



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en
la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos
de producción.**

TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA QUÍMICA**

PRESENTA

Emma Mireya Martínez López



MÉXICO, D.F.

AÑO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: Alejandro Zanelli Trejo
VOCAL: Profesor: Raúl Sánchez Meza
SECRETARIO: Profesor: José Antonio Castañeda Cid del Prado
1er. SUPLENTE: Profesor: José Antonio de la Paz Domínguez
2º SUPLENTE: Profesor: Jorge Rafael Martínez Peniche

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: COORDINACIÓN
DE EDUCACIÓN CONTINUA**

ASESOR DEL TEMA: José Antonio Castañeda Cid del Prado

SUSTENTANTE: Emma Mireya Martínez López

Agradecimientos

El siguiente trabajo es dedicado especialmente a Dios, a mí papi, mami y hermanito, agradeciendo a cada uno por su apoyo incondicional, su amor y comprensión a lo largo de mi vida. Los amo enorme!!

A mí papi, por ser mi ejemplo de vida, la persona más importante con la que he vivido la mejor conexión y empatía.

A mí mami, por ser mi mejor amiga, mi confidente y por compartir siempre todas las emociones... siempre unidas...siempre juntas!

A mí hermanito, por ser mi personita cómplice que más quiero, su alegría y espontaneidad le dan felicidad a mis días.

A mis amigos, por su valiosa amistad y todas las experiencias vividas.

A mí asesor, IQI. José Antonio Castañeda por ser mi consejero total, su dedicación, atención y paciencia durante el proceso.

A mí jurado por ser parte de la experiencia; cada uno mostró un interés muy especial en mi trabajo y me brindó el mejor regalo: tiempo.

Al IQ. Alejandro Zanelli, por hacerme ver detalles importantes, recibirme en todo momento en horarios de clase.

Al IQ. Raúl Sánchez Meza, por llevar mi trabajo hasta Perú y compartir ideas interesantes para mi trabajo.

Al Lic. José Antonio de la Paz, por sus detalles en precisión y su atención puntual en mi trabajo.

Al IQM. Mauricio Vizcaíno, por la comprensión durante todo el proceso de titulación, por ser un gran profesor todo el tiempo.

A la QFB.Judith, por la paciencia, atención personalizada y ánimo.

A mi querida Universidad y Facultad de Química, por su excelente formación y selección en los mejores profesores.

Índice

1. Introducción	1
1.1 Inicios y Evolución del mantenimiento	
2. Objetivo y Propósito del Trabajo	4
3. Demanda de entorno	5
4. JIT – Kaizen - TQM y Mantenimiento	6
4.1 Just in Time	
4.2 Kaizen, Deming	
4.3 TQM	
4.4 Mantenimiento	
5. Tipos de mantenimiento	11
▪ Mantenimiento Correctivo	
▪ Mantenimiento Preventivo	
▪ Mantenimiento Predictivo	
▪ Mantenimiento Productivo	
▪ Mantenimiento Productivo Total	
6. Desarrollo TPM	16
6.1 Producción Antes- Ahora	
6.2 Objetivo TPM	
6.3 Definición TPM	
7. Pilares de TPM	20
7.1 Desarrollo de pilares	
8. Fallas	29
9. Las 6 Grandes Pérdidas	34
9.1 Detallado de las 6 Grandes Pérdidas	

10. OEE - Eficiencia Global de los Equipos	39
10.1 Introducción OEE	
10.2 Cálculo del OEE	
10.3 Ventajas de OEE	
11. Análisis TPM	44
11.1 Ventajas y desventajas TPM	
11.2 Razones incorrectas para adoptar TPM, errores comunes.	
11.3 Requisitos primordiales para adoptar TPM	
11.4 Éxito de establecer TPM en la industria	
12. Conclusiones	52
Bibliografía	54
Glosario	55

1.0 Introducción

1.1 Inicios y Evolución del mantenimiento:

Desde el inicio de los tiempos, el hombre ha sentido la necesidad de mantener sus equipos, herramientas o aparatos incluso, los más rudimentarios en funcionamiento. Las fallas que se experimentaban eran resultado del abuso, lo cual sigue sucediendo en la actualidad.

