEMPLO DEL CALCULO DE LA EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO
AREA ACABADO**

- 1.- TURNO DE DIA 450 MINUTOS (7.5 HORAS)
- 2.- 30 MINUTOS DE CHECK LIST
- 3.- 30 MINUTOS DE COMIDA
- 4.- DE 7:00 A 7:20 SE CAMBIO BURIL
- 5.- DE 8:25 A 9:00 SE REPARO UNA FUGA EN LA UNIDAD HIDRAULICA
- 6.- SE ARREGLO LA BANDA DE 10:00 A 10:10
- 7.- SE ATORO UNA PIEZA, PERO NO CAUSO DAÑOS DE 10:15 A 10:25
- 8.- SE CAMBIO LA SIERRA DEBIDO A DESGASTE DE 11:05 A 11:15
- 9.- NO HUBO PIEZAS PARA MAQUINAR DE 12:04 A 12:20
- 10.- CORTE DE ENERGIA ELECTRICA DE 13:04 A 13:14
- 11.- SE CUBARON EN TOTAL 750 PIEZAS, ADEMAS SE METIERON A LA LINEA 45
PIEZAS DESPUES DE UN RETRABAJO PARA QUE SE PROBARAN
- 12.- SE RECHAZARON 50 PIEZAS EN LA PROBADORA DE AGUA
- 13.- TIEMPO DE CICLO IDEAL ES DE 0.33 MIN./PZA.

SOLUCION:
DISPONIBILIDAD.-

A.- TIEMPO BRUTO DISPONIBLE = 450 MINUTOS

B.- TIEMPO PLANEADO DE PARO = 30 MINUTOS DE CHECK LIST
+ 30 MINUTOS DE COMIDA
= 60 MINUTOS

C.- TIEMPO DISPONIBLE TOTAL = TIEMPO BRUTO DISPONIBLE - TIEMPO
PLANEADO DE PARO
TIEMPO DISPONIBLE TOTAL = 450 - 60 = 390 MINUTOS

D.- PERDIDAS POR PAROS

	FRECUENCIA	TIEMPO (MIN.)
CAMBIOS Y AJUSTES	2	30
FALLAS	2	45
PAROS MENORES	3	36

SE CONSIDERARON CAMBIOS Y AJUSTES, BURIL Y CAMBIO DE SIERRA, FALLA FUGA EN UNIDAD HIDRAULICA Y BANDA, PAROS MENORES ATORAMIENTO DE PIEZA, FALTA DE PIEZAS Y FALLA ELECTRICA.

E.- TIEMPO OPERATIVO = TIEMPO DISPONIBLE TOTAL - PERDIDAS POR PAROS
TIEMPO OPERATIVO = 390 - 30 - 45 - 36 = 279 MINUTOS

F.- PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO

$\%DISP. = \frac{\text{TIEMPO OPERATIVO}}{\text{TIEMPO DISPONIBLE TOTAL}} \times 100 = \frac{279}{390} \times 100 = 71.53\%$

5.10 Programa de medición.

Dentro del programa de medición que se hizo del ETE (Efectividad Total del Equipo), se tomaron datos en los diferentes grupos de trabajo. Cabe señalar que en la empresa donde se aplicó el modelo se trabajan tres turnos diarios, y se tienen cuatro grupos de trabajo, de tal manera que un grupo trabaja de día, otro de tarde, otro de noche y el cuarto grupo descansa, dichas mediciones se hicieron en una máquina fresadora que maquina las seis caras de una pieza y se muestran en las páginas posteriores.

Cuando se empezaron a hacer las mediciones todo el personal de los cuatro grupos de trabajo ya habían tomado el curso de “Limpieza y Atención Básica”, además se les capacito en el uso adecuado de herramientas que contiene una gaveta que se colocó de manera accesible en la máquina fresadora donde en personal labora.

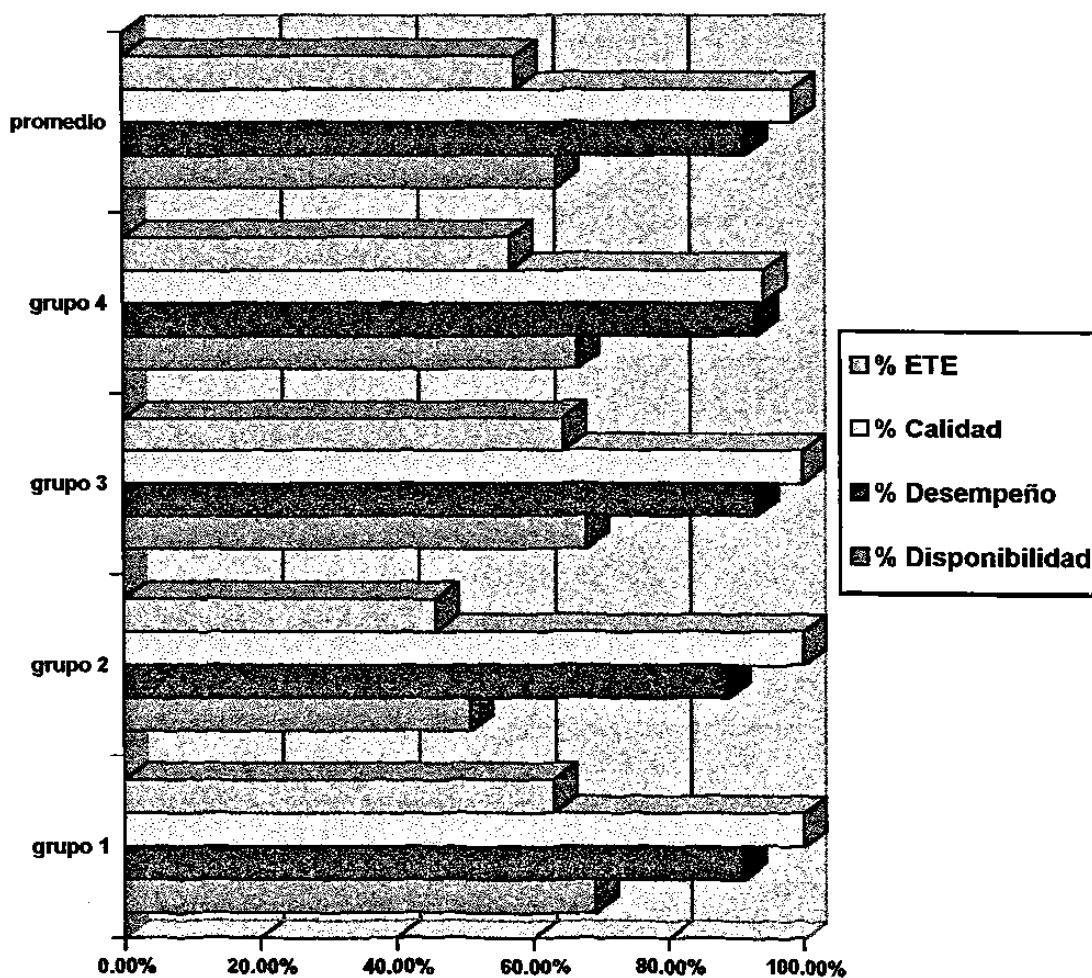
La herramienta que contiene la gaveta es: Perica. llave stillson, juego de desarmadores, juego de llaves allen, aceitera, inyector de grasa, cinta de aislar, guantes de carnaza, guantes de polietileno, pinzas eléctricas, pinzas mecánicas, pinzas de punta, solvente ecológico, atomizadores, cuchilla, herramienta especial para ajustes propios de la máquina.

