

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**  
**Y ELECTRICA**



**TPM**  
**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

**TESIS**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR**

**PRESENTA**

**JOSE GUMARO MARQUEZ DAVILA**  
**ASESOR: ING. ROBERTO ELIZONDO VILLARREAL**

**MONTERREY, N. L.**

**SEPTIEMBRE DE 1997**

T

TS155

.8

M3

1997

c.1



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



TPM

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRESENTA

JOSE GUMARO MARQUEZ DAVILA

ASESOR: ING. ROBERTO ELIZONDO VILLARREAL

MONTERREY, N. L.

SEPTIEMBRE DE 1997

T  
TS 155  
8  
M3  
1997



El haber llegado al final de uno de mis objetivos me hace recordar y agradecer infinitamente el apoyo que algunas personas me brindaron:

A mis familia :

Martha Dávila Moreno  
Gumaro Márquez Lucio  
Martha Rosa Márquez Dávila  
Perla Liliana Márquez Dávila  
Ercilia Márquez Dávila

Muy especialmente a mi novia y a sus padres :

Ma. del Carmen Rentería Piña  
Sra. Ma del Carmen Piña Méndez.  
Sr. Ramiro Rentería Rangel

A Maestros y Amigos.

A CHAMS DE MÉXICO por las atenciones y facilidades prestadas.

# INDICE

CAPITULO	PAGINA
<i>INTRODUCCION.....</i>	2
<i>1. ¿Que es el TPM ?.....</i>	3
<i>2. SEIS GRANDES PERDIDAS.....</i>	4
<i>3. RELACIÓN DEL TPM CON LA TEORIA DEL CERO DEFECTOS.....</i>	5
<i>4. RELACION ENTRE EL TPM, LA TEROTECNOLOGIA Y LA LOGISTICA.....</i>	6
<i>5. LAS PARADAS ACELERAN EL DETERIORO DEL EQUIPO.....</i>	8
<i>6. LAS CUATRO ACTIVIDADES NECESARIAS DEL DESARROLLO DEL TPM.....</i>	12
<i>7. ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DEL TPM.....</i>	20
<i>8. MEDICIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL TPM.....</i>	40
<i>9. TABLA DE ATRIBUTOS DE LOS EQUIPOS.....</i>	48
<i>10. MANTENIMIENTO PLANIFICADO.....</i>	49
<i>11. SIETE TIPOS DE ANORMALIDAD.....</i>	50

## INTRODUCCIÓN

EL TPM fue introducido en 1971 en Japón; el TPM es el mantenimiento productivo realizado por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos; como el TQC que es el control de calidad total de toda la compañía, el TPM es mantenimiento del equipo realizado sobre una base de toda la compañía.

La meta dual del TPM es el cero averías y el cero defectos. Cuando se eliminan las averías y defectos, las tasas de operaciones del equipo mejoran, los costos se reducen, el stock puede minimizarse y como consecuencia la productividad del personal aumenta. Por supuesto, tales resultados no pueden lograrse de la noche a la mañana.

El costo actual depende de la calidad del equipo y de la calidad del mantenimiento. Sin embargo, conforme se incrementa la productividad estos costos se reemplazan rápidamente por los beneficios.

Después de la segunda guerra mundial, los actores japoneses tomaron prestados y modificaron las técnicas y conocimientos de dirección y fabricación de los Estados Unidos. Después, los productos fabricados en Japón han llegado a ser conocidos por su superior calidad y se han exportado en grandes cantidades a las naciones industriales de occidente.

Lo mismo ha ocurrido en el campo de mantenimiento de equipo. Como el mantenimiento preventivo se origino en los Estados Unidos, el Japón lo importo y le hizo adopciones posteriores, lo cual originó la creación del TPM.

Lo que ahora denominamos TPM de hecho es el mantenimiento preventivo de estilo americano, modificado y ampliado para ajustarse al entorno industrial japonés.

FASE I: Mantenimiento de Averías. Antes de los 50´ s.

FASE II: Mantenimiento Preventivo. Años 50´ s.

- Establecimiento de las funciones de mantenimiento.
- Mantenimiento con periodos de revisión y servicios.

FASE III: Mantenimiento productivo. Años 60´ s.

- Predicción de averías

FASE IV: TPM . Años 70´ s.

## CAPITULO 1. **¿ QUE ES EL TPM ?**

Una definición completa del TPM incluye los siguientes cinco elementos:

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

El "Mantenimiento Productivo total" la palabra " Total " tiene tres significados que describen las características principales del TPM:

- 1. "Efectividad total" referida en el punto 1 anterior indica que el TPM percibe la eficiencia económica o rentabilidad.*
- 2. Sistema de "mantenimiento total"; incluye prevención del mantenimiento y mejora continua del mantenimiento.*
- 3. "Participación total" de todos los empleados, esto incluye el mantenimiento autónomo por los operarios a través de las actividades de pequeños grupos.*

## CAPITULO 2. **SEIS GRANDES PERDIDAS**

El objeto de las actividades de mejora de la producción es incrementar la productividad minimizando el Input y maximizando el Output. Más que solo cantidad Output incluye mejorar la calidad reducir los costos y cumplir las fechas de entregas mientras incrementa la moral y se mejoran las condiciones de seguridad y bienestar y el entorno de trabajo en general.

El TPM se esfuerza en maximizar el Output manteniendo condiciones operativas ideales y manejando el equipo eficazmente.

*Cuando una pieza del equipo sufre una avería experimenta pérdidas periódicas de velocidad, o le falta precisión o produce defectos y no se esta operando con eficacia.*

Para lograr la efectividad global del equipo, el TPM trabaja para eliminar las "seis grandes pérdidas", que son formidables obstáculos par la efectividad del equipo estas son:

### Tiempo de parada

- 1. Fallo del equipo por averías.*
- 2. Cambios de útiles, herramientas y/o ajustes.*

### Perdidas de velocidad:

- 3. Tiempos en vacíos y paradas menores.*
- 4. Reducción de velocidad debidas a diferencias entre la velocidad del diseño y la actual del equipo.*

### De defectos:

- 5. Defectos de proceso debido ha desechos y defectos de calidad a reparar.*
- 6. Reducción de rendimiento desde el arranque de la maquina a la producción estable.*

### CAPITULO 3.

## RELACIÓN DEL TPM CON LA TEORÍA DEL CERO DEFECTOS.

El movimiento ZD(Cero defectos) llega al Japón desde los Estados Unidos en 1965, cuando ahí se difundieron las campañas ZD.

La meta del cero defecto es crear medios de promover la prevención, un elemento esencial en la persecución de la calidad.

1. La definición de calidad es la satisfacción de los requerimientos.
2. El sistema de calidad es la prevención
3. El rendimiento estándar es el cero defectos.
4. La medida de la calidad es el precio de la no conformidad.

LOS CUATRO ABSOLUTOS DE LA DIRECCIÓN DE CALIDAD.  
PHILIP B. CROSBY, QUALITY WITHOUT TEARS

El cero defecto y el TPM tienen una filosofía en común. Mientras el cero defecto se esfuerza en prevenir los esfuerzos, el mantenimiento preventivo en Japón ha enfatizado la importancia de evitar las averías durante treinta años.

Como el fallo del equipo es un tipo de defecto el ZD y el TPM son en efecto sistemas preventivos enderezados a eliminar defectos.

En Japón los operarios mismos son los inspectores responsables de asegurar la calidad.

El ZD esta considerado un factor significativo en el éxito de un sistema de producción " Justo a Tiempo". Realmente si hay defecto entre las piezas suministradas es imposible la producción justo a tiempo y sin stock.

Gracias al ZD en Japón se mantienen stock de piezas o componentes para dos horas en comparación con las medias en occidente superiores a los 10 días.

## CAPITULO 4.

# **RELACIÓN ENTRE EL TPM , LA TEROTECNOLOGIA Y LA LOGISTICA.**

La "Terotecología" es un nuevo término acuñado en el Reino Unido en 1970. De acuerdo con la Institución de Estándares Británicos (BSI) es una combinación de dirección, finanzas, ingeniería y otras practicas aplicadas a los activos físicos percibiendo la economía de los costos del ciclo de vida (LCC). Su práctica concierne a la especificación y el diseño para la fiabilidad y el mantenimiento de la maquinaria de planta, el equipo, los edificios y estructuras, con su instalación. Autorización como modificación y reemplazo y retroacción de la información sobre el diseño de rendimiento y costo.

"Logística" es un antiguo termino militar que se refiere al apoyo de cada línea diferente desde las compras, el almacenaje, el transporte y el mantenimiento de artículos manufacturados y sistemas.

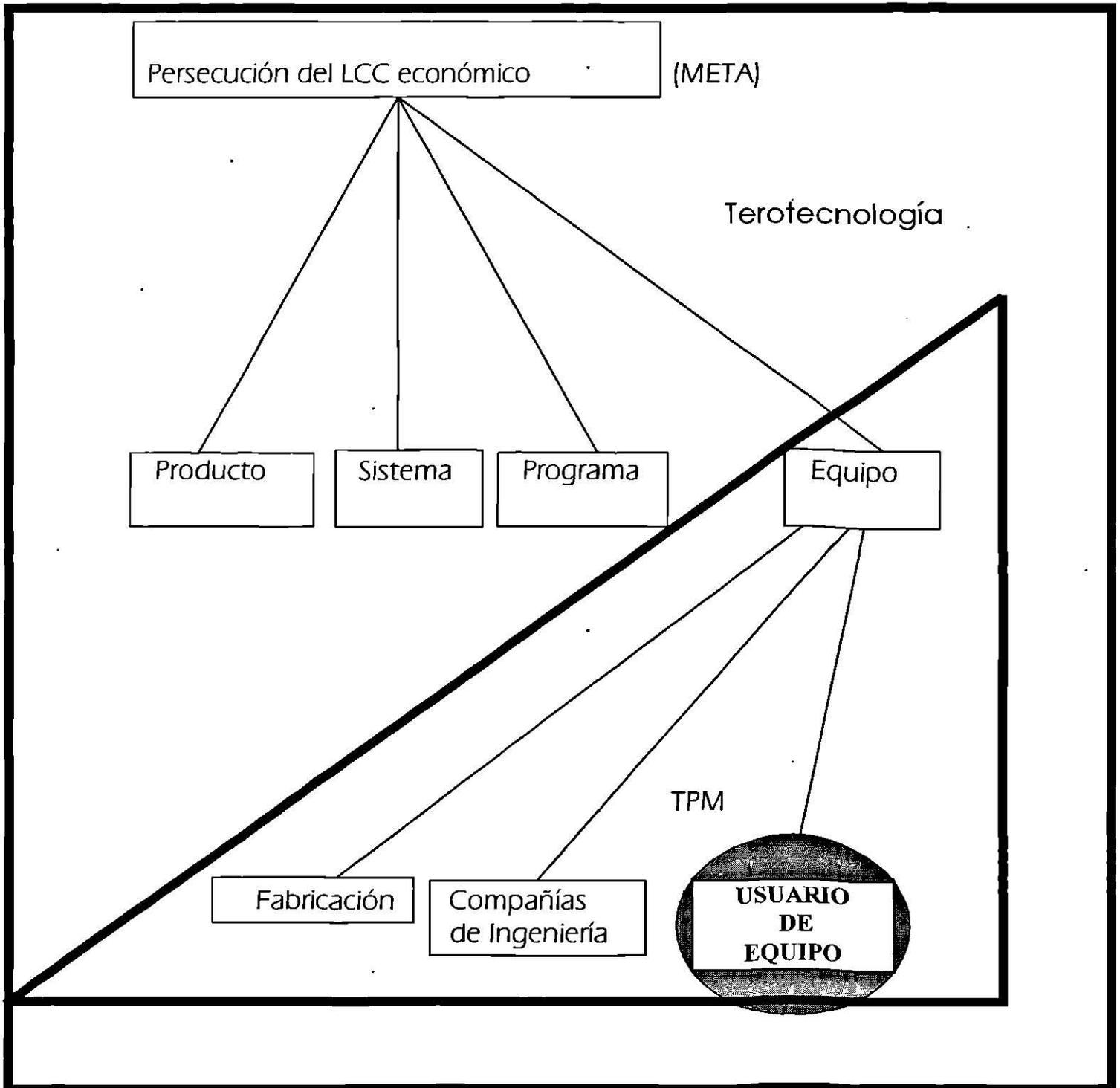
Los métodos actuales de logística han actualizado viejas nociones del ciclo de vida de los artículos y equipos a través de los conceptos LCC, Ingeniería de fiabilidad e Ingeniería de mantenimiento.

Aunque es verdad que el TPM , la Terotecología y la Logística tienen como meta común el LCC económico, difieren en términos de la meta precisa la localización de responsabilidad.

La Logística apunta a un área extremadamente grande, incluyendo artículos manufacturados, sistemas, programas, información y equipo.

Centrada solamente sobre el equipo (activos disponibles) , la terotecología incluye al proveedor del equipo , compañías de ingeniería y usuario del equipo, mientras el TPM se práctica solamente por el usuario del equipo.

Logística



## CAPITULO 5.

### **LAS PARADAS ACÉLERAN EL DETERIORO DEL EQUIPO.**

Nos gusta decir que mantener el equipo significa mantener la salud del equipo. La medicina preventiva ha reducido la incidencia de la enfermedad e incrementando la calidad de vida significativamente. Similarmente, el mantenimiento preventivo es medicina preventiva y mantenimiento de la salud del equipo.