En un principio solo se realizaba el mantenimiento cuando ya era imposible de seguir usando el equipo; a lo que se le llama actualmente "mantenimiento correctivo"; que es cuando la herramienta o equipo ya no funciona y simplemente se desecha para adquirir una nueva. Hasta 1950 un grupo de ingenieros japoneses, iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo, acerca de los cuidados, que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos. Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo. Aún cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa, debido a que muchas partes de los equipos se reemplazaban basándose en el tiempo de operación y tal vez estas partes podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.¹

¹ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 23

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Conforme el tiempo pasó, las necesidades cambiaron, así que en 1960 nuevos conceptos de mantenimiento surgieron como el "Mantenimiento Productivo", el cual fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta. Generó el término de "Ingeniería de Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.²

Entendiéndose confiabilidad, como la probabilidad de nuestro equipo para trabajar un determinado período sin fallas.

A finales de 1980, tomó lugar la globalización del mercado, creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de clase mundial en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar; surge el Mantenimiento Productivo Total (TPM); el cual es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo.

Dicha filosofía trata sobre la participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina, con un planteamiento diferente y que se mantendrá constantemente actualizado por su misma esencia. Implica un mejoramiento continuo en todos los aspectos, denominándose TPM.

² Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 24.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

La siguiente figura muestra la evolución del mantenimiento donde cada uno absorbe al otro hasta llegar a TPM.

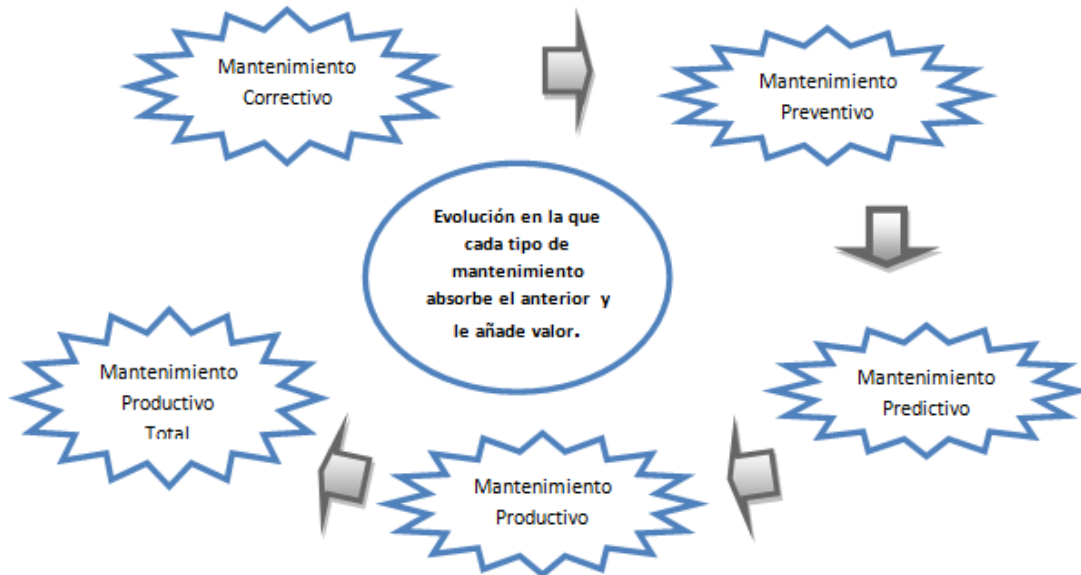


Figura 1.1. Evolución de la gestión del mantenimiento³

³ Cuatrecasas LL, 2000, *Evolución de la gestión de Mantenimiento*, pag. 23.

2.0 Propósito del trabajo.

Este trabajo es informativo para que los Ingenieros Químicos que lo estudien tengan elementos para iniciar su estudio y posterior implantación. Identificando los pasos esenciales de éxito de la herramienta.

Objetivo.