Todos los trabajadores que están asignados a la fresadora de manera sistemática deberán hacer Limpieza y Atención Básica a la máquina que consiste en: Limpiar, tratar de corregir fuentes de suciedad, reapretar tornillería, corregir desperfectos menores, verificar niveles de aceite en la unidades hidráulicas, lubricar partes en movimiento, cuando se inspecciona la máquina y no se puede corregir el desperfecto es obligación del personal llenar de puño y letra una tarjeta de desperfectos, colocar la tarjeta de color amarillo en la parte afectada y entregar al supervisor del turno las copias blanca y verde.

5.11 Elaboración de gráficas.

Efectividad Total del Equipo del 16 al 31 de Octubre de 1996

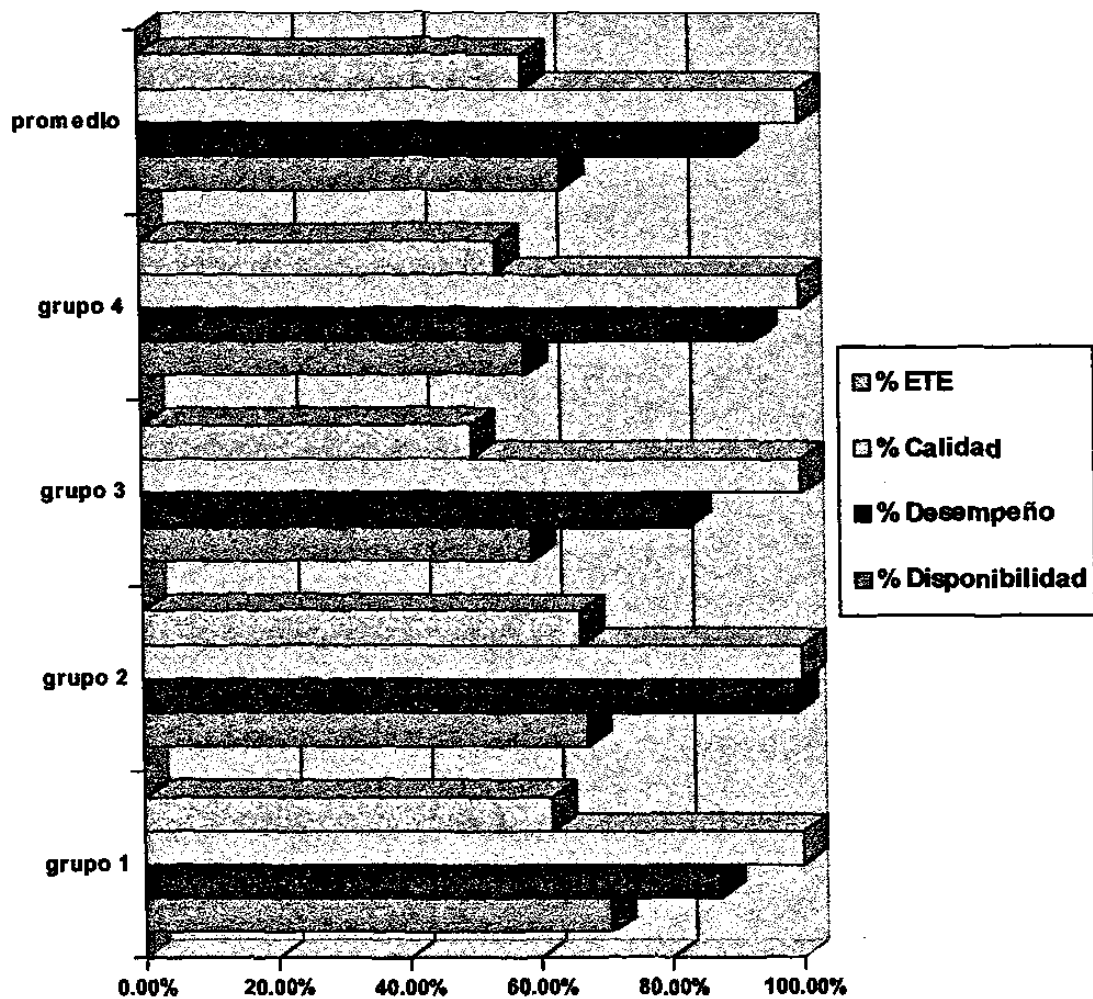
concepto	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	promedio
% Disponibilidad	69.10%	50.74%	67.89%	66.57%	63.58%
% Desempeño	91.04%	88.70%	92.96%	93.00%	91.43%
% Calidad	100.00%	100.00%	99.92%	94.14%	98.52%
% ETE	63.07%	45.70%	64.54%	56.74%	57.51%



Grafica 5.1 ETE del 16 al 31 de Octubre de 1996

Efectividad Total del Equipo del 1 al 15 de Diciembre de 1996

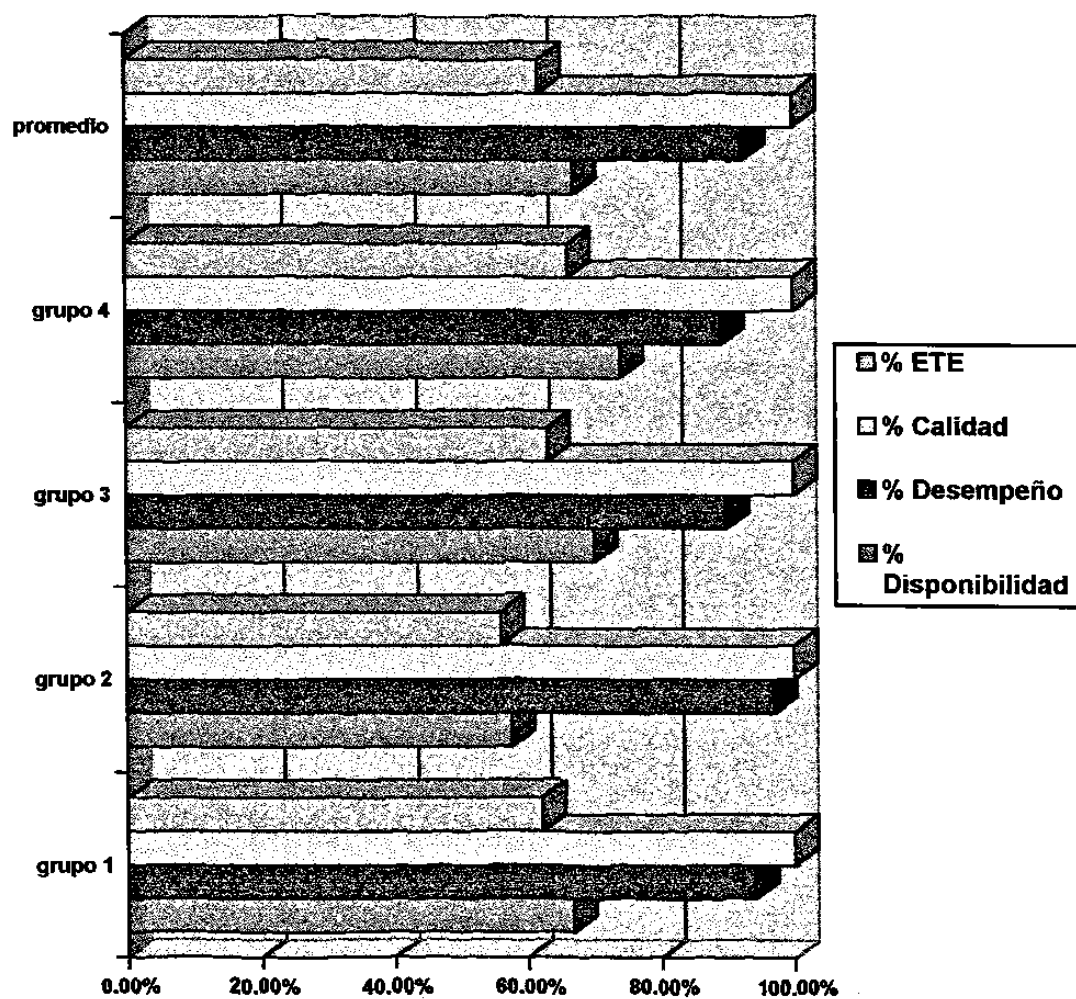
concepto	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	promedio
% Disponibilidad	70.69%	67.20%	59.15%	58.25%	63.82%
% Desempeño	87.23%	98.89%	82.84%	92.96%	90.48%
% Calidad	100.00%	100.00%	100.00%	99.78%	99.94%
% ETE	61.85%	66.44%	50.11%	53.87%	58.07%