El mantenimiento diario del equipo sirve al mismo propósito; lubricando, limpiando y realizando ajuste e inspecciones el deterioro puede prevenirse y advertirse los fallos (enfermedad) potenciales del equipo .

Justamente igual que una persona se responsabiliza de su salud, debe responsabilizarse de la salud del equipo que emplea. En otras palabras el mantenimiento diario es responsabilidad del operario del equipo. Esta es la premisa básica del mantenimiento autónomo por los operarios.

Adicionalmente los técnicos de mantenimiento que son en efecto doctores de equipo, son responsables de inspecciones periódicas (auditoria del equipo similares a chequeos de salud) y de reparaciones preventivas (reemplazamientos anticipados como tratamientos tempranos).

Cuando el polvo y los pequeños restos metálicos se adhieren a las partes móviles de superficies deslizantes de maquinaria, las superficies se rayan causando desgaste.

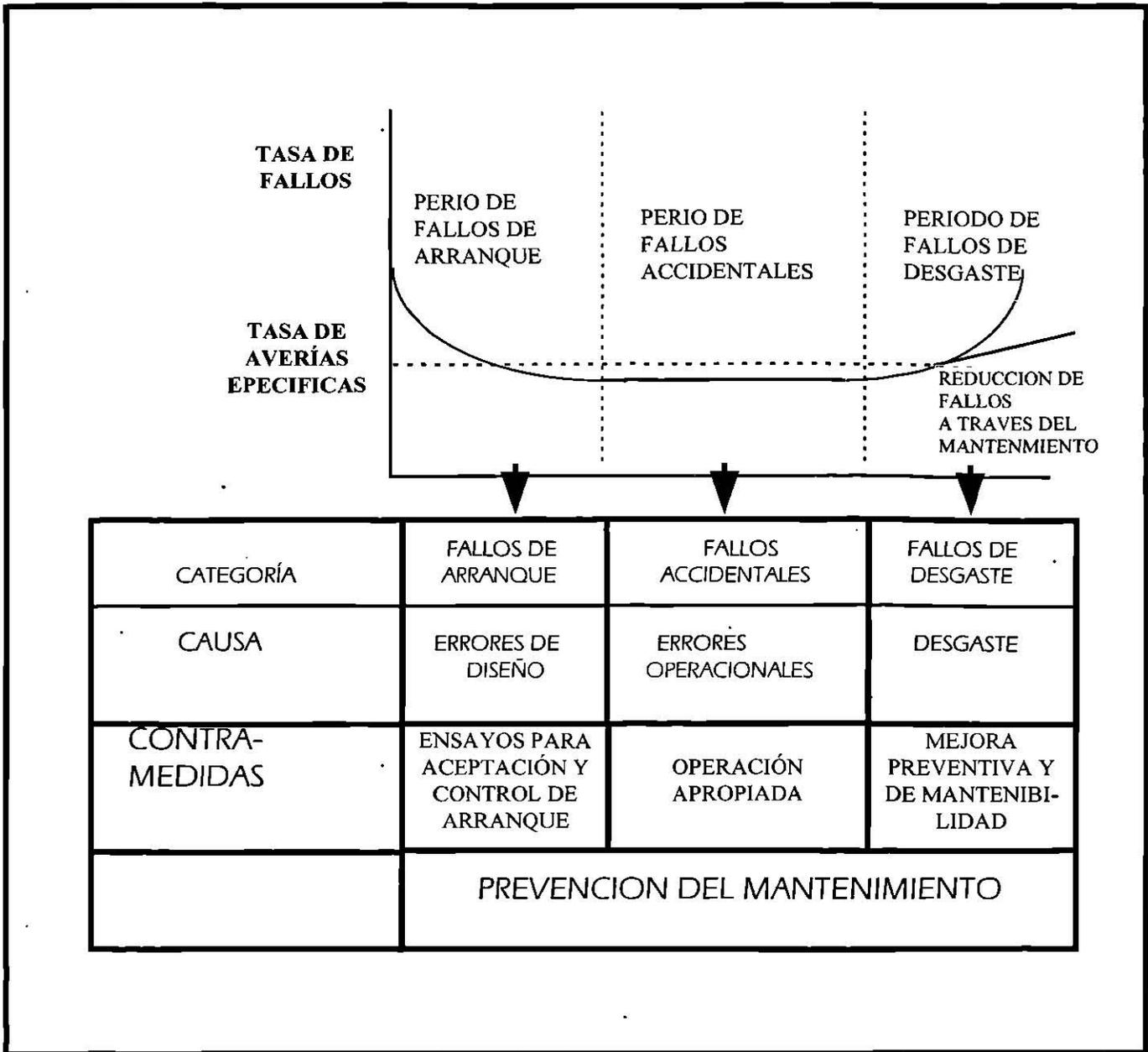
Y cuando se negligé la lubricación puede resultar una fricción o calentamiento excesivo, despilfarrando energía.

Una inspección general a menudo revela que mas de la mitad de las tuercas y pernos están flojos . Cuando el aflojamiento de estos y el desgaste continúan sin atenderse pueden causar sacudidas vibraciones, movimientos, turbulencias excesivas lo que estimula una abrasión normal causando un deterioro adicional.

**¿POR QUE NO PUEDE POR SI SOLO ELIMINAR LAS AVERÍAS EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO?**

De acuerdo con los principios de ingeniería de fiabilidad las causas de fallo del equipo cambian con el paso del tiempo.

En la siguiente figura, las averías , o tasa de fallos aparecen en el eje vertical. La curva de tasa de fallos se denomina también “ la curva característica de periodos de vida “, o la curva “bañera” (por su perfil característico). Cuando el equipo es nuevo, hay una alta tasa de fallos (período de fallos inicial), que eventualmente desciende y un largo período de tiempo permanece constante (período de fallos accidentales). Finalmente conforme el equipo se acerca al final de su vida útil, la tasa de fallos se incrementa de nuevo (período de fallos de desgaste).



·Por lo tanto para lograr resultados efectivos debe tratarse cada tipo de avería con contramedidas diferentes.

Las causas del fallo en el periodo inicial son el diseño y los errores de fabricación. Para combátirlas el departamento de mantenimiento debe conducir tests de pruebas en la primera fase, debe perseguirse la mejora de la mantenibilidad para descubrir y tratar las debilidades en diseño y fabricación.

Los fallos accidentales tienen por causa primordialmente errores de operación, de forma que la contramedida mas efectiva es asegurar que los operarios estén altamente capacitados en el manejo de los equipos.

Los fallos de desgaste se deben al limitado periodo natural de vida de las piezas del equipo. La vida del equipo puede ampliarse mediante un mantenimiento preventivo de calidad y mejorando la mantenibilidad.

·La prevención del mantenimiento es una contramedida efectiva para todos los tipos de avería en la fase de planificación y o diseño debe incorporarse un diseño libre de mantenimiento para evitar los fallos del periodo inicial accidentales y de desgaste.

#### CINCO CONTRAMEDIDAS PARA EL CERO AVERÍAS.

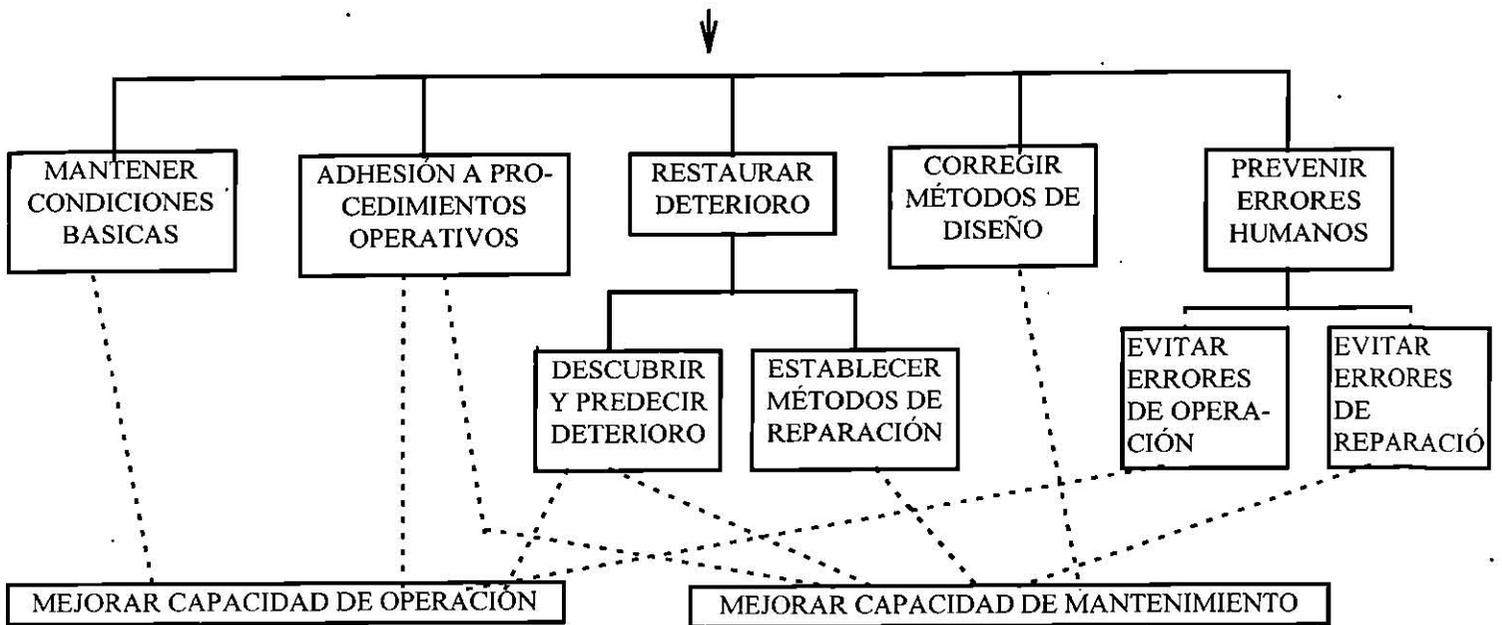
Para eliminar los fallos debemos sacar a la luz los defectos ocultos y tratar el equipo antes de que se averíe. Los defectos que permanecen indetectados y sin tratamiento se denominan "defectos ocultos". Si continúan sin tratamiento, tarde o temprano provocan avería. Por lo tanto es importante identificar los defectos ocultos y restaurarlos a las condiciones optimas.

Las siguientes cinco contramedidas ayudan a eliminar los fallos:

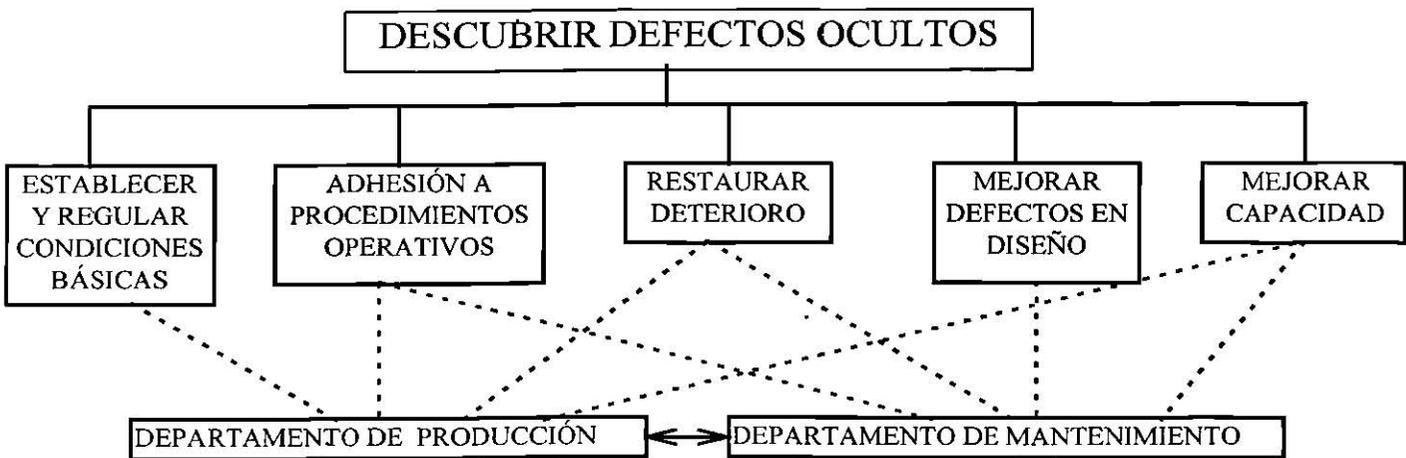
- 1. Mantener bien reguladas las condiciones básicas (limpieza, lubricación y ajuste).*
- 2. Adherencia a procedimientos de operación apropiado .*
- 3. Restaurar el deterioro.*
- 4. Mejorar la operación y capacidad de mantenimiento.*
- 5. Mejorar los puntos débiles de diseño.*

*Las averías ocurren a menudo porque el personal falla en la ejecución de medidas simples.*

**CINCO TIPOS DE MEDIDAS CONTRA AVERÍAS**



Para asegurar que los procedimientos simples se realizan plenamente, los departamentos de mantenimiento y operaciones deben entender los respectivos roles y cooperar, como las ruedas de un coche. Deben tener la voluntad de ajustar sus puntos de vida y conducta y cumplir con sus respectivos deberes.