Dar a conocer en ambientes relacionados a la Ingeniería Mecánica y sus ramas, el propósito, alcance y grandes líneas de implantación del TPM.

3.0 Demanda de Entorno

La necesidad de sobrevivir ante la competencia que se vive hoy por hoy en el aumento de la capacidad de producción con el objetivo de cumplir de manera eficiente la exigencia del mercado y con la restrictiva del mínimo empleo de los recursos; es decir, sin desperdicios; surge la eficiencia progresiva de los sistemas productivos.

Es por ello que para una empresa poder sobrevivir, debe ser competitiva y sólo podrá serlo si cumple con las siguientes condiciones:

- ❖ Realizar las entregas a tiempo de acuerdo a la filosofía JIT o producción ajustada.
- ❖ Maquinaria siempre funcionando en óptimas condiciones con la finalidad de flujo continuo en el área de producción
- ❖ Brindar un Producto de óptima conformidad, considerando calidad en base a TQM (Total Quality Management); también conocida como Administración Total de la Calidad.
- ❖ Tener costos competitivos: una buena gerencia y sistemas productivos eficaces que podrán ayudar a alcanzar esta meta.

4.0 JIT-Kaizen- TQM- Mantenimiento

4.1 *Just in Time*

“Just in time” (que también se usa con sus siglas JIT), literalmente quiere decir “Justo a tiempo”.

Define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción. Se trata de entregar materias primas o componentes a la línea de fabricación de forma que lleguen “justo a tiempo” a medida que son necesarios.

El JIT es una filosofía de producción que se orienta a la demanda; su ventaja competitiva ganada, deriva de la capacidad que adquiere la empresa para entregar al mercado el producto solicitado, en un tiempo breve, en la cantidad requerida.⁴

4.2 *Kaizen, Deming*

La palabra Kaizen proviene de la unión de dos vocablos japoneses: KAI que significa cambio y ZEN que quiere decir bondad. Entonces, Kaizen significa mejoramiento; más aún, significa mejoramiento progresivo, continuo, que involucra a todos en la organización (alta administración, gerentes y trabajadores).⁵

Kaizen nace del deseo instintivo de mejorar. Es un enfoque humanista, porque espera que todos participen en él. Está basado en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar su lugar de trabajo, en

⁴ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000, pag. 53.

⁵ Dounce E., **La productividad en el manejo industrial**, segunda edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México 1998, pag. 42.

donde pasa gran parte de su vida.

Su enfoque de mejora en la productividad es procedente del norteamericano Edwards Deming. El desarrollo de Kaizen fue paso a paso por los círculos de control de calidad de Deming, pero no se limita a simplemente garantizar la calidad de los productos; el desarrollo kaizen es un paso adelante con una estrategia dirigida al consumidor para el mejoramiento. Comienza comprendiendo las necesidades y expectativas del cliente para luego satisfacerlas y superarlas; con la intención que en el futuro, las actividades deben conducir a una mayor satisfacción del cliente.

Es importante recalcar que Kaizen es un camino, un medio, una forma de gestionar la organización; pues típicamente en una compañía hay dos tipos de actividades. Por un lado tenemos actividades que agregan valor; es decir, por la cual los clientes están dispuestos a pagar; y el resto es lo que llamamos desperdicio, y es todo aquello que el cliente no paga.

La cultura Kaizen se basa en mejorar contundentemente las acciones de predicción y otras, así como detectar y eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor a la compañía por ejemplo: fallas en equipos, falta de materiales e insumos, acumulación de stock, pérdida de tiempo por reparaciones, entre otras.

4.3 TQM

La gestión TQM (Total Quality Management), que quiere decir Administración Total de la Calidad, conduce a la implementación de procesos productivos que generen productos sin defectos y que lo hagan a la primera.