Grafica 5.2 ETE del 1 al 15 de Diciembre de 1996

Efectividad Total del Equipo del 16 al 31 de Enero de 1997

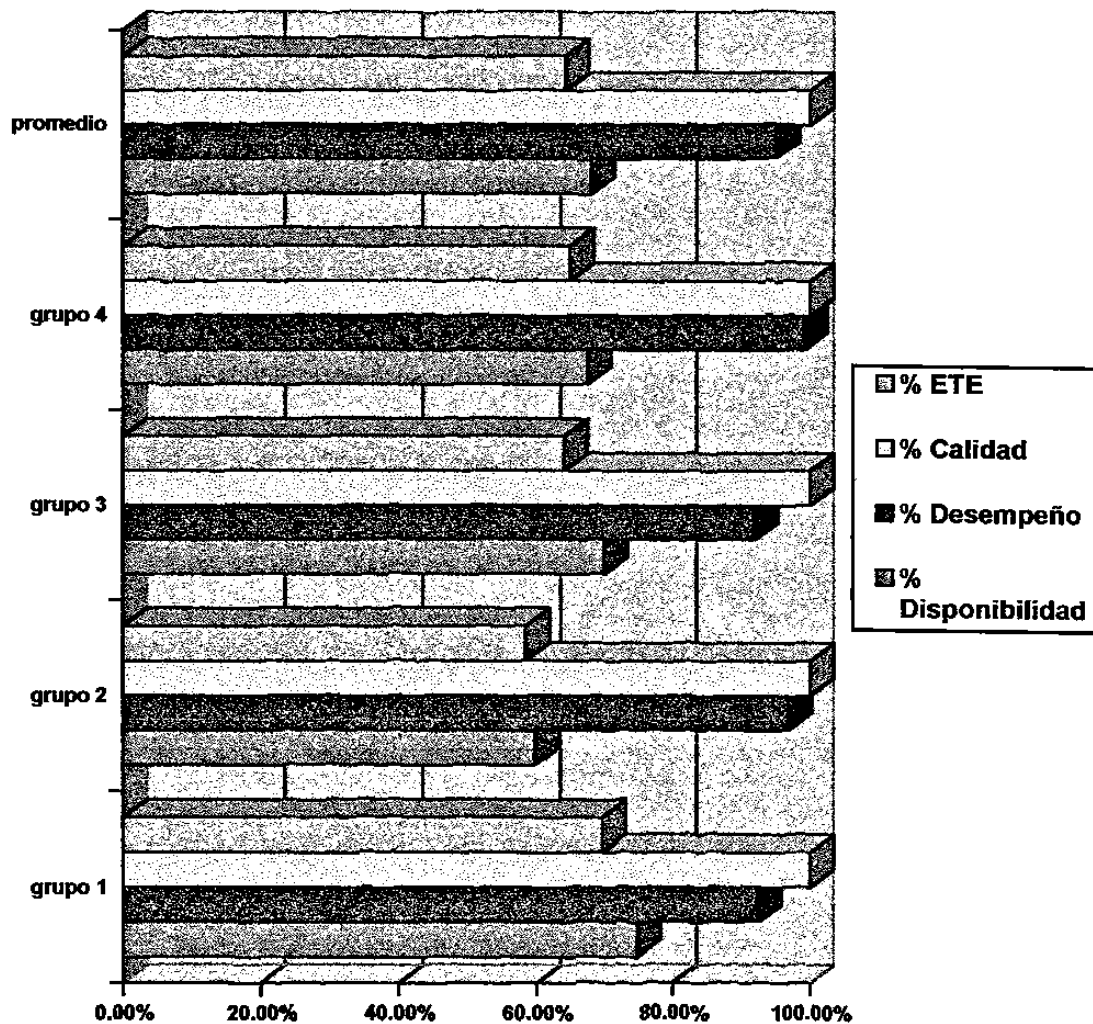
concepto	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	promedio
% Disponibilidad	66.79%	57.55%	70.10%	74.11%	67.13%
% Desempeño	93.92%	96.85%	89.81%	89.17%	92.43%
% Calidad	100.00%	99.99%	100.00%	100.00%	99.99%
% ETE	62.15%	55.98%	63.02%	66.20%	61.83%