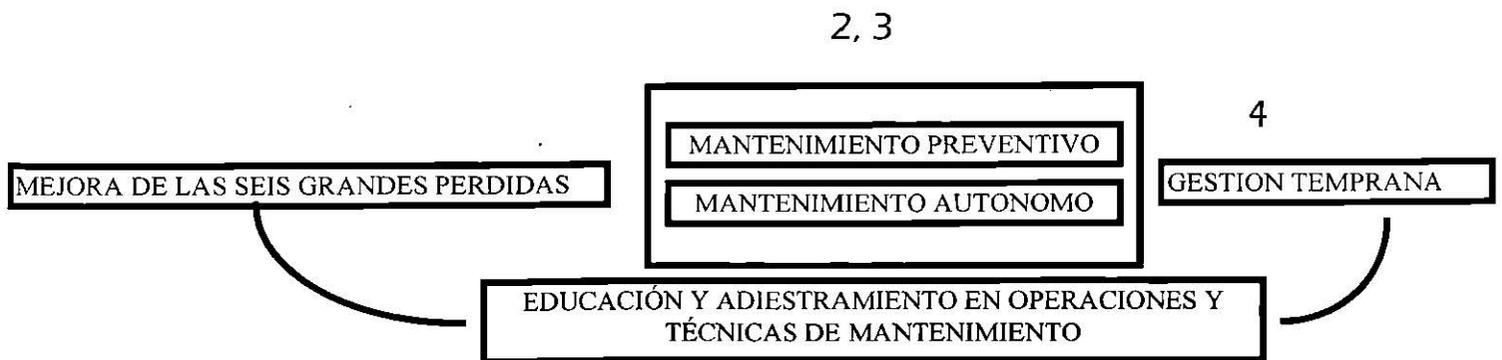
## CAPITULO 6

# LAS CUATRO ACTIVIDADES NECESARIAS DEL DESARROLLO DEL TPM

Cada compañía debe desarrollar su propio plan de acción porque los problemas y necesidades varían dependiendo de la compañía, tipo de industria , métodos de producción y tipo de equipo.

Generalmente la implantación con éxito del TPM requiere:

1. Eliminar las seis grandes perdidas para mejorar la efectividad del equipo.
2. Un programa de mantenimiento autónomo.
3. Un programa para el departamento de mantenimiento.
4. Un programa inicial de dirección y gestión del equipo.



## I.- MEJORA DE LAS SEIS GRANDES PERDIDAS

SEIS GRANDES PERDIDAS	ENFOQUE
FALLOS DE EQUIPO	RESTAURACIÓN
PREPARACIÓN Y AJUSTE	PERSEGUIR CONDICIONES IDEALES
PARADAS MENORES Y TIEMPOS MUERTOS	ELIMINAR DEFECTOS MENORES
REDUCCIÓN DE VELOCIDAD	REDUCIR Y SIMPLIFICAR AJUSTES
DEFECTOS EN PROCESO	ANÁLISIS DE CAPACIDAD
RENDIMIENTO REDUCIDO	ANÁLISIS PM

	REDUCCION DE VARIABILIDAD DE VIDA ECONÓMICA	ALARGAR VIDA ECONOMICA	HACER REPARACIONES OCASIONALES	PREDECIR VIDA ECONÓMICA
<b>II.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<p>ELIMINAR EQUIPO INFERIOR</p> <p>RESTAURAR EL EQUIPO</p> <p>MANTENIMIENTO BÁSICO</p> <p>ADHERENCIA A CONDICIONES DE USO</p>	<p>MEJORAR DEBILIDADES DE DISEÑO</p> <p>ELIMINAR AVERÍAS INESPERADAS</p> <p>REPARACION Y MANTENIMIENTO EXTERIOR</p>	<p>ESTIMAR PERIODOS DE VIDA Y PLANEAR RENOVACIÓN PERIÓDICA</p> <p>IDENTIFICAR SINTOMAS DE DETERIORO</p>	<p>PREDECIR PERIODO DE VIDA USANDO TÉCNICAS DE DIAGNOSTICO</p> <p>HACER ANÁLISIS TÉCNICO DE AVERÍAS MAYORES</p> <p>MANTENER PRECISIÓN DE EQUIPO</p>
<b>III.-MANTENIMIENTO AUTONOMO</b>	<p>1.- LIMPIEZA BASICA</p> <p>2.- TRATAR FUENTES DE PROBLEMA</p> <p>3.- FIJAR ESTANDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</p>	<p>4.- INSPECCION GENERAL DEL EQUIPO</p>	<p>5.- INSPECCIÓN AUTONOMA</p>	<p>6.- ORGANIZACIÓN Y ORDEN (Relacionado con calidad ).</p> <p>7.- MANTENIMIENTO AUTONOMO</p>

#### IV. EDUCACIÓN Y ADIESTRAMIENTO EN OPERACIONES Y TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO

Las empresas florecen desarrollando sus recursos humanos y asegurando que todos sus empleados lleguen a ejercer su pleno potencial. El objetivo último del TPM es crear entornos capaces de responder positivamente al clima cambiante de los negocios, los avances tecnológicos, la sofisticación de los equipos, y las innovaciones directivas.

Es esencial que en este entorno haya personas competentes que comprendan íntimamente su equipo. Los operarios que están más cercanos a los equipos deben tener la voluntad y ser capaces de cuidar su material por sí mismos.

Mientras tanto, el personal de mantenimiento debe adquirir la tecnología y capacidad requeridas para actuar como custodios profesionales de los equipos.

Similarmente, los ingenieros, que proyectan los equipos y los ingenieros de producción deben adquirir maestría en tecnología de equipos, técnicas de gestión y capacidad directiva para cumplir sus propias funciones. Sin todo esto, los beneficios de un esfuerzo TPM a gran escala permanecerán en el mundo de los sueños. Se lograrán resultados, pero serán puntuales y no permanecerán.

En la práctica, los departamentos de producción tienden a centrarse exclusivamente en la producción en su sentido estricto, mientras los departamentos de mantenimiento caen en un mar de averías. Las empresas negligentes e cuanto a tecnología de mantenimiento y que no promueven la formación de su personal, viven inmersas en un círculo vicioso, y no pueden librarse de averías, tiempos en vacío, pequeñas paradas, y defectos de calidad originados en los equipos. A lo anterior se asocian las tasas de operación bajas, la productividad deficiente, y las condiciones de trabajo inseguras.

##### Filosofía básica de la formación y entrenamiento.

En el TPM, los dos conceptos básicos de la formación son el entrenamiento en el mismo trabajo y el autodesarrollo. fundamentalmente, la mejora de las destrezas de los individuos no solo incide eficazmente en la eficiencia de la empresa, si no que también aumenta la vitalidad de las personas y su orgullo por el trabajo.

Por supuesto, la formación fuera del ámbito del trabajo y las actividades de apoyo son también importantes para asegurar una buena educación.

Para lograr buenos resultados, directores y supervisores deben dedicarse a formar al personal a su cuidado. Deben invertir una buena parte de su energía en desarrollar personas competentes en equipos. Así lo requiere la estrategia formativa del TPM .

¿ Que es capacidad ?

*Capacidad* es la habilidad para hacer el trabajo, y la destreza para aplicar correctamente y reflexivamente conocimientos y experiencia a toda clase de sucesos durante un extenso período. La acumulación sistemática de formación, experiencia e información permite a las personas diagnosticar y actuar apropiadamente. Cuanto más rápidamente pueda tratar una persona una anomalía, más elevado es su nivel de capacidad.

La capacidad es producto de la motivación personal y un profundo entrenamiento. El resultado final es la maestría. Para facilitar que el personal logre el grado de maestría necesario, las empresas deben poner en práctica los métodos de formación, más eficaces.

## OPERARIOS COMPETENTES EN EQUIPOS

Las tareas de los operarios están evolucionando, desde operaciones manuales hacia mayores porcentajes de verificación y supervisión.

Los operarios deben adquirir las cuatro habilidades que relaciono a continuación; deben estar tan familiarizados con sus equipos que éstos lleguen a ser como una prolongación de sus brazos y cerebros.

Las habilidades se adquieren mediante el entrenamiento en el trabajo , y la práctica del mantenimiento autónomo.

## ELEMENTOS NECESARIOS PARA LOS OPERARIOS COMPETENTES EN PROCESOS

### NIVEL 1.

- Comprender las funciones y los rendimientos de los procesos
- Operación correcta de los procesos

### NIVEL 2.

- Comprender las propiedades de los materiales que se manejan
- Realizar los ajustes y montajes correctos

### NIVEL 3.

- Detectar pronto las anomalías
- Tomar acciones de emergencia contra las anomalías.

### NIVEL 4.

- Reconocer las señales de anomalía
- Tratar correctamente las anomalías
- Realizar correctamente chequeos generales periódicos y reemplazo de piezas.

1. Los operarios competentes en equipos pueden detectar las anomalías y efectuar mejoras. Deben ser capaces de:

- Detectar las irregularidades del equipo.
- Comprender la importancia de la lubricación, lubricar correctamente y chequear los resultados.
- comprender la limpieza y su función de inspección y realizarla correctamente.
- Comprender la importancia de minimizar la dispersión y fugas de productos, primeras materias y otros contaminantes y desarrollar mejoras que traten estos problemas.
- Corregir o mejorar las irregularidades detectadas.

2. Los operarios competentes en equipos comprenden la estructura y funciones de sus máquinas y son capaces de descubrir las causas de las anomalías.

- Comprender los puntos clave de la fabricación del equipo.
- Mantener el rendimiento del equipo inspeccionándolo al limpiarlo.
- Conocer los criterios para identificar las anomalías.

- Comprender las causas de las anomalías.
  - Juzgar correctamente cuando deben parar el equipo.
  - Hasta cierto punto, diagnosticar los fallos.
3. Los operarios competentes en equipos comprenden la relación entre equipos y calidad y pueden predecir las anomalías de la calidad y descubrir sus causas.
- Comprender la relación entre equipos y características de calidad del producto.
  - Comprender las causas de los defectos.
4. Los operarios competentes en equipos pueden entender y reparar sus máquinas. Deben ser capaces de:
- Reemplazar componentes.
  - Conocer los tiempos de vida de los componentes.
  - Postular las causas de los fallos.
  - Tomar medidas de emergencia.
  - Participar en las reparaciones generales con equipo desmontado.

Personal de mantenimiento competente en equipos.

En muchas industrias, la fiabilidad del equipo afecta significativamente a la productividad, calidad del producto, seguridad, etc.

Naturalmente, esta es la razón por la que es absolutamente necesaria una excelente capacidad de mantenimiento. Para satisfacer esta demanda, los técnicos de mantenimiento deben adquirir una amplia gama de habilidades.

Los profesionales de mantenimiento deben ser capaces de:

- Instruir a los operarios para un manejo, operación, y mantenimiento diario correctos.
- Evaluar correctamente si el equipo está funcionando correctamente o no.
- Rastrear las causas de las anomalías y restaurar correctamente el equipo.
- Mejorar la fiabilidad de los equipos y componentes, alargar los tiempos de vida de los equipos, y reducir las anomalías y fallos.
- Comprender los diagnósticos de equipos de equipos, usarlos y estandarizarlos.
- Optimizar las actividades precedentes y hacerlas tan eficaces en costes y tiempo como sea posible.

La fiabilidad de los ajustes y montajes se mejora utilizando controles visuales ( que indiquen contenidos y direcciones de flujo en tubos, rangos aceptables en los instrumentos de medida, etc.)  
Manejo correcto de las anomalías. Esta fase consiste en dos tareas separadas.

*Primero*, identificar las partes del proceso que puedan avisar futuros o previsibles accidentes, preparar manuales que describan las señales de aviso y enseñar a los operarios a reconocer y comprender dichas señales de modo que puedan predecir y evitar accidentes.

*Segundo*, compilar estándares provisionales de limpieza y chequeo agregándolos y combinándolos para crear estándares de inspección periódica y reemplazo de procesos completos o áreas.

Esto informa y concientiza al personal sobre su función en el mantenimiento planificado para evitar omisiones o duplicaciones. Como parte de esto , se incrementa la precisión de los chequeos del proceso enseñando a los operarios técnicas simples para la inspección general y supervisión de las condiciones tales.

## PROGRAMA DE GESTIÓN TEMPRANA

La gestión de los equipos en las industrias de proceso tiene los tres aspectos que a continuación se mencionan.

El primero involucra la planificación para el ciclo completo de la vida del equipo. El balance ("trade - off") entre costos y tecnología debe realizarse contemplando la vida entera de la instalación, desde el momento en que una máquina o instalación se planifica y diseña hasta su reemplazo.

El segundo aspecto se refiere al tipo de mantenimiento a realizar, esto es, el enfoque (preventivo, correctivo, productivo, etc.; ) y su frecuencia (programado o no programado). Para eliminar averías, las empresas den combinar inteligentemente estos diferentes conceptos de mantenimiento .

El tercer aspecto involucra la asignación de responsabilidades para el mantenimiento, esto es , decidir qué tareas se realizaran autónomamente por los operarios de producción o por especialistas de mantenimiento. Hasta el momento presente, los departamentos de producción y mantenimiento atacan algunas tareas de mantenimiento independientemente y otras en colaboración.