El objetivo perseguido por TQM es lograr un proceso de mejora continua de la calidad, por un mejor conocimiento y control de todo el sistema (diseño del producto o servicio, proveedores, materiales, distribución, información, etc.), de forma que el producto recibido por los consumidores este en correctas condiciones para su uso; en otras palabras, cero defectos en calidad; además de mejorar todos los procesos internos de forma tal de producir bienes sin defectos a la primera, implicando la eliminación de desperdicios para reducir los costos, mejorar todos los procesos y procedimientos internos, la atención a clientes, proveedores y los tiempos de entrega.⁶

Los sistemas que en la actualidad consiguen optimizar conjuntamente la eficiencia productiva de los procesos y la calidad de los productos resultantes son considerados como altamente competitivos.

4.4 Mantenimiento

Mantenimiento es la actividad que cuida el adecuado comportamiento de los bienes físicos de la empresa, su aprovechamiento, máxima disponibilidad, alta confiabilidad y menor costo. Se considera una actividad altamente productiva.⁷

⁶ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 65

⁷ Avila J., **Mantenimiento**, primera edición, ACONAGUA Ediciones y Publicaciones, México, 1995, pag.20

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

También se le conoce al mantenimiento como el conjunto de actividades desarrolladas con el objetivo de preservar los bienes físicos de una empresa en condiciones de funcionamiento económico.⁸

Mantenimiento es un término genérico que designa una variedad de tareas en sectores muy distintos y en todo tipo de entornos de trabajo.

Entre las actividades de mantenimiento cabe incluir las siguientes:

- ❖ **Inspección**
- ❖ **Ensayo**
- ❖ **Ajuste**
- ❖ **Cambio de piezas**
- ❖ **Lubricación**
- ❖ **Sustitución**
- ❖ **Detección de fallas**
- ❖ **Revisión**
- ❖ **Medición**
- ❖ **Reparación**
- ❖ **Limpieza**
- ❖ **Conservación**

El mantenimiento es fundamental para garantizar la productividad continua, para fabricar productos de gran calidad y para mantener la competitividad de la empresa. Pero también influye en la seguridad y la salud en el trabajo.

El correcto mantenimiento es esencial para que las máquinas y el entorno de trabajo sigan siendo seguros y confiables.

⁸ Dounce E., **La productividad en el manejo industrial**, segunda edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1998 pag. 65

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Puesto que la máxima eficiencia exige utilizar los medios productivos más adecuados, con cero desperdicios, cero defectos, y siempre preparados para funcionar sin problemas y con el mínimo consumo de recursos; esto es, con un mantenimiento adecuado. Este tercer aspecto será el introductorio al TPM y permitirá:

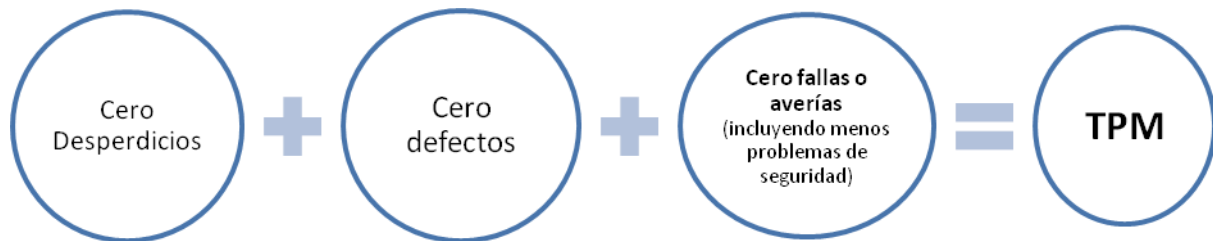


Figura 4. TPM logrado a través de la reducción a ceros.⁹

En otras palabras:

- JIT

La producción maximizará su eficiencia a través de la eliminación de desperdicios.

- TQM

La calidad de los procesos y sus productos, será a través de la eliminación de los productos desechados y reprocesados; con el objetivo de obtener la producción correcta a la primera.

- Mantenimiento

La gestión de los equipos logrará su máxima capacidad con el mínimo empleo de recursos humanos y materiales.

Obteniéndose a través de estas tres gestiones el TPM (Mantenimiento Productivo Total).¹⁰

⁹ Elaboración propia, 2012, *TPM logrado a través de la reducción a ceros*.