Grafica 5.3 ETE del 16 al 31 de Enero de 1997

Efectividad Total del Equipo del 1 al 15 de Febrero de 1997

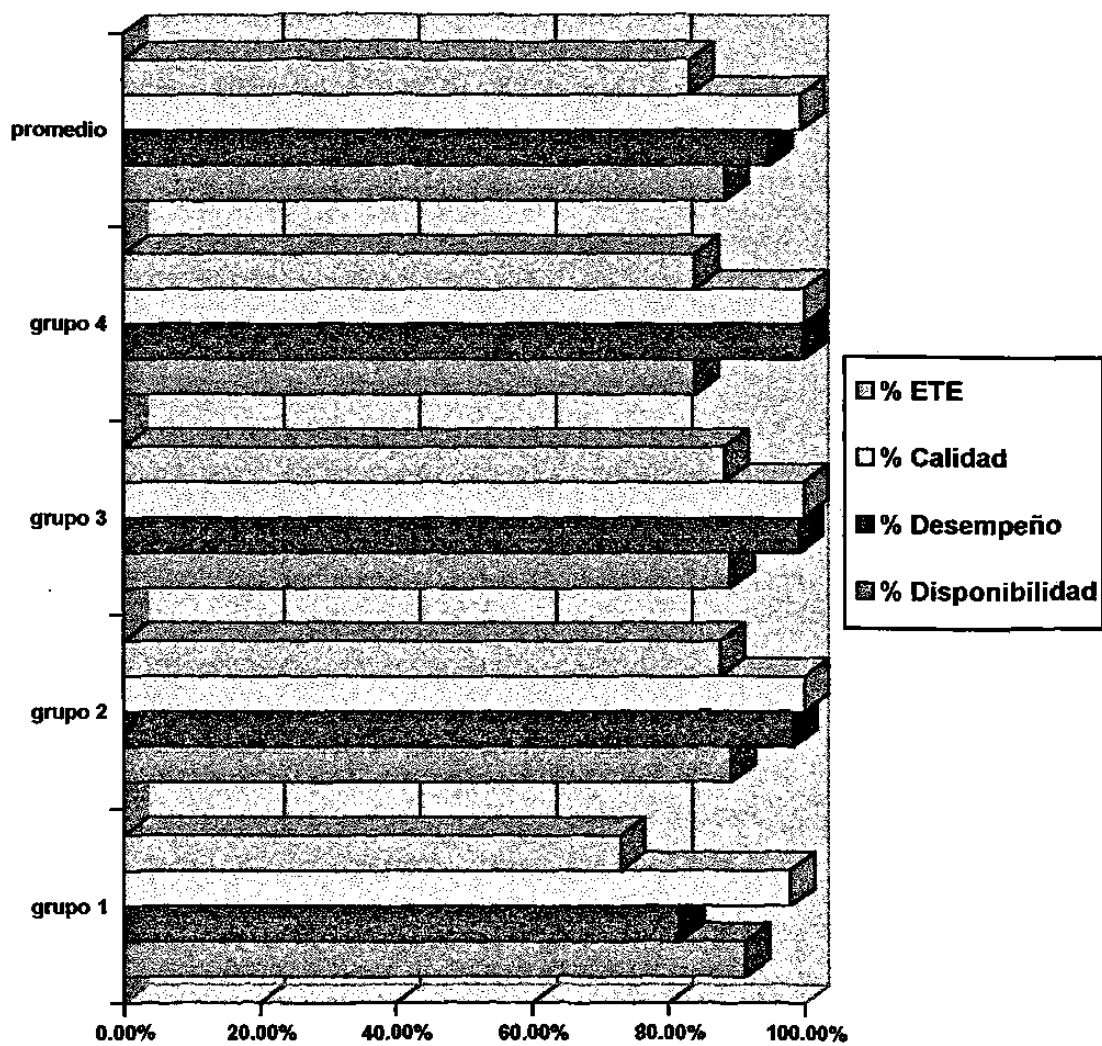
concepto	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	promedio
% Disponibilidad	74.78%	59.76%	69.84%	67.42%	67.95%
% Desempeño	92.34%	96.70%	91.82%	99.09%	94.98%
% Calidad	100.00%	99.97%	99.99%	100.00%	99.99%
% ETE	69.61%	58.36%	63.99%	64.87%	64.20%



Grafica 5.4 ETE del 1 al 15 de Febrero de 1997

Efectividad Total del Equipo del 1 al 15 de Mayo de 1997

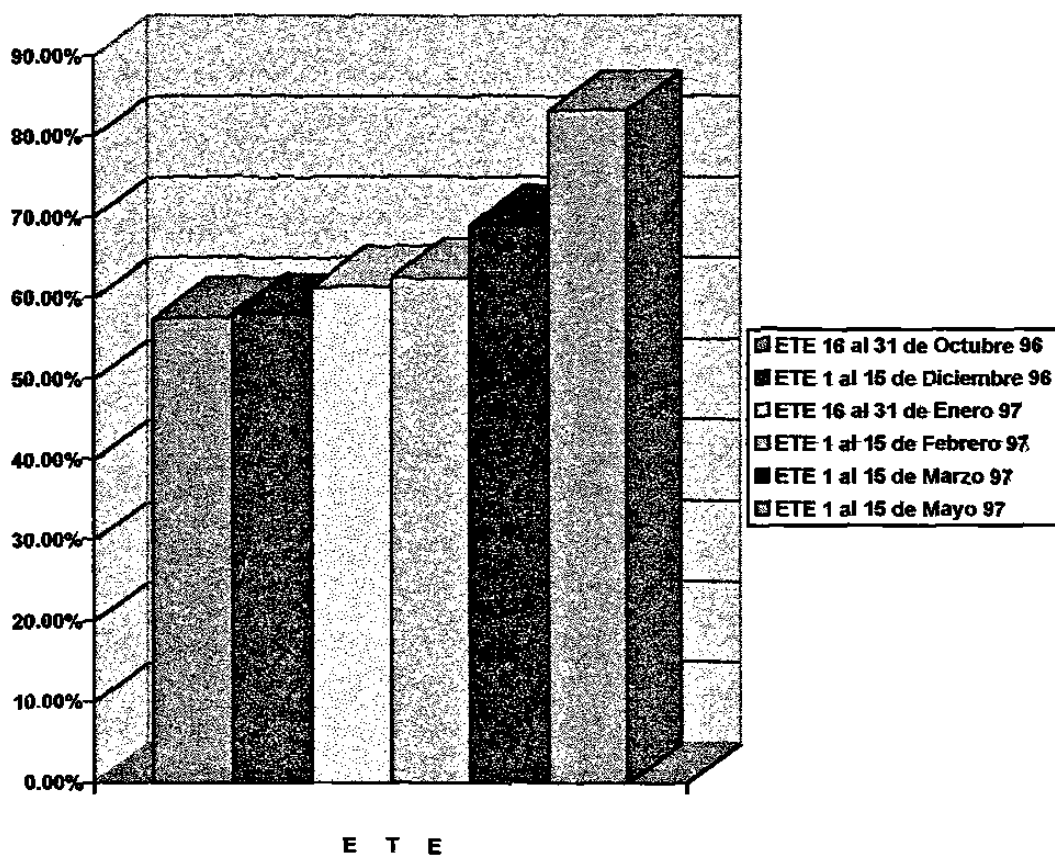
concepto	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	promedio
% Disponibilidad	91.30%	89.19%	89.08%	83.95%	88.38%
% Desempeño	81.63%	98.30%	99.15%	99.92%	94.75%
% Calidad	97.90%	100.00%	99.95%	100.00%	99.46%
% ETE	72.96%	87.67%	88.27%	83.88%	83.19%



Grafica 5.6 ETE del 1 al 15 de Mayo de 1997

5.12 Interpretación de resultados.

Medición	Porcentaje
ETE 16 al 31 de Octubre 96	57.51%
ETE 1 al 15 de Diciembre 96	58.07%
ETE 16 al 31 de Enero 97	61.38%
ETE 1 al 15 de Febrero 97	62.40%
ETE 1 al 15 de Marzo 97	68.98%
ETE 1 al 15 de Mayo 97	83.19%



Gráfica 5.7 Interpretación de resultados

Los resultados de la Efectividad Total del Equipo mostrados en la gráfica nos demuestran que efectivamente y aunque lentamente el ETE mejoro, tal vez se piense que la mejora no es significativa sin embargo a corto plazo se pretende llegar al 85% de EFECTIVIDAD.