Sin embargo, la frontera es probable que éste cambiando conforme los equipos se automatizan y se requiere menos intervención de personas, deben considerarse también los tipos de equipos que se gestionan.

## CAPITULO 7

# ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DEL TPM

Lleva como mínimo tres años la implantación del TPM para que puedan lograrse resultado al nivel de ganador del premio.

La meta del TPM es efectuar mejoras fundamentales dentro de una empresa mejorando la utilización de equipo y trabajadores. Para eliminar las seis grandes perdidas debemos primero cambiar las actitudes del personal e incrementar sus capacidades. Incrementar su motivación (Yaruki) y competencia (Yaruude) maximizar la efectividad y operación del equipo.

Tales mejoras en la calidad y funcionamiento del equipo y en la visión mental son esenciales para la mejora fundamental de las corporaciones.

Otro factor fundamental es Yaruba o entorno de trabajo que es una tercera condición importante para la mejora. Debemos crear un entorno de trabajo que apoye al establecimiento de un programa sistemático para la implantación del TPM.

## PROGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL TPM

Paso	Puntos Clave
<i>Preparación:</i>	
1. Anuncio formal de la decisión de introducir el TPM	La Dirección anuncia su decisión y el programa de introducción del TPM en una reunión interna; publicidad en revista de la empresa.
2. Educación sobre TPM introductoria y campaña de publicidad	Dirección superior; grupos de formación para niveles específicos de dirección
3. Crear una organización para promoción interna del TPM	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comité de dirección y</li><li>•</li></ul>
4. Establecer los objetivos y políticas básicas TPM	<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer líneas de actuación estratégica y objetivos</li><li>• Prever efectos</li></ul>
5. Diseñar un plan maestro para implantar el TPM	Desde la fase de preparación hasta la postulación para el premio PM
<i>Introducción:</i>	
6. Introducción y lanzamiento del proyecto empresarial TPM	Invitar a clientes, filiales y subcontratistas
7. Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción.	Perseguir hasta el final la eficacia global de la producción
7.1 Realizar actividades centradas en la mejora.	Actividades de equipos de proyectos y de pequeños grupos en puntos de trabajo
7.2 Establecer y desplegar programa de mantenimiento autónomo	Proceder paso a paso, con auditorías y certificando la superación de cada paso
7.3 Implantar un programa de Mantenimiento Planificado.	Mantenimiento correctivo Mantenimiento con parada
7.4 Formación sobre capacidades para mantenimiento y operación correctos	Mantenimiento Predictivo Educación de líderes de grupo que después forman a

INTRODUCCION AL TPM ; S. Nakajima ; Productivity Press.

TPM EN INDUSTRIA DE PROCESO ; Tokutaro Suzuki ; Productivity Press.

	miembros de grupos
8. Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos.	Desarrollar productos y equipos fáciles de usar y mantener.
9. Crear un sistema de mantenimiento de calidad	Establecer mantener y controlar las condiciones para el cero defectos
10. Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz: TPM en departamentos indirectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la eficacia de los departamentos de apoyo a producción</li> <li>• Mejorar y agilizar las funciones administrativas y el entorno de oficinas</li> </ul>
11. Desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y el entorno.	Asegurar un entorno de trabajo libre de accidentes y polución
Consolidación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postular para el premio PM</li> </ul>
12. Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos legales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contemplar objetivos más elevados</li> </ul>

Uno de los modos más efectivos para elevar la moral y lograr resultados positivos es dar a los empleados una meta por la cual esforzarse.

### Paso 1: ANUNCIO DE LA DIRECCIÓN DE LA DECISIÓN DE INTRODUCIR EL TPM .

El primer paso en el desarrollo TPM es hacer un anuncio oficial de la decisión de implantar el TPM . La alta dirección debe informar a su empleados de su decisión e infundir entusiasmo para el proyecto. Es esencial en este punto que la alta dirección tenga un fuerte compromiso con el TPM y entienda lo que entraña al compromiso.

Es por esto que el TPM debe implantarse con el persistente apoyo y el firme liderazgo de la dirección, aunque el programa dependa de la participación total de los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de líneas.

Durante las dos primeras fases del desarrollo del TPM, la dirección deben entrenar a los trabajadores para tratar el equipo por si mismos mejorando sus capacidades de operación y mantenimiento y promoviendo el mantenimiento autónomo.

Lleva un tiempo considerable cambiar las actitudes y habito del personal pero merece la pena el esfuerzo porque se tiene al alcance un 50% de incremento en la productividad.

La alta dirección debe entender y creer en el concepto del TPM antes de implantarlo.

## Paso 2 LANZAMIENTO DE LA CAMPAÑA EDUCACIONAL

El segundo paso es el entrenamiento y promoción lo que debe empezar tan pronto como sea posible después de introducir el programa.

El objetivo de la educación es no solamente explicar el TPM sino también elevar la moral y romper la resistencia al cambio.

## Paso 3 CREAR ORGANIZACIONES PARA PROMOVER EL TPM

Una vez que se a completado la educación introductoria al nivel de personal de dirección (de jefes de sección para arriba), puede empezar la creación de un sistema promocional del TPM.

Tradicionalmente, las actividades de pequeños grupos tales como los círculos QC, se organizan a parte de la estructura de la organización, estos círculos QC preexistentes pueden utilizarse par promover las actividades del TPM sin embargo, normalmente las actividades de los pequeños grupos autónomos pueden realizarse dentro de la estructura de la organización existente.

El JIPM recomienda una red de pequeños grupo superpuestos, organizados en cada nivel desde la alta dirección hasta el nivel operativo. Cada líder de grupo participa como miembro de un pequeño grupo en el nivel siguiente. En otras palabras, los líderes de grupos sirven como colecciones entre niveles facilitando la comunicación.

## Paso 4 ESTABLECER POLÍTICAS NETAS PARA EL TPM

Aunque a menudo los esloganes y lemas se exhiben en paneles y vallas no hay que olvidar en adherir también a los mismos medios, políticas concretas básicas y metas anuales. Aunque las políticas puedan consistir en proposiciones abstractas. Verbales escritas o escritas las metas deben ser cuantitativas y precisas especificando las metas (que), la cantidad (cuanto), y el periodo del tiempo (cuando).

Una vez fijadas las metas a medio y largo plazo para la compañía deben desarrollarse adicionalmente a cada departamento y nivel.

Las metas anuales se determinan por los directores y supervisores asegurando que los temas y metas establecidas independientemente por los pequeños grupos de trabajo son consistentes y congruentes con las metas globales de la compañía.

## Paso 5. FORMULAR UN PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO DEL TPM

Un ejemplo de este plan maestro puede ser

1. Mejorar la efectividad del equipo a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas (realizado por equipos de proyecto).
2. Establecer un programa de Mantenimiento Autónomo por los operarios (siguiendo un método de siete pasos)
3. Aseguramiento de la calidad
4. Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento.
5. Educación y entrenamiento para aumentar las capacidades personales.

## Paso 6 EL DISPARO DE SALIDA DEL TPM.

El disparo de salida es el primer paso para la implantación, el comienzo de la batalla contra las seis grandes pérdidas. Durante la fase de preparación (paso 1-5) la administración juega el papel dominante.

Sin embargo a partir de este punto los trabajadores individuales deben cambiar desde sus rutinas de trabajo diario tradicionales y empezar a practicar el TPM. Cada trabajador juega ahora un rol crucial. Como alguien ha dicho " No hay lugar para ser espectador en el TPM".

El disparo de salida debe ayudar a cultivar una atmósfera que incremente la moral y dedicación de los trabajadores.

## Paso 7 MEJORAR LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO.

El staff de ingeniería y mantenimiento, los supervisores de línea y los miembros de pequeños grupos de proyecto que harán mejoras para eliminar las pérdidas, estas mejoras producirán resultados positivos dentro de la compañía.

Estos proyectos tienen un beneficio dual: Prueba la efectividad del TPM y dan al Staff de ingeniería y mantenimiento una experiencia directa.

## Paso 8 ESTABLECER UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA LOS OPERARIOS.

El TPM mejora los resultados empresariales y crea lugares de trabajo agradables y productivos cambiando el modo de pensar y trabajar con los equipos de todo el personal. El mantenimiento autónomo (mantenimiento realizado por el departamento de producción) es uno de los pilares básicos más importantes del TPM.

### DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Dos claves para desarrollar un programa eficaz de mantenimiento autónomo son la *profundidad* y la *continuidad*. Un factor adicional decisivo es una perfecta integración con otras dos actividades TPM fundamentales: la *mejora orientada* y el *adiestramiento y formación*.

Los objetivos del mantenimiento autónomo

- Evitar el deterioro del equipo a través de una correcta y chequeos diarios
- Llevar el equipo a su estado *ideal* a través de su restauración y una *gestión* apropiada
- Establecer las condiciones básicas necesarias para tener el equipo bien mantenido *permanentemente*

Durante la era de alto crecimiento de los años 50 y 60, el equipo se tornó más sofisticado y complejo conforme avanzaba la tecnología y las plantas se agrandaban. Con la introducción del mantenimiento preventivo, el mantenimiento del equipo se especializó considerablemente.

Desde esa época hasta ahora, los departamentos de producción han jugado un papel sobre todo de supervisión, concentrándose en la producción y dejando el mantenimiento a los especialistas. Esto ha dado alas al síndrome: *\*Yo hago funcionar el equipo - tú lo reparas\**.

Sin embargo, el futuro es incierto y muchas empresas confían en sobrevivir reduciendo los costes para mejorar su competitividad. Como resultado, el mantenimiento autónomo ha llegado a ser un programa indispensable para eliminar pérdidas y desperdicio en las plantas y maximizar la eficacia del equipo existente.

El personal más adecuado para resolver estos problemas es el que está en contacto más íntimo con ellos en los lugares de trabajo (los operarios), de modo que es creciente la necesidad del mantenimiento autónomo.

## LA PRODUCCIÓN Y EL MANTENIMIENTO SON INSEPARABLES

Actualmente, a menudo es conflictiva la relación entre los departamentos de producción y mantenimiento. Cuando para la producción debido a operación fallos del equipo, los departamentos de producción se quejan amargamente \*Mantenimiento no hace bien su trabajo\*; \*Tarda demasiado tiempo en reparar el equipo\*; o \*Este equipo es tan anticuado, que no hay que maravillarse porque se averíe\*. Asimismo, proclaman que están demasiado ocupados para hacer los vitales chequeos diarios.

Paralelamente, el departamento de mantenimiento critica al de producción: \*Preparamos los estándares, pero no hacen los chequeos\*.

El mantenimiento autónomo por los operarios es una característica única del TPM. Cuanto más antigua es una compañía mas difícil es implantar el mantenimiento autónomo por que los operarios del personal de mantenimiento encuentran penoso apartarse del concepto "Yo opero - tu reparas".

Los operarios están acostumbrados a dedicarse a tiempo completo a la producción y el personal de mantenimiento espera asumir plena responsabilidad del mismo.

## MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN SIETE PASOS

PASOS	ACTIVIDADES	OBJETIVOS
1.- Realizar limpieza inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar el polvo y la suciedad del equipo.</li> <li>• Descubrir las irregularidades tales como los ligeros defectos, fuentes de contaminación, lugares inaccesibles y fuentes de defectos de calidad.</li> <li>• Eliminar los elementos innecesarios y raramente usados y simplificar el equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el deterioro acelerado eliminando el entorno nocivo de polvo y suciedad.</li> <li>• Elevar la calidad de trabajo de inspección y reparación y reducir los tiempos de inspección.</li> <li>• Establecer las condiciones básicas del equipo.</li> <li>• Descubrir y reparar los defectos ocultos.</li> </ul>
2.- Eliminar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reducir el tiempo dedicado dejar en orden el equipo, eliminando el polvo y la suciedad, evitando la dispersión y mejorando las partes que sean de limpieza, chequeo, lubricación, apretado o manipulación difíciles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la fiabilidad intrínseca del equipo impidiendo la adhesión del polvo y la suciedad y controlando esto en su fuente.</li> <li>• Incrementar la mantenibilidad mejorando la limpieza, inspección y lubricación.</li> <li>• Crear equipos que no requieran trabajo manual</li> </ul>
3.- Establecer estándares de limpieza, lubricación, apretado de tornillería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular estándares de trabajo que ayuden a mantener la limpieza y lubricación y apretado de tornillería a niveles adecuados con mínimos tiempos y esfuerzo.</li> <li>• Mejorar la eficiencia del trabajo de inspección introduciendo controles visuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustener las tres condiciones básicas para mantener adecuadamente el equipo y prevenir su deterioro (limpieza, lubricación y apretado de tornillería.)</li> <li>• Realizar inspecciones precisas por medio de controles visuales.</li> </ul>
4.- Realizar la inspección general del equipo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar la inspección sobre técnicas de inspección con base en manuales.</li> <li>• Poner en condición óptima los elementos individuales del equipo mediante la inspección general</li> <li>• Modificar el equipo para facilitar el chequeo. Hacer un uso extenso de los controles visuales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la fiabilidad realizando inspecciones generales y revertir el deterioro en cada parte del equipo .</li> <li>• adiestrar a todos los operarios para inspeccionar fiablemente, introduciendo controles visuales.</li> </ul>
5.- Realizar inspecciones generales de los procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar instrucción sobre los rendimientos de procesos, operaciones y ajustes, adiestrar sobre el manejo de anomalías con el fin de mejorar la fiabilidad operacional y tener operarios competentes.</li> <li>• Impedir las duplicidades u omisiones en la inspección periódica de cada equipo estándares provisionales de inspección, limpieza y reposición del proceso entero o del área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la fiabilidad y seguridad globales de los procesos mediante una operación correcta.</li> <li>• Afinar la precisión de la inspección de los procesos extendiendo y mejorando los controles visuales, pe. indicadores y contenidos de tubos y direcciones de flujo</li> <li>• Modificar el equipo para facilitar su funcionamiento.</li> </ul>
6.- Mantenimiento autónomo sistemático.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instaurar el mantenimiento de calidad y de seguridad estableciendo claros procedimientos y estándares.</li> <li>• Mejorar los procedimientos de preparación y reducir el trabajo en proceso</li> <li>• Establecer un sistema de auto-gestión para mejorar el flujo en el</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisar las relaciones entre los equipos y la calidad del producto y establecer un sistema de mantenimiento de calidad.</li> <li>• Estandarizar el mantenimiento y control de equipo de transporte, piezas de repuesto, herramientas, trabajos en proceso, productos finales, datos rutas de paso, equipos de limpieza y otros, e introducir controles visuales para todo en los lugares de trabajo.</li> </ul>

lugar de trabajo, las piezas de repuesto, herramientas, trabajo en curso, productos finales, datos ,etc.