¹⁰ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 35

5.0 Tipos de Mantenimiento

Es importante enunciar los tipos de mantenimiento que existen y su función principal, cabe destacar que el TPM nace como consecuencia de la implantación de distintas etapas del mantenimiento; tales como Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo y Mantenimiento Productivo. Su evolución está fundamentada en la filosofía kaizen o "mejora continua", donde cada fase se ha caracterizado por un enfoque propio que finalmente ha servido de base para la introducción y desarrollo de la siguiente fase.

- **Mantenimiento Correctivo**

Es una forma de mantenimiento del sistema que se realiza después de una falla o problema que surge en un sistema, el cual consiste en eliminar la pieza, herramienta o equipo dañado o antiguo que cause problemas y sea sustituido por uno nuevo o funcional. Su objetivo es "restablecer la operatividad del sistema".

En algunos casos, puede ser imposible predecir o prevenir una falla, entonces se recurre al mantenimiento correctivo como única opción. El proceso de mantenimiento correctivo se inicia con la falla de los equipos empleados, por lo que un diagnóstico nos permitirá determinar por qué la falla apareció. Dicho diagnóstico es un proceso mediante el cual se incluye la inspección física de un sistema, el uso de un equipo de diagnóstico para evaluar el sistema y entrevistas con los usuarios del sistema. Es importante determinar qué causó el problema con el fin de tomar las medidas adecuadas.¹¹

¹¹ Avila J., **Mantenimiento**, primera edición, ACONAGUA Ediciones y Publicaciones, México, 1995, pag.31

- **Mantenimiento Preventivo**

Consiste en inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno, deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido.

El principio Preventivo implica implementar todos los programas y buscar los recursos necesarios para prevenir que los equipos:

1. Fallen
2. Oculten problemas
3. Presenten pérdidas de cualquier tipo
4. Den origen a accidentes
5. Causen defectos de calidad

Principios básicos de mantenimiento preventivo.

1. Inspecciones programadas para buscar evidencia de falla de equipos y corregirlas en un lapso que permita programar la reparación, sin que haya paro extemporáneo.
2. Actividades programadas repetitivas de Inspección, lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza; con base a frecuencias diarias, semanales, quincenales, mensuales o anuales.
3. Programación de actividades repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas, que deberán respetarse.
4. Control de esas actividades repetitivas con base a formatos de ficha técnica, órdenes o solicitud de trabajo, programa de inspección, programa de lubricación, programa de calibraciones.¹²

Cabe señalar que éste último punto es muy útil; pues la documentación que se tenga sobre el mantenimiento presente, pasado y futuro de los

¹² Avila J., **Mantenimiento**, primera edición, ACONAGUA Ediciones y Publicaciones, México, 1995, pag.35

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

equipos nos permitirá conocer la confiabilidad del equipo, programación de paros por mantenimiento y decisiones relevantes. Además de brindar constancias de mantenimientos efectuados en tiempo y forma. La idea es que todos los servicios sean atendidos oportunamente.

A continuación se muestra el cuadro de actividades básicas que necesita el mantenimiento preventivo; analizándolo como una medicina preventiva:

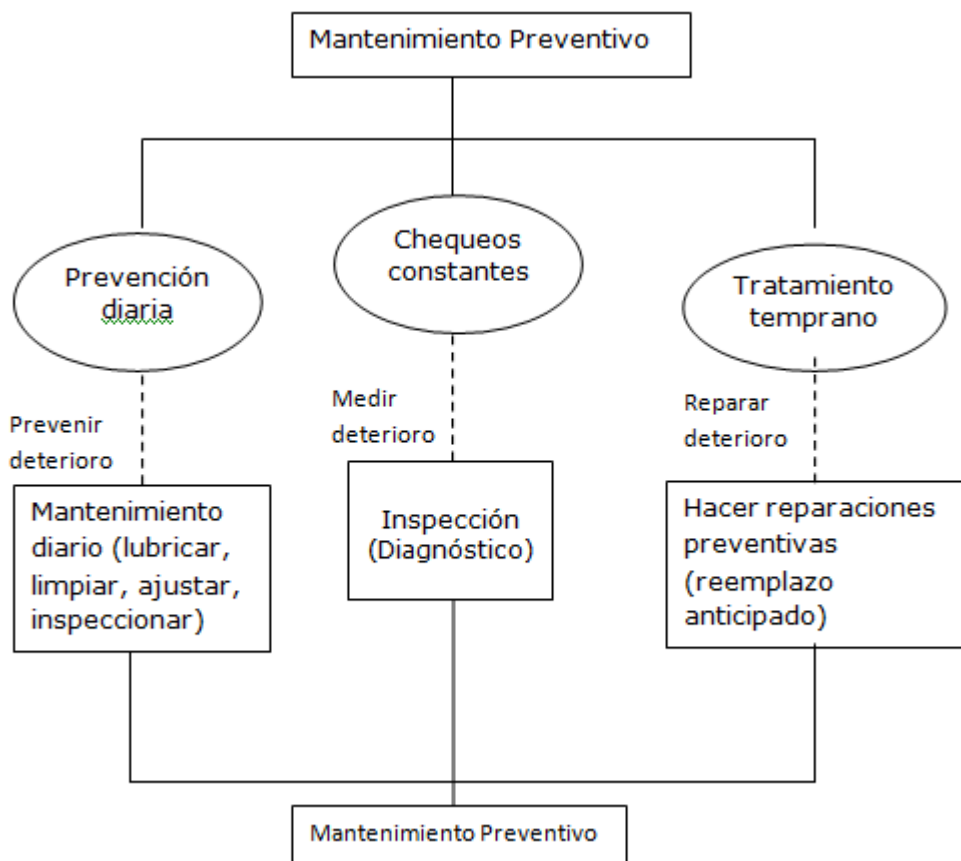


Figura: Mantenimiento Preventivo¹³

¹³ Nakajima S., **Introducción al TPM**, 1991, pag 32.

- **Mantenimiento Predictivo**

Como su nombre lo indica, se utiliza para anticiparse a las fallas que se dan en los equipos de las organizaciones. Consiste en detectar una falla antes de que suceda.¹⁴ Esta predicción se logra mediante datos históricos de fallas que haya presentado la máquina, lo cual sirve para poder determinar el tiempo de disponibilidad del equipo antes de presentar fallas.

Dentro del mantenimiento predictivo también entran las actividades de mantenimiento periódico, el cual es esencial para que los equipos, máquinas y entornos de trabajo sigan siendo seguros y confiables. Se basa en revisiones o ajustes necesarios programados en base a un lapso de operación de la máquina.

El mantenimiento periódico desempeña una función importante para la eliminación de los riesgos en el lugar de trabajo y para lograr unas condiciones de trabajo más seguras y saludables. La falta de mantenimiento o el mantenimiento inadecuado, pueden provocar accidentes graves o mortales, así como problemas de salud.

- **Mantenimiento Productivo**

Mantenimiento Productivo es un paso adelante respecto del mantenimiento preventivo y predictivo. Adicionando altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento, enfocándose en la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta.

¹⁴ Avila J., **Mantenimiento**, primera edición, ACONAGUA Ediciones y Publicaciones, México, 1995, pag.40

- **Mantenimiento Productivo Total**

Es un programa de gestión de mantenimiento efectivo e integrado que engloba los anteriores, adicionando la filosofía de la mejora continua (kaizen).¹⁵

¹⁵ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 25

6.0 Desarrollo de TPM

TPM son las siglas en inglés de "Total Productive Maintenance".

T: Total; referente a todas las áreas y con la colaboración de todas las personas de la empresa.

P: Productividad tanto de los equipos como el perfeccionamiento en general.

M: Mantenimiento en sentido amplio; es decir, tanto de equipos como administrativo.¹⁶

6.1 Producción Antes – Ahora

Las ideas de la producción han cambiado para ser más eficientes. A continuación se muestra los cuadros comparativos de *las necesidades de producción Antes-Ahora*.