6.- CAPITULO 4 “ELABORACIÓN DE ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y ATENCIÓN BÁSICA”

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

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

Cuando lo operadores limpian cuidadosamente una máquina que ha estado funcionando sin atención durante largo tiempo, pueden encontrar decenas de defectos, y ocasionalmente incluso defectos serios que son el presagio de una gran avería.

El efecto de la combinación de suciedad, polvo, abrasión, superficies dañadas, juego, deformación, y fugas en maquinaria y herramientas causa deterioro y problemas continuos. La limpieza es el método más eficaz para detectar tales fallas y prevenir las dificultades, y los estándares de Limpieza y atención básica es la manera idónea para llevar a cabo de manera sistemática esta tarea.

6.1 ¿Qué es un Estandar de Limpieza y atención Básica?

Un Estandar de “**Limpieza y atención básica**” es un formato en el cual escribimos lo que debemos hacer en la máquina para que esta no vuelva a estar en las condiciones en que la encontramos, y está compuesto de tres partes que son: **Limpieza, Lubricación, Inspección**.

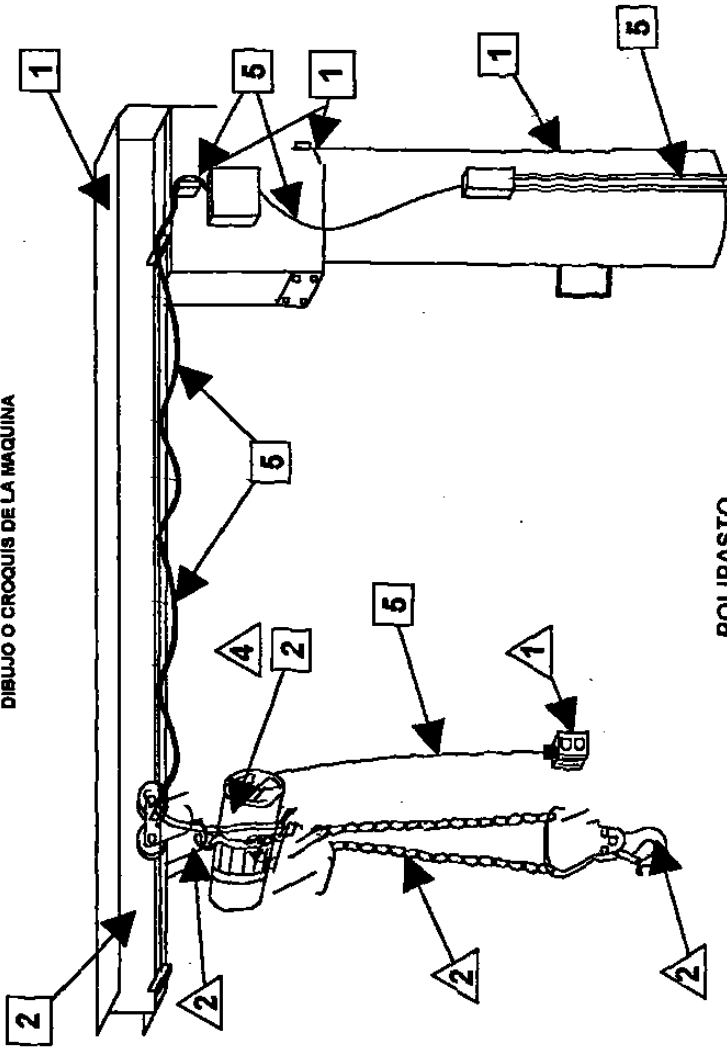
Por experiencia propia recomiendo que los estándares de “**Limpieza y atención básica**” los elaboren los mismos equipos de trabajo que operan una máquina, ya que son estos quienes más conocen acerca del funcionamiento de la misma.

Los estándares de “**Limpieza y atención básica**” listan las actividades que deben realizarse de limpieza, lubricación, e inspección, el lugar exacto en la máquina donde deberá realizarse, cómo y con qué, el tiempo aproximado para cada actividad, y cada cuándo deberá hacerse. Es importante además poner en cada Estandar un croquis o dibujo de la máquina indicando el lugar exacto de desarrollo de cada actividad.

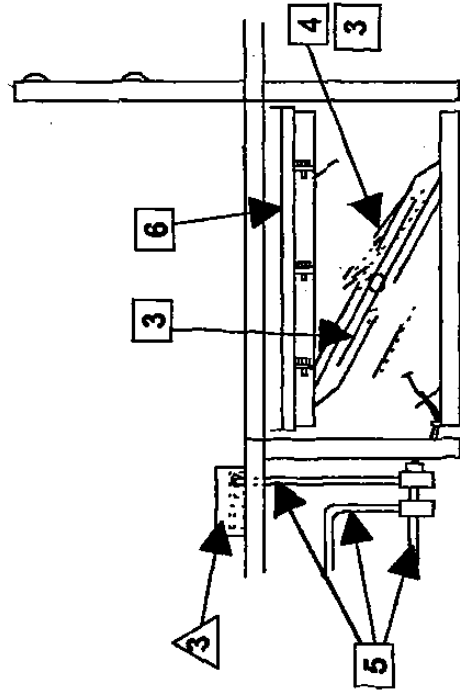
A continuación muestro un Estandar de “**Limpieza y atención básica**” de un polipasto de cinco toneladas que se usa en departamento de vaciado.

METODO:	ME-T1-03		
REVISION			
No.	FECHA		
	DD	MM	AA
0			

DIBUJO O CROQUIS DE LA MAQUINA



POLIPASTO



ELEVADOR DE CANASTILLAS

6.2 Intervalos de inspección.

Los intervalos adecuados de inspección para el mantenimiento autónomo pueden ser diarios, cada diez días, cada dos semanas, todos los meses, y cada tres meses. Muy poco tiempo puede destinarse a la inspección diaria en la línea de producción, ya que se dedica un tiempo considerable a la preparación diaria del arranque, recogida al final de la jornada, así como la limpieza y lubricación. Por lo tanto las inspecciones diarias deberán centrarse solamente en el deterioro del equipo que afecte directamente a la seguridad y calidad del producto.

6.3 Simplificación de las inspecciones diarias

Muchas compañías piden a sus operadores que sigan un procedimiento de inspección muy detallado, por listas de chequeo con muchos elementos. Sin embargo a menudo no es necesario realizar un chequeo diario de muchos de los elementos anotados. Además, se concede un tiempo insuficiente para ello. Esto solamente consigue irritar a los operadores y convierte en inútil la lista de chequeo.

Limitar las inspecciones diarias a los pocos elementos necesarios para evitar graves problemas de seguridad y calidad y permitir que los operadores practiquen a fondo hasta que todo ello se integre en la rutina de trabajo.

6.4 Tiempo adecuado para la inspección

La inspección general es demasiado importante para que se realice de prisa y arriesgadamente en los procedimientos diarios cargados con elementos no esenciales. En lugar de ello, reservar un bloque de tiempo para dedicarle toda la atención, incluso si fuera necesario alargar el intervalo entre inspecciones, por ejemplo reservar cincuenta minutos extras cada diez días en lugar de cinco minutos todos los días.