7.- Práctica plena de la auto-gestión

- Desarrollar actividades de mejora y Estandarizar de acuerdo con los objetivos y políticas ,reducir costos eliminando el desperdicio en los lugares de trabajo
- Mejorando continuamente los equipos llevando registros precisos del mantenimiento (pe. MTBF) y analizando los datos sistemáticamente.
- Analizar sistemáticamente los datos para mejorar los equipos, y elevar la fiabilidad, seguridad, mantenibilidad, calidad y operabilidad de los procesos
- Priorizar las mejoras del equipo, ampliar su periodo de vida y los intervalos d chequeo, usando los datos firmes para identificar debilidades.

Las 5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke (aproximadamente, organización, buen arreglo, pureza, limpieza y disciplina) son principios básicos de la dirección de operaciones. En el momento actual aunque la mayoría de las fabricas aplican algunos de estos principios muchas lo hacen superficialmente. La dirección esta a menudo mas interesada con las apariencias, tales como pintar ciertas partes de las instalaciones e ignora la limpieza interna que exige desmontar y mover piezas. Cubrir con pintura en polvo la suciedad y la grasa es como poner sobre una piel sucia o enferma un vestido que la tape.

Muchas empresas confían en sobrevivir reduciendo los costos para mejorar su competitividad. Como resultado el mantenimiento autónomo ha llegado a ser un programa indispensable para eliminar perdidas y desperdicio en las plantas y maximizar la eficacia del equipo existente.

El personal mas adecuado para resolver estos problemas es el que esta en contacto mas intimo en los lugares de trabajo (los operarios), de modo que es creciente la necesidad del mantenimiento autónomo.

El departamento de producción debe abandonar la mentalidad "Yo opero - Tu reparas" y asumir la responsabilidad del equipo y la de evitar su deterioro.

Solo entonces, el departamento de mantenimiento puede aplicar apropiadamente las técnicas de mantenimiento especializado que aseguran un mantenimiento eficaz. Por su parte, el departamento de mantenimiento debe descartar la idea de que su trabajo es simplemente hacer reparaciones. En vez de ello debe concentrarse en medir y restaurar el deterioro de modo de que los operarios puedan utilizar el equipo con confianza. Ambos departamentos deben definir sus respectivas funciones y

derribar las barreras entre ellos a través de la mutua confianza y apoyo. Este es el único medio de crear un lugar de trabajo libre de fallos y dificultades.

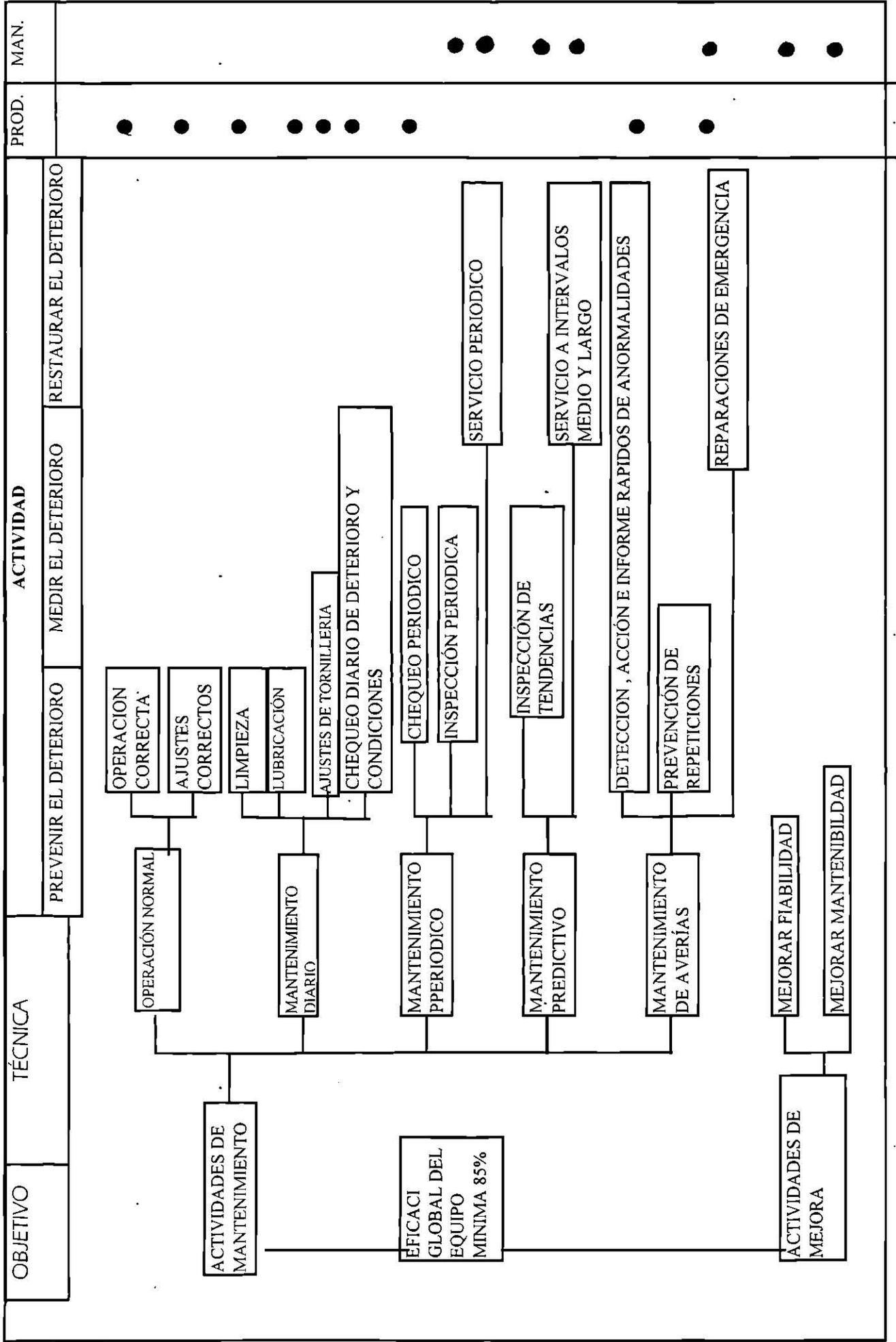
Estas actividades de mantenimiento y mejoras se realizan simultáneamente en tres áreas: prevención, medición y restauración del deterioro. No se puede lograr el cero fallos si se deja de lado cualquiera de estas áreas.

Por tanto el primer paso para crear un sistema de mantenimiento es clasificar las responsabilidades de producción y mantenimiento en cada una de estas áreas y asegurar que el programa integrado está libre de omisión y duplicaciones.

Hay que otorgar una importancia particular a la prevención del deterioro (la actividad de mantenimiento básica) para crear un fundamento sólido para el mantenimiento planificado y preventivo.

#### Actividades del departamento de producción.

El departamento de producción debe centrarse en la prevención del deterioro. Debe construir su programa de mantenimiento autónomo alrededor de las siguientes tres clases de actividades que se muestran en la siguiente tabla:



INTRODUCCION AL TPM ; S. Nakajima ; Productivity Press.  
 TPM EN INDUSTRIA DE PROCESO ; Tokutaro Suzuki ; Productivity Press.

## Actividades del departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento es el jugador clave en el mantenimiento del equipo. Principalmente debe poner sus esfuerzos en el mantenimiento planificado, en el productivo y en el correctivo, concentrándose en medir y restaurar el deterioro.

Debe de reconocer que no es un taller de reparaciones , restaurando el equipo averiado dejándolo en su condición previa al avería. Como organización de especialistas, su verdadera tarea es elevar la mantenibilidad, operabilidad y seguridad a través de actividades perfiladas para identificar y lograr condiciones óptimas en el equipo. Esto requiere avanzadas capacidades de mantenimiento y tecnología, de modo que los departamentos de mantenimiento deben de esforzarse constantemente en aumentar su acervo técnico.

### *Apoyo al mantenimiento autónomo.*

Las tareas más importante son:

- Facilitar instrucciones en técnicas de inspección y ayudar a los operarios a preparar estándares de inspección (puntos a checar, intervalos de chequeo, etc.).
- Facilitar la formación en técnicas de lubricación, Estandarizar tipos de lubricantes y ayudar a los operarios a formular estándares de lubricación (puntos de lubricación ,tipos de lubricantes, intervalos , etc.)
- Tratar rápidamente el deterioro, las pequeñas deficiencias y las deficiencias en las condiciones básicas del equipo (por ejemplo realizar prontamente el trabajo de mantenimiento identificado por los operarios).
- Dar asistencia técnica en las actividades de mejora tales como eliminar las fuentes de contaminación , hacer más accesibles las áreas difíciles para la limpieza, lubricación e inspección y mejorar la eficiencia del equipo.
- Organizar las actividades de rutina ( reuniones de mañana, rondas para recibir ordenes de tareas de mantenimiento, etc. ).

Sobre todo , el departamento de mantenimiento debe siempre pensar planificar y actuar concertadamente con el departamento de producción en todo lo que concierne al departamento del equipo.

Algunas otras actividades del departamento de mantenimiento de mantenimiento son:

- Investigación y desarrollo de nuevas técnicas de mantenimiento.
- Crear sistemas de registro de mantenimiento, dato para mantenimiento y resultado de mediciones.
- Desarrollar y utilizar técnicas de análisis de fallos e implantar medidas para activar la repetición de fallos serios.
- Aconsejar a los departamentos de diseño de equipos (participar en el diseño MP y en las acciones de gestión temprana de equipo).
- Control de refacciones, plantillas y herramientas y datos técnicos

## PASO 9. CREAR UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE CALIDAD

El objetivo del Mantenimiento de Calidad es asegurar y mejorar constantemente la calidad mediante un mantenimiento eficaz del equipo.

Para producir productos perfectos, es necesario establecer las condiciones de proceso apropiadas (temperatura, presión, tasa de flujo, cantidad de catalizador, etc.) en función de las propiedades particulares, composiciones, y volúmenes de primeras materias, reactivos, y otras sustancias.

Para lograr esto, las unidades del equipo y sus módulos componentes deben instalarse y mantenerse de modo que funcionen óptimamente y no se generen defectos de calidad.

Prácticamente, todas las industrias de proceso tienen programas y luchan por los mismos objetivos que el TPM de calidad. Pero a menudo los resultados dejan mucho que desear: Se producen pérdidas por defectos de calidad y reproceso (dos de las seis principales pérdidas de una planta) y, a

menudo, el producto no estándar tiene que reciclarse, salvarse mezclándolo con producto bueno, o degradarse.

Las quejas de clientes y la insatisfacción suelen ser un problema perenne.

Además, en las plantas en las que tienen lugar las relaciones químicas, el control deficiente de las condiciones de la instalación afecta no sólo a la calidad sino que también es arriesgado. Para crear plantas seguras que produzcan productos de alta calidad, una empresa debe analizar rigurosamente sus procesos y equipos para identificar y mantener condiciones que no conduzcan a defectos (condiciones libres de defectos). Esta es la función del mantenimiento de calidad.