Antes	Ahora
<ul style="list-style-type: none">• Las industrias centraban su atención en obtener la máxima producción.• La confiabilidad en el área de mantenimiento era exclusiva.	Las industrias buscan lograr la producción necesaria y correcta con el mínimo empleo de recursos gestionando los equipos productivos y su mantenimiento.

De hecho, la idea es que personas que tienen a cargo las tareas de producción también se ocupan de tareas de mantenimiento de sus equipos (comenzando por la limpieza), así como tareas de prevención

¹⁶ Nakajima S., **Introducción al TPM**, segunda edición, Tecnologías de Gerencia y Producción S.A., Madrid, España, 1991, pag 22.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

de fallas, lo cual ha resultado ser más eficiente y por tanto menos costoso, que confiar todas las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de producción al departamento de mantenimiento; puesto que nadie como el operario que conduce la máquina o equipo día a día durante el proceso de producción; conoce cuándo y cómo hacer este tipo de tareas y "chequeos" sin crear pérdidas de tiempo en el momento oportuno, sin perturbación de la producción.

Adicionando motivación, formación y entrenamiento al operario de manera adecuada recae el éxito del "Ahora".

Línea de tiempo de progreso Antes-Ahora

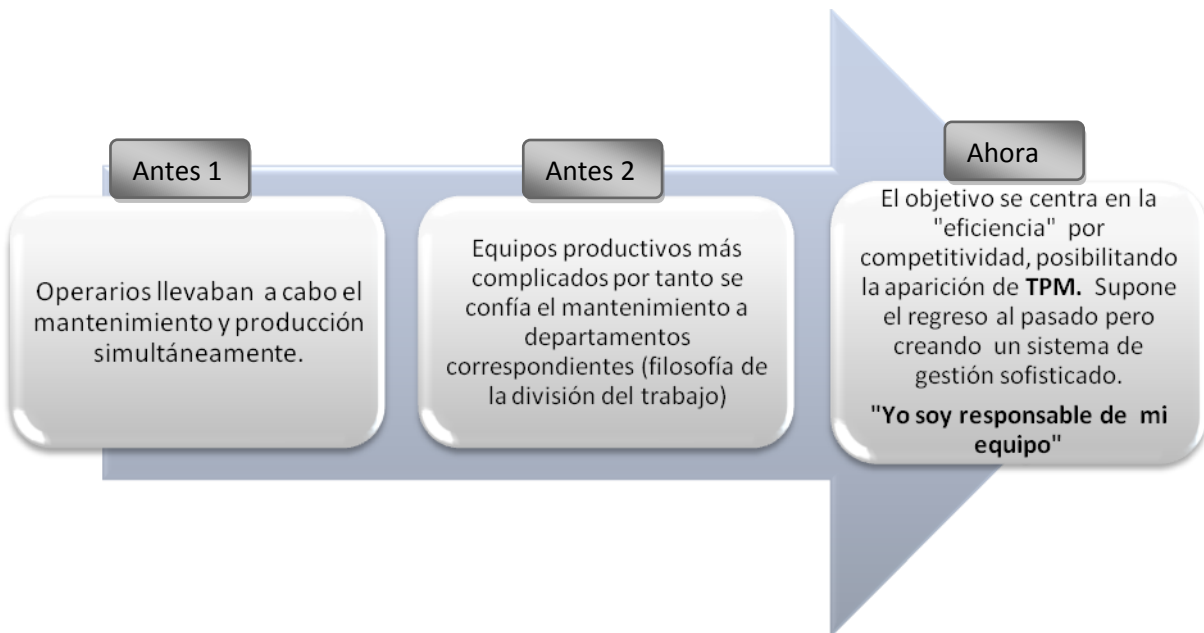


Figura 1.2. Línea de tiempo de progreso Antes-Ahora¹⁷

La tendencia actual a mejorar cada vez más a la competitividad busca el máximo en la eficiencia, en la calidad, tiempo y costo de la producción.