Con un bloque de tiempo ampliado los operadores sabrán con seguridad realizar los controles requeridos y les sobrará tiempo. Además con la práctica de esta actividad, 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 incluso sin reservar un tiempo extra para ello.

6.5 Intervalos realistas de inspección

El intervalo realista de inspección para cada efecto solo puede determinarse a través de la experiencia. Teniendo en cuenta las restricciones de tiempo, el personal responsable de producción y mantenimiento deberá 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.

7.- CAPITULO 5 “INSTALACIÓN DE GAVETAS”

En este capítulo hablaremos de la instalación de gavetas o rack's para la colocación de la herramienta que se usa para la Limpieza y Atención Básica de la maquinaria y equipo.

7.1 Objetivo

Para que cada uno de los operarios pueda dar cumplimiento a los estándares de Limpieza y Atención Básica es necesario proporcionar la herramienta necesaria para tal fin. Las gavetas metálicas que se instalaron cerca de cada máquina contienen herramienta de uso común y salvo algunas ocasiones herramienta especial para hacer algún ajuste en la máquina.

Tradicionalmente nos habíamos enfrentado al problema de que cada grupo de trabajo usaba la herramienta, pero al finalizar su turno la guardaba en lockers personales y el grupo de trabajo siguiente debía sacar su propia herramienta, el concepto aquí era “La herramienta es de cada operario “ con el TPM ya implementado el concepto es “La herramienta es de la máquina” y por lo tanto debe permanecer cerca de ésta.

Cambiar la mentalidad de la noche a la mañana es muy difícil y para ser sincero a cada gaveta tuvimos que ponerle candado para que personal de otros departamentos u otras máquinas no se la llevaran a otro lugar.

7.2 Contenido de las Gavetas

La herramienta que se puso en cada gaveta se lista a continuación.

- ★ Perica N° 12
- ★ Perica N° 8
- ★ Juego de desarmadores
- ★ Juego de llaves allen
- ★ Pinzas mecánicas
- ★ Pinzas eléctricas
- ★ Pinzas de presión
- ★ Pinzas de extensión

- ★ Exacto
- ★ Aceitera
- ★ Inyector de grasa
- ★ Atomizadores
- ★ Cubeta de 19 lts.
- ★ Espátula
- ★ Pala
- ★ Escoba
- ★ Brocha de 2"
- ★ Brocha de 4"
- ★ Martillo de bola
- ★ Cinta de aislar
- ★ Cepillos de alambre
- ★ Guantes de Carnaza
- ★ Trapo
- ★ Herramienta especial de la máquina

7.3 Características de las gavetas

Las gavetas se fabricaron con lámina de 1/8" y ángulo de 1", con acrílico de 6 mm en la parte frontal que sirve como puerta, esto con la finalidad de tener un control a primera vista de la herramienta, además la silueta de cada herramienta se pintó de color negro para detectar rápidamente el faltante de alguna herramienta

Las gavetas se pintaron de color blanco porque consideramos que con éste color resaltaría la suciedad, y esto sería señal de que a la misma gaveta le faltaría limpieza.

Para control interno cada gaveta lleva un nombre que incluye el nombre de la máquina donde está colocada la gaveta y un número progresivo de acuerdo a cada línea.

En la Foto N° 1 se muestra el prototipo de esta gaveta y la herramienta que debe contener.

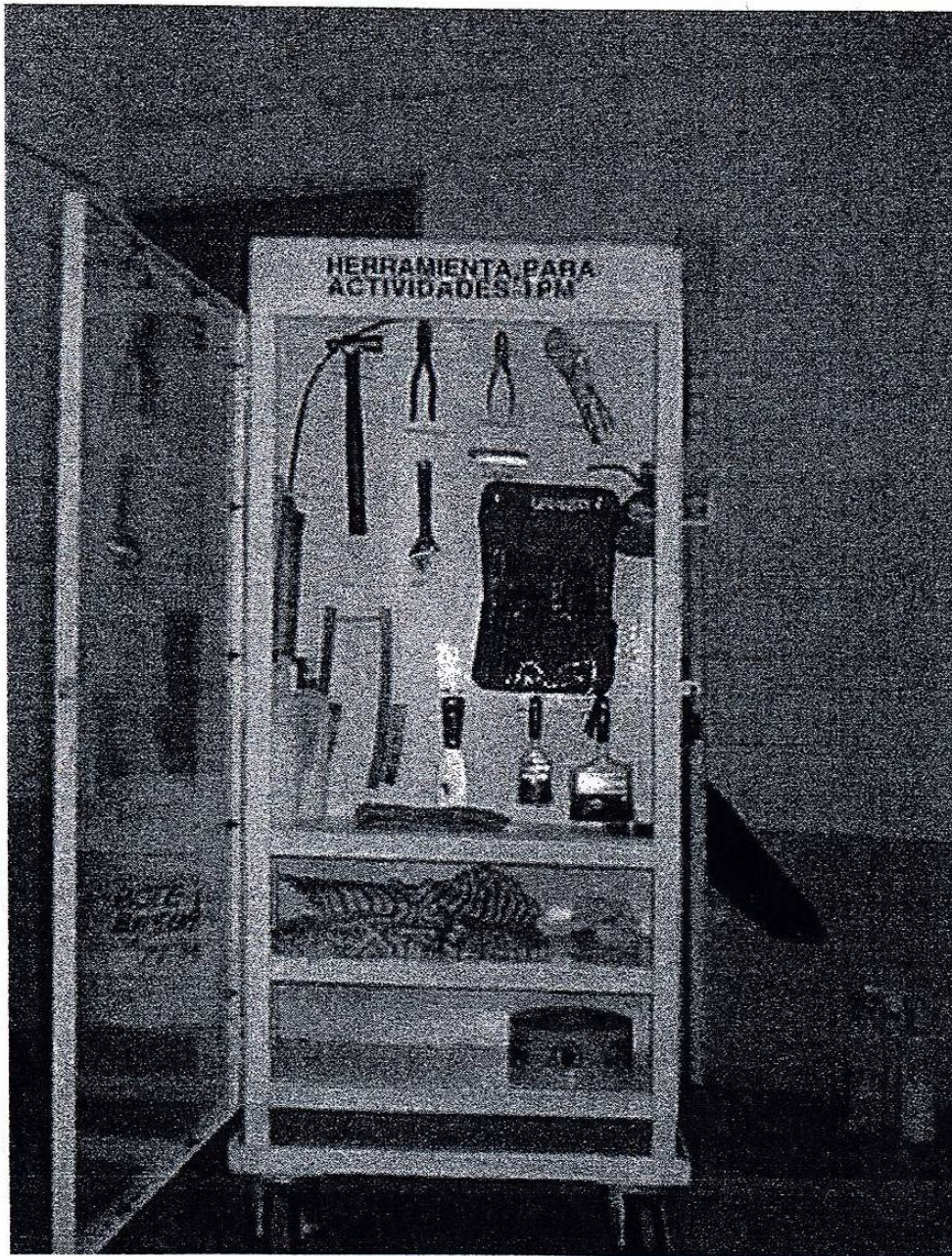


Foto N° 1 Gavetas para limpieza y Atención Básica.