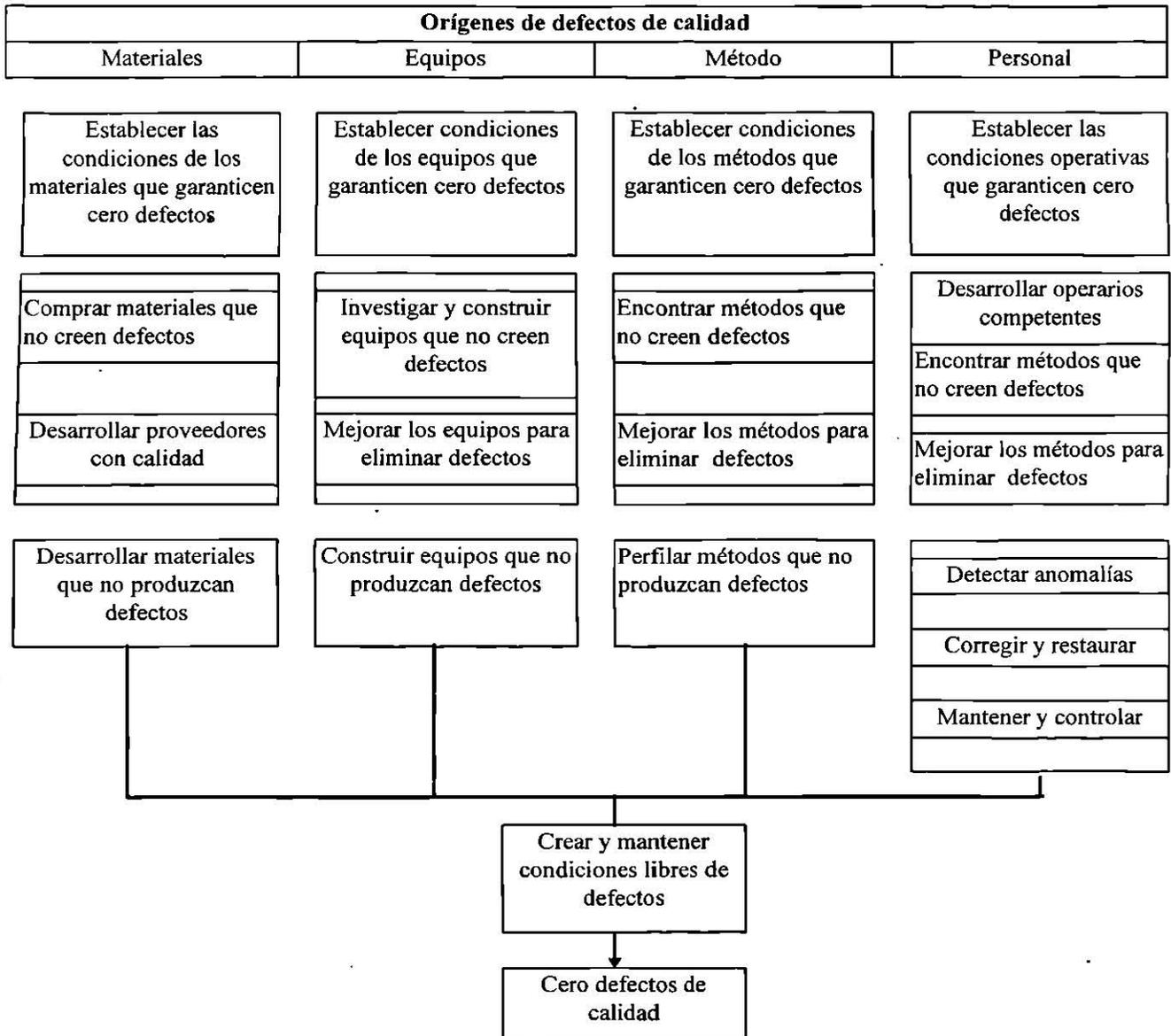
Un *defecto de calidad* es una propiedad que queda fuera del rango especificado.

## EL MANTENIMIENTO DE CALIDAD EN EL TPM

El mantenimiento de calidad consiste en realizar sistemáticamente y paso a paso actividades que garanticen en los equipos las condiciones para que no se produzcan defectos de calidad. Es decir, hablamos de mantener el equipo en unas condiciones perfectas para producir productos perfectos.

Los defectos de calidad se evitan chequeando y midiendo periódicamente las condiciones del equipo y verificando que los valores medidos están dentro del rango especificado.

Los defectos de calidad potenciales se pronostican examinando las tendencias en los valores medidos, y se evitan tomando medidas por anticipado.



### CONDICIONES PREVIAS PARA UN MANTENIMIENTO DE CALIDAD EFICIENTE

Un programa de mantenimiento de calidad se construye sobre las ganancias logradas con la implantación de los siguientes pilares del TPM: mantenimiento autónomo, mejora orientada, mantenimiento planificado, y la formación de capacidades de operación y mantenimiento. Dicho de otra forma son varias las condiciones previas para que tenga éxito un programa de mantenimiento de calidad: abolir el deterioro acelerado, eliminar los problemas de proceso y desarrollar operarios competentes.

## Establecimiento de las condiciones básicas del equipo.

Las actividades de mantenimiento autónomo del departamento de producción se centran en la prevención del deterioro. Una parte importante de esto es establecer y mantener las condiciones básicas del equipo (a través de la limpieza, lubricación y apretado de tornillería ) de hecho esta es la actividad de mantenimiento más básica. en el TPM el orden básico de equipo se referencia como "Establecer las condiciones básicas del equipo". Esta sección describe lo que son estas condiciones.

## Deterioro del equipo.

La causa de la mayoría de los fallos es el deterioro del equipo. esto incluye el deterioro natural, función de la vida inherente del equipo, y el deterioro acelerado que se produce cuando el equipo funciona en un entorno nocivo creado artificialmente.

La clave para evitar fallos es evitar el deterioro acelerado. el establecimiento de las condiciones básicas del equipo implican eliminar las causa del deterioro del equipo acelerado. incluye la limpieza ( remover todas las trazas de polvo y suciedad y descubrir y erradicar los defectos ocultos), la lubricación (evitar el desgaste y quemaduras, manteniendo limpios y repuestos los lubricantes) y el departamento de tornillería evitar las disyunciones y averías asegurando tuercas y tornillería.

## ¿ Cuales son las condiciones óptimas?.

En japonés la palabra "fallo" o "avería" consiste en dos caracteres intencional y daño. Lo que hay que comprender en esto es que las máquinas no se averían por sí misma - que es el personal el que las avería por omisiones deliberados -, por tanto , nuestro primer paso debe ser establecer las condiciones mínimas requeridas en funcionamiento ( Condiciones básicas del equipo).

El llevar el equipo hasta su estado ideal se indica con el TPM "Establecer las condiciones optimas y básicas".

## La importancia de la limpieza .

La limpieza consiste en remover todo el polvo, suciedad grasa, aceite y otros contaminasteis que se adhieren al equipo y accesorios, con la finalidad de descubrir los defectos ocultos.

Esto es más que un ejercicio de cosmética. Son importantes los efectos nocivos derivados del fallo en limpieza.

### Efectos nocivos de la limpieza inadecuada.

Fallos	La suciedad y materias extrañas penetran en las partes giratorias y deslizantes, sistemas hidráulicas y neumáticos, sistemas de control eléctrico, sensores. etc., causando pérdidas de precisión , disyunciones y fallos como resultado de desgaste, obstrucciones ,resistencia por fricción, fallos eléctricos, etc.
Defectos de Calidad	Los defectos de calidad los causa directamente la contaminación del producto por materias extrañas, o indirectamente una disyunción del equipo.
Deterioro Acelerado	La acumulación de polvo y suciedad hace difícil encontrar y rectificar fisuras y holguras excesivas, lubricación insuficiente y otros desordenes con el resultado del deterioro acelerado.
Perdidas de velocidad	El polvo y la suciedad aumentan el desgaste y la resistencia por fricción causando pérdidas de velocidad tales como tiempo en vacío y rendimiento.

### Puntos claves para la limpieza.

- Limpiar el equipo regularmente como parte del trabajo diario.
- Limpiar profundamente - remover todas las capas de suciedad y adherencias acumuladas durante años.
- Abrir todas las anteriormente ignoradas tapas, dispositivos de seguridad etc.; para descubrir cada mota de polvo de cada esquina y hueco.
- Limpiar elementos auxiliares y accesorios iguales que las unidades principales, Pe., equipo de transporte, cajas de control y tanques de lubricante (por dentro y fuera).
- No dar por acabada la tarea cuando una pieza se ensucia inmediatamente de nuevo después de limpiarla. Por el contrario observar cuidadosamente el tiempo que toma que la pieza se contamine de nuevo, de donde procede la contaminación y su grado de severidad.

## Puntos clave para la inspección

- Buscar defectos visibles e invisibles, tales como holguras, pequeñas o sutiles vibraciones y ligeros sobrecalentamientos que solamente se descubren tocando.
- Buscar cuidadosamente poleas y bandas desgastadas, cadenas de mando sucias, filtros de succión bloqueados y otros problemas que probablemente conducirán a diferencias a lo normal.
- Observar si el equipo es fácil de limpiar , lubricar, inspeccionar y operar y ajustar. Identificar los obstáculos tales como guardas grandes obstructivas, lubricadores mal posicionado. etc.
- Asegurar que todos los aparatos de medida operan correctamente y están claramente marcados con los valores especificados.
- Investigar también problemas ocultos tales como la corrosión interior en el material aislante de tuberías, columnas, tanques y la obstrucción en el interior de canales y toberas.

## ¿ Que es la inspección diaria ?

La verdadera inspección diaria significa estar alerta lo suficiente como para identificar cualquier cosa fuera de lo ordinario mientras se opera el equipo o se inspecciona la planta y ser capaz de tratar esas cosas TPM de informar correctamente. Se requiere un alto grado de capacidad y sensibilidad.

La realización de chequeos diarios verdaderamente útiles requiere estándares fáciles de entender y operarios altamente capacitados.

## Guía para preparar estándares.

Los estándares provisionales facilitan a los operarios realizar fácil, correctamente, y sin omisiones los chequeos diarios. Por lo tanto, los estándares deben responder a las cuestiones tipo "5w" y "1H" ( ¿Donde?, ¿ Que?, ¿ Cuando?, ¿Porque?, ¿quien? Y ¿ Como? ) incorporar los siguientes puntos.

Elementos de inspección. Los miembros del equipo deben reunirse para decidir lo que hay que limpiar, chequear, lubricar con el fin de mantener las condiciones básicas del equipo. Los supervisores deben comprobar cualesquiera omisiones o duplicaciones.

Puntos clave. Cada uno debe examinar qué es lo que probablemente ocurrirá si una parte en particular se contamina, afloja o se lubrica insuficientemente. El propósito de esto es comprender y recordar el problema que puede crearse si no se mantienen las condiciones básicas u óptimas del equipo. Aquí es asimismo importante la guía y consejo de los supervisores.

Métodos. Hay que decidir el método más simple y apropiado para chequear, y diseñar controles visuales claros que permitan a todos realizar los chequeos correctamente y fiablemente.

Herramientas. Hay que decidir qué herramientas usar para limpiar, chequear y lubricar y etiquetarlas claramente.

Tiempos. Decidir cuanto tiempo puede asignarse a cada tarea y establecer objetivos alcanzables. Los tiempos tienen que acortarse sucesivamente acumulando mejoras diseñadas para simplificar y minimizar el trabajo manual.

Intervalos. Decidir sobre la frecuencia de las inspecciones y supervisar el logro de los objetivos. Se proyectan y acumulan mejoras para prolongar los intervalos de inspección. Tareas tales como la reposición y cambio de lubricantes requieren el consejo de expertos de mantenimiento .

## Paso 10 : TPM en departamentos administrativos y de apoyo.

Los departamentos administrativos y de apoyo juegan un papel importante como soporte de la producción. La calidad y oportunidad de plazo de la información que aportan estos departamentos tienen un gran efecto sobre las actividades de producción.

Las actividades TPM realizadas por los departamentos administrativos y de apoyo no deben solamente apoyar al TPM en la planta, deben también reforzar sus propias funciones mejorando su organización y cultura. Sin embargo, en comparación con producción, no es fácil para los departamentos administrativos medir los efectos de sus actividades. Un programa TPM en este entorno debe intentar crear una " fabrica de información" y aplicar el análisis de procesos para regularizar el flujo de información. Hay que pensar que los departamentos administrativos y de apoyo son plantas de proceso cuyas tareas principales son recoger, procesar, y distribuir información. Este concepto hace más fácil promover y medir el mantenimiento autónomo, la mejora y otras actividades TPM en un entorno de oficinas.

El mantenimiento autónomo en los departamentos administrativos intenta que se ejecute un trabajo eficiente y libre de problemas, contemplando la acción desde dos ángulos: la función administrativa y su entorno. Puestas en la práctica paso a paso, el primer conjunto de actividades reduce los costos y eleva la eficiencia mejorando los procesos administrativos. El segundo conjunto de actividades suprime los obstáculos para un trabajo eficaz ocultos en el entorno físico y psicológico.

## Paso 11. Planeación de la Seguridad y Entorno.

La seguridad y prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias de proceso. Los estudios de operabilidad combinados con la formación para prevenir accidentes y el análisis de fallos son medios eficaces para tratar estos asuntos. La seguridad se promueve sistemáticamente como parte de las actividades TPM. Como en el caso de otras actividades TPM, las actividades de seguridad se realizan también con el sistema paso a paso.

Ciertos temas son particularmente importantes en el entorno de los procesos. Por ejemplo, lo es incorporar mecanismos a prueba de errores, esto es , diseñar equipos que funcionaran con seguridad incluso aunque el personal no tome las precauciones apropiadas.

## Paso 12. Sostener la Implantación del TPM y elevar sus niveles.

Hay varias claves para mantener los niveles TPM una vez logrados. Por ejemplo, crear fuertes grupos TPM en cada nivel y dotar a una organización de promoción que ayude a integrar el TPM en el trabajo diario. Ninguna de estas acciones será eficaz sin el apoyo de mediciones continuas, cuidadosas t concretas. Hay que arrancar con claras líneas de fondo y documentar regularmente y en detalle los resultados de las mejoras.

## CAPITULO 8

### MEDICIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL TPM .

A menudo lo que se indica como tasa de operación es lo que conocemos disponibilidad del equipo y ¿como se mide esta disponibilidad?.