7.4 Registro de Auditorías.

Decía un maestro en la clase de Calidad que “Orden dada no supervizada no sirve para nada” de tal modo que aunque al personal se le trate de convencer de hacer las cosas de cierta manera, algunas personas son descuidadas o aún mas les gusta tomar la herramienta de otros , o bien guardarla en sus lockers personales, por tal motivo se hizo un formato de auditoría para verificar que lo expuesto anteriormente no sucediera, dicho formato se muestra en la figura 7.1. y pretende mostrar un estatus de las gavetas, para que en caso de algún faltante de herramienta o deterioro de la misma se repusiera lo más rápido posible con la finalidad de que la Limpieza y Atención Básica a la máquina nunca se suspendiera.

FORMATO DE AUDITORÍA DE GAVETAS “LIMPIEZA Y ATENCIÓN BÁSICA” TPM

Auditó: _____ Fecha: _____ Area: _____

Máquina	Clave de la Gaveta	Observaciones

Firma

- **NOTA** Favor de entregar éste reporte al departamento de mantenimiento al terminar la auditoría.

Figura 7.1 Formato de auditoría

8.- CAPITULO 6 “ACCIONES CORRECTIVAS”

8.1 Reforzamiento de los estándares de Limpieza y Atención Básica.

Los estándares de Limpieza y Atención Básica fueron explicados en el curso primero que se le dio al personal de la empresa, sin embargo ponerlos en práctica, fue un poco difícil ya que el personal operario de cada máquina no estaba acostumbrado a hacer limpieza, lubricación e inspección al iniciar el turno.

Una de las actividades que se programó para comunicar al personal de la necesidad de realizar la limpieza inicial fue programar un curso para cada grupo de trabajo donde se explicaron cada uno de los estándares, se despejaron dudas, se hicieron ejercicios en aula y en piso.

Siempre que se empieza una nueva actividad o proyecto hay una natural resistencia al cambio y en este caso no fue la excepción, sin embargo el trabajar con la gente, en el área misma de trabajo, el escuchar sus quejas y sus sugerencias nos permitió implementar ésta actividad en todos los grupos, todos los turnos, todos los días.

Al seguir cada uno de los estándares de limpieza y atención básica, al inició nos encontramos que el personal detectaba gran cantidad de desperfectos en la máquina y que por la manera en que se seguía el mantenimiento anteriormente no querían reportar los desperfectos, pues decían que en varias ocasiones ya los habían reportado y que no les habían hecho caso; para tal situación hubo que hacer un compromiso en que a más tardar en 15 días los desperfectos reportados serían reparados en su totalidad y en caso de no ser posible se iba a dar un seguimiento hasta cumplir con la reparación total.

Una de las observaciones que nos hicieron varios operarios es que la motivación para hacer las cosas se pierde cuando alguien se compromete y no cumple. La realidad de las cosas es que en ocasiones la misma administración exige resultados tangibles pero no cumple con su parte, una observación más fue que mucha gente tiene “Mucha iniciativa”, pero “Poca terminativa” esto es que gran parte de los fracasos en los innumerables proyectos fallan por falta de seguimiento.

La implementación del TPM es un gran reto, y producirá resultados en la medida en que nos comprometamos con el seguimiento de este, ciertamente el TPM no es una varita mágica que al moverla y decir unas palabras se compondrán situaciones anómalas crónicas que padecen la organizaciones; más bien yo considero que es una herramienta que aunque no agrega valor al producto, sí agrega valor al proceso productivo.

8.2 Mantenimiento con Calidad.

Mantener el equipo 100% libre de defectos para mantener productos 100% libres de defectos.

Establecer condiciones para cero defectos e inspeccionar y medir esas condiciones en base a un programa, prevenir defectos de calidad a través de inspeccionar que los valores medios estén dentro de los rangos establecidos, anticipar posibles defectos de calidad al monitorear las variaciones de los valores medios y tomar acciones preventivas.

Para alcanzar cero defectos la calidad debe producirse dentro de la máquina, esto es en la estación de trabajo.

Para asegurar la calidad de los productos se debe asegurar las condiciones de operación de los equipos.

El origen de calidad en el desarrollo del proceso para el producto traerá como beneficio grandes ahorros en costo y tiempo.

Cada año que pasa el equipo es mas viejo, pero las características que reproduce el mismo se les cierran cada vez más sus tolerancias. Con más frecuencia se solicitan ajustes de mayor precisión para eliminar el desperdicio.

Aunque los defectos de calidad se originan en equipos en malas condiciones, estos son monitoreados de manera independiente ya sea como problema de calidad o problema de mantenimiento. La calidad no se inspecciona, se produce en una estación de trabajo la cual debe ser mantenida en condiciones adecuadas

Lo que se necesita para obtener calidad es asegurar que cada parte de la maquinaria, herramienta y equipo estén en condiciones operativas, controlando las condiciones de los equipos que producen los resultados.

Conclusiones y recomendaciones

El Mantenimiento Productivo Total es una Metodología utilizada en las organizaciones para mantener la herramienta y equipo disponible cuando se requiere y en condiciones operativas, nace en Japón en la década de los 70's en la planta de TOYOTA, en nuestro medio se empieza a poner en practica en la década de los 90's y a la fecha hay organizaciones que todavía no se dan por enteradas que esta metodología existe (lo constate en una reunión a la que me tocó asistir en la ciudad de México D. F.) en lo personal no creo que los Japoneses hayan descubierto el hilo negro, sin embargo es de admirar en ellos el seguimiento que le dan, hasta obtener resultados tangibles en índices de productividad, calidad, rechazos, desperdicio a tal grado de que han instituido un premio a las empresas que manejen los mejores resultados del TPM.

Toda metodología que es traída de otras partes es adoptada en muchas ocasiones pensando que si en tal o cual país funciona en el nuestro sucederá lo mismo, y la realidad de las cosas es que si no se toman en cuenta las condiciones propias del país y de la organización donde se va a implementar los resultados no serán los óptimos.

Estoy plenamente convencido de que el TPM sí funciona y funciona muy bien, el secreto está en el grado de compromiso que las personas adoptan en cada organización.

Aunque esta tesis se basa en la implementación del TPM en una empresa del ramo automotriz estoy seguro que es aplicable a cualquier tipo de empresa, es más me atrevo a decir que es lo que necesita aplicar FIME en sus laboratorios de practicas y en sus instalaciones.

Los japoneses hablan de la filosofía de las 5 S's que son:

Seiri. Organización

Seiton. Orden

Seiso. Limpieza

Seiketsu. Pulcritud

Shitsuke. Disciplina

mi abuelo, que por cierto no era Japonés allá por el año de 1969 ya aplicaba estos conceptos a la perfección, mi padre desde siempre los ha aplicado, lo que quiere decir que en muchos de los casos estamos volviendo a las cosas simples y de sentido común.

Hoy día las organizaciones hablan de "Empresas de clase mundial" y para llegar a ser realmente eso requieren del TPM.

Abundando sobre la aseveración que hago de que FIME necesita aplicar en sus laboratorios de practicas y sus instalaciones el TPM, un servidor se basa en la experiencia que como maestro a través de 10 años he vivido en esta institución, primero me referiré al problema de que nunca los presupuestos asignados son lo suficientemente bastos como para equipar los laboratorios con maquinaria nueva, y aún en los casos en donde así sucede he observado que por el nulo mantenimiento que se le da a los equipos solo bastan algunos pocos años para convertir dichos equipos en chatarra, a quien no le ha tocado un laboratorio en donde la practica no se realiza porque el equipo no sirve, y si nos vamos a la causa raíz encontramos que cuando el equipo empezó a fallar no se le dio la atención debida hasta que definitivamente este dejo de funcionar, considero que el problema estriba en aplicar un mantenimiento en el origen para evitar desperfectos mayores.

Ahora quisiera referirme a un clima que fue instalado en el departamento de Tecnología de los materiales, este clima se instalo en 1992 y la fecha nunca se le ha dado ni siquiera una limpieza a conciencia, claro esta que si este clima fuera de alguno de nosotros, al menos cada época de verano lo lubricaríamos, limpiaríamos, revisaríamos, etc. para dejarlo en condiciones de afrontar las altas temperaturas.

Con la implementación del TPM se crea un sentido de pertenencia donde el mantenimiento a los equipos e instalaciones lo debemos hacer todos y no necesariamente el departamento de mantenimiento.

Afortunadamente en nuestros laboratorios han sucedido pocos accidentes, sin embargo los podríamos reducir a cero con la implementacion efectiva del TPM:

Considero que nuestra idiosincrasia no nos permite en muchos de los casos organizarnos de tal manera que un equipo multidisciplinario (Director de la facultad, jefes de departamento, jefes de academia, maestros, becarios, intendentes, secretarias, personal de mantenimiento, sindicato, checadores, y alumnado en general) nos involucremos como equipo de trabajo a fin de realizar la limpieza y atención básica a nuestras instalaciones y equipos, tal vez esa sea la gran diferencia entre los Japoneses y nosotros.

Ciertamente es más fácil decir que hacer, sin embargo quedo a sus ordenes para demostrar que cuando hay voluntad lo dicho puede hacerse realidad.

Bibliografía.

Nakajima Seiichi.

Introducción al TPM

Editorial Productivity.

Edición 1993

Nakajima Seiichi.

Programa de desarrollo del TPM

Editorial Productivity.

Edición 1991

Suzuki Tokutaro.

TPM en industrias de proceso.

Editorial Productivity.

Edición 1992

Shirose Kunio.

TPM para mandos intermedios.

Editorial Productivity.

Edición 1994

Shirose Kunio.

TPM para operadores

Editorial Productivity.

Edición 1994

Suehiro Kikuo

Eliminación de pequeñas paradas en máquinas y líneas automáticas

Editorial Productivity.

Edición 1995

Listado de tablas

N° de tabla	Nombre de la tabla	Página
3.1	Sugerencias de mejoramiento para pérdidas	18
4.1	La meta	27
5.1	Cambio de prioridades	45
5.2	Cero fallas Programa de implantación en cuatro fases.	51
5.3	Estrategias para incrementar la velocidad.	60
5.4	Estrategias para incrementar la velocidad (continuación).	61
5.5	Pérdidas por rendimiento reducido.	65

Listado de gráficas

N° de gráfica	Nombre de la Gráfica	Página
5.1	Efectividad total del equipo del 16 al 31 Octubre de 1996	84
5.2	Efectividad total del equipo del 1 al 15 Diciembre de 1996	85
5.3	Efectividad total del equipo del 16 al 31 Enero de 1997	86
5.4	Efectividad total del equipo del 1 al 15 Febrero de 1997	87
5.5	Efectividad total del equipo del 1 al 15 Marzo de 1997	88
5.6	Efectividad total del equipo del 1 al 15 Mayo de 1997	89
5.7	Interpretación de resultados	90

Listado de figuras

N° de figura	Nombre de la figura	Página
2.1	Logro de la mejora operacional.	4
3.1	Apoyo del TPM a la administración por valor agregado	6
3.2	Actividades principales del desarrollo del TPM que requieren cambio a los procesos fuera del mantenimiento	7
3.3	Excelencia funcional con resultados de alta integración en una mejora de desempeño de alto índice	9
3.4	La reingeniería debe considerar la operación como un sistema dinámico	11
3.5	Un enfoque disciplinario de reingeniería que jala por los resultados clave mantiene un enfoque de operación	12
3.6	Factores para mejoras en el lugar de trabajo	14
3.7	Efecto de las seis grandes pérdidas en el tiempo de operación del equipo	21
3.8	Fases del TPM	23
4.1	Actividades en un proceso	26
4.2	Roles	28
4.3	Actividades básicas del mantenimiento preventivo	29
4.4	Diagrama de flujo de mantenimiento	35
4.5	Control de trabajo de mantenimiento preventivo computarizado	36
4.6	Control de trabajos de mantenimiento predictivo	37
4.7	Control de trabajos de mantenimiento correctivo planeado	38
4.8	Control de trabajos de mantenimiento autónomo por operarios	39
4.9	Control de trabajos de Línea	40
4.10	Tarjeta de desperfectos	41
4.11	Orden de trabajo	42
4.12	Reporte de falla	43
5.1	El efecto de las seis grandes pérdidas	46

5.2	Combinación de causas de averías	49
5.3	Mejora de paros menores y tiempos muertos	50
5.4	Secuencia de paros menores y tiempos muertos	56
5.5	Pérdidas por defectos en calidad y repetición de trabajos	63
5.6	El efecto acumulativo cúbico del TPM en la efectividad total de los equipos	67
7.1	Formato de auditoría	99

Listado de fotos

Nº de foto	Nombre de la foto	Página
1	Gavetas para limpieza y atención básica	98

Glosario

Moldeo.- Acción de vaciar o verter metal líquido en un molde.

Rack's.- Gaveta, estante, alacena.

Reingeniería.- Proceso por el cual se establece un método nuevo sin tomar en cuenta la forma anterior de hacer las cosas.

Resumen autobiográfico.

- Ing. Miguel Angel Hortiales Rendón
- Mis padres son: Efraín Hortiales Pacheco y Ruth Rendón Mares
- Nací en Miraflores Edo. de México en 1958.
- Estudie Primaria en Miraflores Edo de México.
- Curse Secundaria Técnica en Mixquic D.F. llevando la especialidad en Máquinas-Herramienta.
- Curse la escuela Normal Técnica en E.Na.Ma.C.T.I. en el D.F. con especialidad en Mecánica de Precisión.
- Curse la carrera de I.M.A. en la FIME UANL.
- Trabaje 15 años como maestro en la Escuela Secundaria Técnica N° 11.
- Trabaje como jefe de Ingeniería y Diseño en Industrias Kruger S.A.
- Trabaje como jefe de Producción en Industrias Kruger S.A.
- Trabaje como jefe de Mantenimiento en Red Transportadora Nacional de Carga S.A.
- Trabaje en la Escuela práctica para Electricistas de LATINCASA
- Actualmente presto mis servicios en una empresa del Grupo Industrial ALFA.
- Fui jefe de academia de taller mecánico y eléctrico en FIME UANL.
- Soy maestro de planta desde hace 10 años en la FIME UANL:
- Candidato al grado de Maestro en Ciencias de la administración con especialidad en Producción y Calidad.