La tasa de operación se basa en la relación entre el tiempo de operación excluyendo el tiempo de parada del tiempo la de carga:

$$\begin{aligned} \text{Disponibilidad} &= \frac{\text{Tiempo de operacion}}{\text{Tiempo de Carga.}} \\ &= \frac{\text{Tiempo de Carga} - \text{Tiempo de Parada}}{\text{Tiempo de Carga.}} \end{aligned}$$

El Tiempo de parada incluye perdidas de paradas de maquinas debidas a fallos, procedimiento de cambios, ajustes, reparación de maquinas, etc.

#### Eficiencia del rendimiento

La eficiencia del rendimiento es el producto de la tasa de velocidad de operación y la tasa de operación neta. La tasa de velocidad de operación del equipo se refiere a la discrepancia entre la velocidad ideal ( basada en la capacidad prevista en su diseño) y su velocidad de operación actual.

La tasa de operaciones neta mide el mantenimiento de una velocidad dada sobre un periodo dado. Sin embargo, este número no puede indicarnos si la velocidad actual es la más rápida o más lenta que la velocidad estándar de diseño, pero si mide si una operación permanece estable a pesar de periodos en los que el equipo se opera a una velocidad más baja. Calcula las perdidas resultantes de paradas menores registradas, así como las que suceden sin registrarse, tales como pequeños problemas y pérdidas por ajustes:

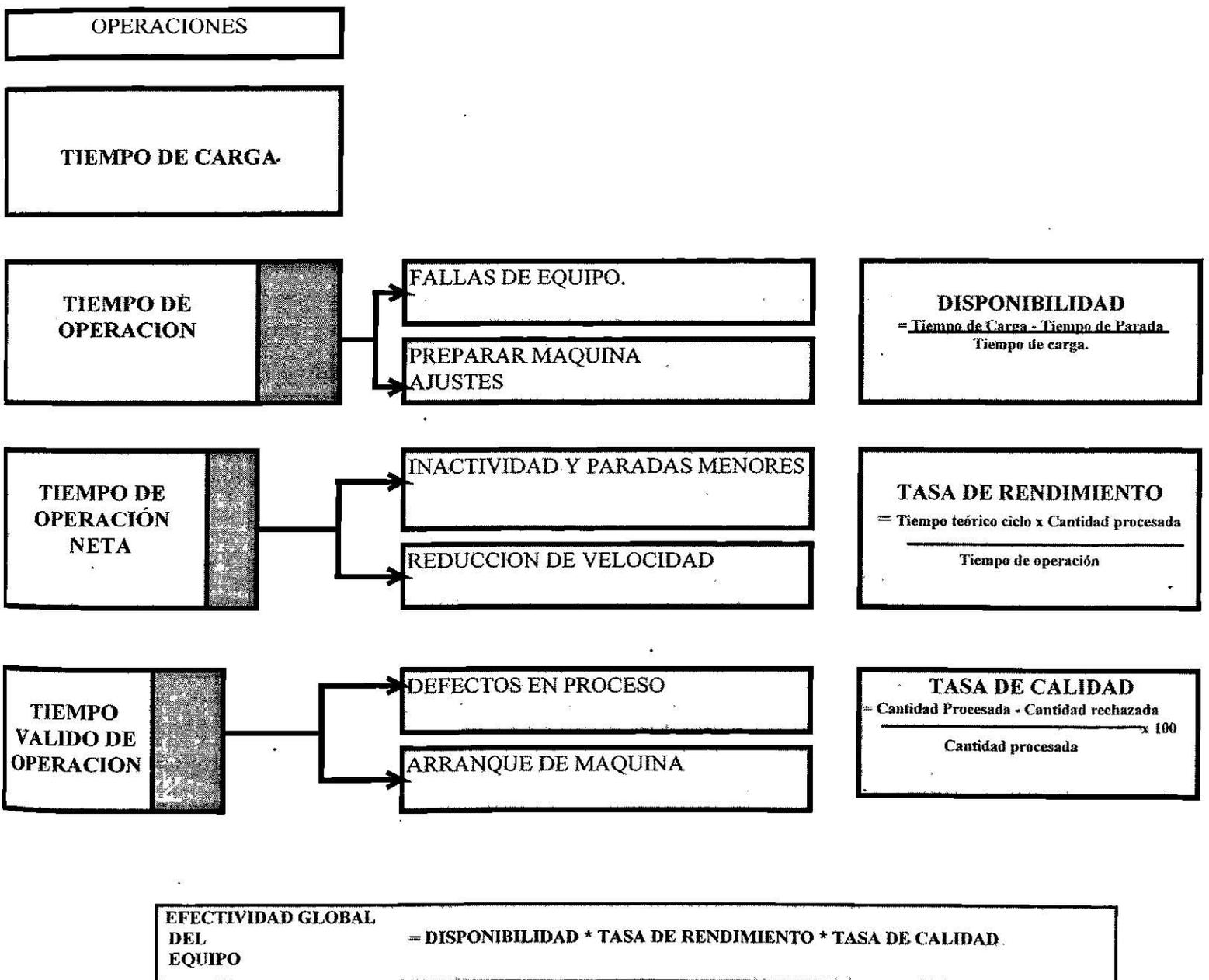
$$\begin{aligned} \text{La tasa de operaciones neta} &= \frac{\text{Tiempo de proceso actual}}{\text{tiempo de operación}} \\ &= \frac{\text{Cantidad procesada} * \text{tiempo actual de ciclo}}{\text{tiempo de operación}} \end{aligned}$$

## Tasa de calidad

La tasa de calidad expresa la cantidad de producto aceptable (producción total menos producto de graduación baja, desecho y producto reprocesado expresada como un porcentaje de la producción total). La tasa de calidad es similar a la de una planta de manufactura ensamble:

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Cantidad de producción} - (\text{perdidas de defectos de calidad} + \text{perdidas de reproceso})}{\text{cantidad de producción}}$$

## EFICACIA DE LA PLANTA



## ES ESENCIAL LA PRECISIÓN DE LOS DATOS

Algunos directores sienten que el tiempo que gastan los trabajadores registrando datos se desperdician y debe emplearse procedimientos operacionales. Sin embargo, deben mantenerse registros mínimo de operación y los procedimientos de registros deben ser simples y concretos.

Algunas compañías incluso no registran el tiempo de parada por fallos del equipo a menos que excedan los treinta minutos. Esta no es una practica sana. Se debe registrar cualquier cantidad mínima de tiempo de perdida; si se desea practicar un TPM rentable y percibir una optima efectividad del equipo es fundamental el siguiente factor. Debemos mantener registros de operación del equipo de forma que pueda asignarse controles apropiados con metas mas estrictas .

De las seis grandes perdidas del equipo, solamente las perdidas de tiempo de parada se registran para determinar la disponibilidad. Otras perdidas del equipo tales como las perdidas de velocidad y de efectos no se toman en cuenta. Para determinar precisamente las condiciones actuales de equipo deben incluirse las seis grandes perdidas .

## MEDICION DE LA EFICACIA DEL TPM

Cuando las personas no ven como puede ayudar el TPM a su empresa, su implantación pierde fuerza y orientación. Por tanto es esencial calibrar permanentemente su eficacia para mantener los esfuerzos TPM en la ruta debida. Hay que medirlo periódicamente durante el desarrollo del programa TPM y en función de los resultados, ir perfilando nuevas estrategias para satisfacer los objetivos deseados.

Hay que coordinar sistemáticamente los objetivos del TPM con los objetivos globales de la empresa, y revisar regularmente las relaciones entre ellos. Para establecer prioridades en las actividades TPM hay que descomponer los principales objetivos secundarios. Además de medir resultados cuantitativos y tangibles, hay que evaluar también los beneficios intangibles tales como la mejora en capacidades y actitudes y la creación de lugares de trabajo productivos y gratos.

Los indicadores deben mostrar claramente los resultados de las actividades.

Con procesos continuos largos, es difícil que los resultados de las actividades TPM puedan verse claramente en el rendimiento global del proceso. Por ejemplo, en una papelería el proceso de reducción a pulpa consiste en una cadena continua de subprocesos que se extienden desde la trituración a la sala de pulpación. Además de evaluar el proceso global (por ejemplo, la productividad y eficacia global de las máquinas de pulpación), hay que medir también el rendimiento de cada subproceso. Por ejemplo, medir los rendimientos de del proceso de digestión, el de blanqueado, etc. Puede ser incluso necesario medir el rendimiento de unidades individuales del equipo dentro de subprocesos importantes (por ejemplo, el digestor nº 1). De este modo, se pueden establecer unidades de medida que muestren claramente el efecto de las actividades TPM.

Los indicadores deben evaluar equitativamente los esfuerzos TPM.

Los indicadores de la eficacia del TPM deben ser inmunes a las fluctuaciones de la demanda o los cambios estacionales, y deben reflejar equitativamente los resultados de las actividades diarias y contramedidas. Los diferentes departamentos tales como producción o ventas, pueden evaluarse conjunta e independientemente. Cualquiera que sea el método adoptado, hay que seleccionar indicadores que reflejen claramente las responsabilidades separadas de cada departamento.

### Gestión.

Los indicadores de gestión sintetizan muchas actividades individuales. Es esencial reflejar los resultados de las actividades TPM en los indicadores de gestión y mostrar como ayudan a mejorar el rendimiento de la empresa.

Para lograr esto, se define una política TPM basada en la política general de la empresa, y se establece metas que reflejan esas responsabilidades.

Evaluar los resultados y supervisar las actividades TPM en intervalos de seis meses es la clave para asegurar que el programa TPM contribuye a los rendimientos de la empresa. Por otro lado, aunque se hayan definido objetivos sumamente estimulantes, será demasiado tarde para hacer algo si el progreso se evalúa cada año o cada tres y se descubre entonces que no se han logrado los objetivos. Es esencial el chequeo frecuente y cuidadoso y la acción correctiva.

### Eficacia de la planta

El macro-procesador de la eficacia de la planta (OPE: eficacia global de la planta) se compone de tres subindicadores: disponibilidad, tasa de rendimiento y tasa de calidad.

Como hemos mencionado anteriormente, es difícil calibrar la mejora lograda con el TPM evaluando un proceso global, especialmente si ese proceso es continuo y se compone de muchos subprocesos. En tal caso, el proceso global se divide en subprocesos y se mide y evalúa el rendimiento de cada uno. Como indicador de importancia particular se selecciona el de eficacia global del peor subproceso. Además, se mide y evalúa la eficacia de los elementos de equipos clave de los más importantes subprocesos.

INDICADOR	FORMULA	OBJETIVO	INTERVALO	OBSERVACIONES
EFICACIA GLOBAL DE LA PLANTA	DISPONIBILIDAD * TASA DE RENDIMIENTO * TASA DE CALIDAD	80 O 90 % O MAS	MENSUAL	MACRO INDICADOR DE LA EFICACIA GLOBAL DEL ROCESO.
EFICACIA GLOBAL DE SUBPROCESO	IGUAL QUE ANTERIOR	80 O 90 % O MAS		EFICACIA GLOBAL DE SUBPROCESO O CUELLO DE BOTELLA
EFICACIA GLOBAL DE EQUIPOS IMPORTANTES	IGUAL QUE ANTERIOR	85 O 95 % O MAS		EQUIPOS IMPORTANTES
TASA DE PRODUCCION ESTANDAR	$\frac{\text{VOLUMEN STD. DE PRODUCCION}}{\text{TIEMPO}} * 100$		REVISAR SEMESTRALMENTE	CAPACIDAD STD. (NOMINAL) DE LA PLANTA
TASA MEDIA DE PRODUCCION ACTUAL	$\frac{\text{VOLUMEN DE PRODUCCIÓN ACTUAL}}{\text{TIEMPO DE OPERACION}}$		MENSUAL	PRODUCCION REAL POR UNIDAD DE TIEMPO

## Mantenimiento

Hay que evaluar dos aspectos del mantenimiento . Primero, se evalúan las mejoras en la fiabilidad y mantenibilidad del equipo y se comprueba cómo ayudan a elevar la eficacia de la planta y la calidad del producto. Segundo, se evalúa la eficiencia del trabajo de mantenimiento .

En las industrias de proceso, es importante sistematizar y acelerar el mantenimiento con parada y lograr un arranque suave y rápido eliminando los problemas de éste. Para valorar la eficacia en la utilización del presupuesto de mantenimiento , se analiza si el trabajo se está realizando utilizando los métodos más económicos y mejores.

INDICADOR	FORMULA	OBJETIVO	INTERVALO	OBSERVACIONES
FRECUENCIA DE FALLOS	$\frac{\# \text{ TOTAL DE MC} * 100}{\text{TIEMPO DE CARGA}}$	10 % O MENOS	MENSUAL	REFERIDO A LAS PARADAS > 10MIN.
TASA DE GRAVEDAD DE FALLOS	$\frac{\text{TIEMPO TOTAL DE MC} * 100}{\text{TIEMPO DE CARGA}}$	15 % O MENOS		MANTENER EL TIEMPO TOTAL DE PARADAS 1H/M.
COSTO DE PARADAS DEBIDAS A FALLOS	TIEMPO DE PARADAS * COSTO POR UNIDAD DE TIEMPO	MINIMIZAR		INCLUIDO LA PRODUCCIÓN PERDIDA, COSTOS DE ENERGIA Y COSTO DE HORAS PERDIDAS DE PERSONAL
NUMERO DE PEQUEÑAS PARADAS Y TIEMPOS MUERTOS	TENDENCIA EN EL NUMERO DE PEQUEÑAS PARADAS Y TIEMPOS MUERTOS	0	TOTAL MENSUAL (MEDIA DIARIA)	REFERIDO AL NUMERO DE PEQUEÑAS PARADAS Y TIEMPOS MUERTOS DE MENOS DE 10 MINUTOS.
TASA DE COSTOS DE MANTENIMIENTO	$\frac{\text{COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO} * 100}{\$ \text{ PRODUCIDOS}}$	2 %	MENSUAL	PROPORCION DEL COSTO DE MANTENIMIENTO POR \$ PRODUCIDO

## Salud, seguridad y entorno.

En cada planta, los directivos y supervisores asumen la responsabilidad de la salud, seguridad y entorno. Generalmente, el Comité de seguridad organiza patrullas que recorren la planta para descubrir problemas. Con todo , es difícil conseguir que durante largos períodos no se produzcan accidentes y polución. Hay que desarrollar medidas que impidan la repetición de accidentes y desastres anteriores, analizar las razones de los fallos y omisiones y establecer métodos de seguridad tales como el trabajo con señales de viva voz.

INDICADOR	FORMULA	OBJETIVO	INTERVALO	OBSERVACIONES
Frecuencia de Accidentes	$\frac{\# \text{ de Accidentados} * 100}{\text{Horas de Trabajo Totales}}$	0	ANUAL	NUMERO DE ACCIDENTES POR HORAS TRABAJADAS

**Formación y moral.**

A través de la formación y la práctica directa, el TPM intenta revolucionar al personal y desarrollar empleados altamente motivados, capacitados y con seguridad en sí mismos, que conocen íntimamente sus equipos y procesos. Esto hace particularmente importante la evaluación de la formación y la moral.

INDICADOR	FORMULA	OBJETIVO	INTERVALO	OBSERVACIONES
Numero de reuniones o tiempo invertido en actividades de Grupos de Trabajo.		4 o más	MENSUAL	CALCULAR EL TOTAL DE REUNIONES DE CADA GRUPO
Numero de temas registrados de mejoras orientadas	Numero registrado para cada tipo de pérdida	De acuerdo con metas anuales	MENSUAL	EMPEZAR ATACANDO LOS TIPOS DE PERDIDAS QUE RENDIRAN LOS MAYORES BENEFICIOS TANGIBLES
Costos ahorrados debido a mejoras orientadas.	Costos Totales ahorrados con mejoras orientadas	De acuerdo con metas anuales	MENSUAL	COSTOS TOTALES AHORRADOS DEBIDO A MEJORAS ORIENTADAS DE EQUIPOS DE PROYECTO, ORGANIZACIÓN PERMANENTE Y PEQUEÑOS GRUPOS
NUMERO DE SUGERENCIAS DE MEJORA		De acuerdo con metas anuales	MENSUAL	COMO MINIMO 100/PERSONA/ AÑO O 8/PERSONA/MES

## CAPÍTULO 9.

# TABLA DE ATRIBUTOS DE EQUIPOS

Atributos	Definiciones	Detalles	
Fiabilidad	Es inmune a deterioros funcionales y fallos por pérdida de función.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja tasa de fallos</li> <li>• Pocos tiempos en vacío y pequeñas paradas</li> <li>• Baja tasa de defectos de calidad</li> <li>• A prueba de corrosión</li> <li>• Sistema de control altamente fiable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesita poco ajuste</li> <li>• Tiempo de ciclo de máquina estable</li> <li>• Precisión estática y dinámica fácil de medir</li> <li>• Alta calidad de soldaduras</li> </ul>
Mantenibilidad general	El deterioro se mide y corrige fácilmente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallos fácilmente detectados y localizados</li> <li>• Las piezas se reemplazan fácilmente; las funciones se restauran fácilmente</li> <li>• Inspección fácil</li> <li>• Fácilmente accesible para mantenimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección fácil de piezas deterioradas</li> <li>• Fácil reposición y recambio de lubricantes</li> <li>• Desmontado y revisado fácilmente</li> </ul>
Mantenibilidad por operario	Los operarios pueden realizar rápida y fácilmente tareas de mantenimiento tales como limpiar, lubricar y chequear.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil limpieza, lubricación y chequeo</li> <li>• Se recogen fácilmente las virutas</li> <li>• Las fuentes de contaminación y dispersión se contienen fácilmente</li> <li>• Fácil de inspeccionar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se hacen fácilmente los chequeos de lubricación</li> <li>• Mantenimiento de calidad simple (se mide fácilmente la presión, etc.)</li> </ul>
Operabilidad	Puede prepararse y operarse rápida y fiablemente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación y ajuste fáciles</li> <li>• Herramientas y muelas abrasivas se reemplazan fácilmente; ajustes fáciles de hacer</li> <li>• Control del proceso fácil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación fácil pulsando botones (altura, posición, número, forma, color, etc.)</li> <li>• Transporte e instalación fáciles</li> </ul>
Economía de recursos	Uso eficiente de recursos tales como energía, útiles, ruedas abrasivas, lubricantes, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo consumo unitario de energía y otros recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto nivel de reciclaje de recursos</li> </ul>
Seguridad	No entraña peligro directo o indirecto de mutilación o muerte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco trabajo no estándar tratando fallos, pequeñas paradas, tiempos perdidos y defectos de calidad</li> <li>• Partes móviles resguardadas con seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocas proyecciones, esquinas salientes, etc.</li> <li>• Rutas de escape fáciles</li> <li>• Anomalías de equipo o proceso fáciles de detectar</li> </ul>

## CAPITULO 10

# PROCESO DE DESARROLLO PASO A PASO DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Paso	Actividades
Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual partida	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar o actualizar los registros de los equipos</li> <li>2. Evaluar los equipos: establecer criterios de evaluación, Priorizar los equipos y seleccionar equipos y componentes para PM</li> <li>3. Definir rangos de fallos</li> <li>4. Comprender la situación: medir el número, frecuencia y severidad de fallos y pequeñas paradas: MTBF; costes de mantenimiento; tasas de mantenimiento de averías; etc.</li> <li>5. Establecer objetivos de mantenimiento (indicadores, métodos de medir resultados)</li> </ol>
Paso 2: Revertir el deterioro y corregir debilidades	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer condiciones básicas, revertir el deterioro y abolir los entornos que causan deterioro acelerado (apoyar el mantenimiento autónomo)</li> <li>2. Poner en práctica actividades de mejora orientada para corregir debilidades y ampliar los periodos de vida</li> <li>3. Tomar medidas para impedir la ocurrencia de fallos idénticos o similares</li> <li>4. Introducir mejoras para reducir los fallos del proceso</li> </ol>
Paso 3: Crear un sistema de gestión de información	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crear un sistema de gestión de datos de fallos</li> <li>2. Crear un sistema de gestión de mantenimiento de equipo (control de historiales de máquina, planificación del mantenimiento, planificación de inspecciones, etc.)</li> <li>3. Crear un sistema de gestión de presupuestos de equipo</li> <li>4. Crear un sistema para controlar piezas de repuesto, planos, datos técnicos, etc.</li> </ol>
Paso 4: Crear un sistema de mantenimiento periódico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparación del mantenimiento periódico (control de unidades de reserva, piezas de repuesto, instrumentos de medida, lubricantes, planos, datos técnicos, etc.)</li> <li>2. Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento periódico</li> <li>3. Seleccionar equipos y componentes a mantener, y formular un plan de mantenimiento</li> <li>4. Preparar o actualizar estándares (estándares de materiales, de trabajo, de inspección, de aceptación, etc.)</li> <li>5. Mejorar la eficiencia del mantenimiento con parada general y reforzar el control del trabajo subcontratado</li> </ol>
Paso 5: Crear un sistema de mantenimiento predictivo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducir técnicas de diagnóstico de equipos (formar diagnosticadores, comprar equipo de diagnóstico, etc.)</li> <li>2. Preparar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento predictivo</li> <li>3. Seleccionar equipo y componentes para mantenimiento predictivo y ampliar gradualmente el sistema</li> <li>4. Desarrollar equipos de tecnologías de diagnóstico</li> </ol>
Paso 6: Evaluar el sistema de mantenimiento planificado	

# CAPITULO 11

## SIETE TIPOS DE ANORMALIDAD

### Anormalidad

#### 1. Pequeñas deficiencias

- Contaminación
- Daños
- Holguras
- Flojedad
- Fenómenos anormales

- Adhesión

#### 2. Incumplimiento de las condiciones básicas

- Lubricación
- Suministro de lubricante
- Indicadores de nivel de aceite
- Apretado

#### 3. Puntos inaccesibles

- Limpieza
- Chequeo - Inspección
- Lubricación
- Apretado de tornillos
- Operación

- Ajuste

#### 4. Focos de contaminación

- Producto
- Primeras materias
- Lubricantes
- Gases
- Líquidos
- Deshechos
- Otros

#### 5. Fuentes de defectos de calidad

- Materias extrañas
- Golpes
- Humedad
- Tamaño de grano
- Concentración
- Viscosidad

#### 6. Elementos innecesarios y no urgentes

- Maquinaria
- Tubería
- Instrumentos de medida
- Equipo eléctrico
- Plantillas y herramientas
- Piezas de repuesto

### Ejemplos

Poivo, suciedad, partículas, aceite, grasa, óxido, pintura  
 Fisuras, aplastamiento, deformaciones, curvaturas, picaduras  
 Sacudidas, ladeos, exceso de recorrido o salida, excentricidad, desgaste, distorsión, corrosión

Cintas, cadenas

Ruido inusual, sobrecalentamientos, vibración, olores extraños, decoloraciones, presión o corriente incorrecta

Bloqueos, acumulación de partículas, diferencias, virutas

Insuficiente, suciedad, no identificada, inapropiada, fugas de lubricante

Suciedad, daño, graseras dañadas, tubos de lubricación defectuosos

Suciedad, daño, fugas, no indicación del nivel correcto

Tuercas y tornillos: holguras, omisiones, pasados de rosca, demasiado largo, machacados, corroídos, arandela inapropiada, tuercas planas al revés

Construcción de la maquinaria, cubiertas, disposición, apoyos, espacio

Cubiertas, construcción, disposición, posición y orientación de

instrumentos, exposición de gamas de operación

Posición de la entrada del lubricante, construcción, altura, apoyos, salidas, espacio

Cubiertas, construcción, disposición, tamaño, apoyos, espacio

Disposición de máquina, posición de válvulas, conmutadores y palancas

Posición de indicadores de presión, termómetros, indicadores de flujo, indicadores de humedad, indicadores de vacío, etc.

Fugas, derrame, chorros, dispersión, acceso de flujo

Fugas, derrame, chorros, dispersión, acceso de flujo

Fugas, derrame, infiltraciones, fluidos hidráulicos, combustible, etc.

Fugas de aire comprimido, gases, vapor, humos de exhaustación

Inclusión, infiltración y arrastre de óxido, partículas, desechos de cable, insectos, etc.

Caidas, sacudidas, colisiones, vibraciones

Demasiada, poca, infiltración, eliminación de defectivo

Anormalidades en tamices, separadores centrífugos, separadores de aire comprimido, etc.

Calentamiento, composición, mezcla, evaporación, agitación, etc.

Calentamiento, composición, mezcla, evaporación, agitación, etc.

Bombas, agitadores, compresores, columnas, tanques, etc.

Tubos, mangueras, conductos, válvulas, amortiguadores, etc.

Temperaturas, indicadores de presión, indicadores de vacío, amperímetros, Cableado, tubería, conectadores de alimentación, conmutadores, tomas de corriente, etc.

Herramientas generales, de corte, plantillas, moldes, troqueles, bastidores, etc.

- Reparaciones provisionales
  - Equipo de reserva, repuestos, stocks permanentes, materiales auxiliares, etc.
  - Cinta, fibras, cable, chapa.
  
- 7. Lugares inseguros
  - Suelos
    - Desequilibrados, rampas, elementos que sobresalen, fisuras, escamas, desgastes, (placas de cubierta).
  - Pasos
    - Demasiado inclinados, irregulares, escamado capa antideslizante, corrosión, faltan pasamanos.
  - Luces
    - Oscuras, mala posición, sucias o pantallas rotas, no a prueba de explosiones.
  - Maquinaria rotativa
    - Desplazada, cubiertas rotas o caídas, sin mecanismos de seguridad, o parada de emergencia.
  - Dispositivo de levantamiento
    - Cables, ganchos, frenos y otras partes de grúas, elevadores

*El hecho de haber concluido una de mis metas me hace agradecer a personas que me apoyaron ; y ahora les ofresco este ultimo esfuerzo para verlo realizado:*

*A MIS PADRES:*

*Sumaro Márquez Lucio  
Martha Dávila Moreno*

*A MIS HERMANAS:*

*Martha Rosa Márquez Dávila  
Perla Liliana Márquez Dávila*

*ESPECIALMENTE A MI NOVIA:*

*Ma. del Carmen Rentería Piña*

*AL MATRIMONIO:*

*Carmen Piña de Rentería  
Ramiro Rentería Rangel*

*A CFAM S DE MEXICO S.A.*

*por las facilidades y atenciones prestadas.*