¹⁷ Elaboración propia, 2012, *Línea de tiempo de progreso Antes-Ahora*.

6.2 Objetivo TPM

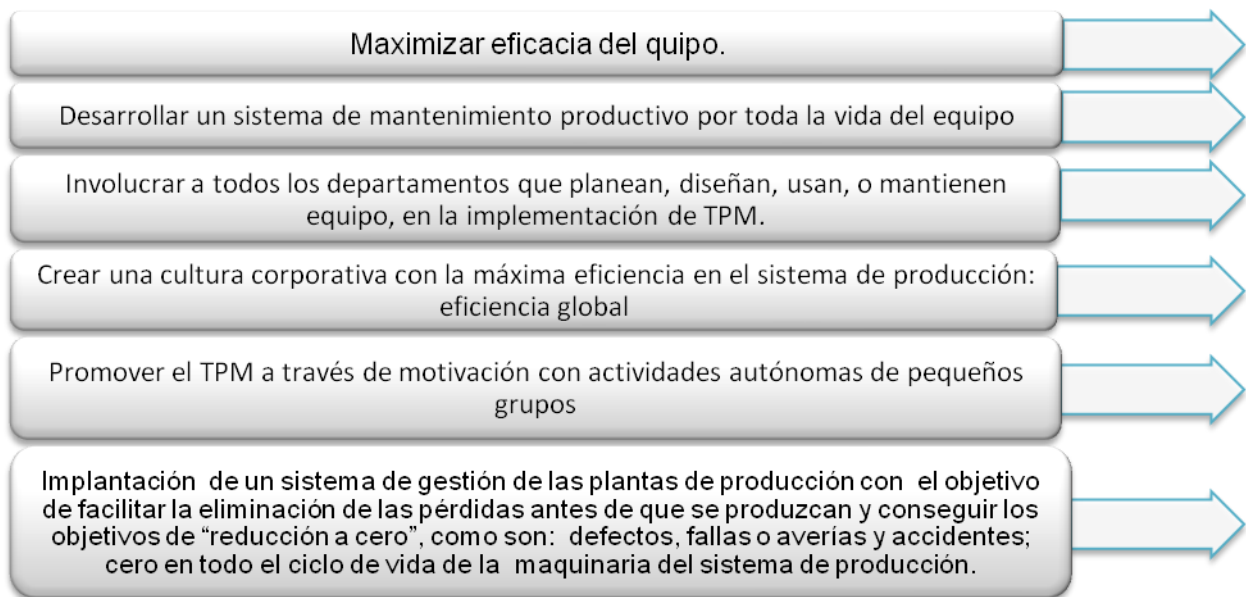
El objetivo del TPM es lograr que la empresa obtenga un rendimiento económico creciente, como producto de la interacción del personal con los sistemas y equipos usados día a día, maximizando la efectividad total de los sistemas productivos, por medio de la eliminación de sus pérdidas, con la participación de todos los empleados.

Entendiéndose por pérdida como, todo aquello que puede ser mejorado.

6.3 Definición TPM

Se define TPM como un sistema que garantiza la efectividad de los procesos productivos, donde la atención o punto meta es cero desperdicios (eliminándolos).¹⁸

EL uso de TPM en la industria busca:



¹⁸ Nakajima S., **Introducción al TPM**, segunda edición, Tecnologías de Gerencia y Producción S.A., Madrid, España, 1991, pag 61.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

La gestión total del mantenimiento se basa en la mejora de los equipos desde su diseño, orientándolos a la prevención y detección de futuras fallas; es por ello que se debe formar y motivar a este personal en el desarrollo de tareas, para obtener "retroalimentación" de su conocimiento práctico del equipo.

El propósito primordial es transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial; es decir, toda clase y nivel de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan incluidos en esta gran responsabilidad. La idea es que la "adopción de TPM" es un objetivo que todos compartiremos, pues también genera beneficios para todos los involucrados. El hacernos responsables de la conservación de nuestro equipo, repercute en mayor productividad, seguridad y facilidad para la operación. Incluso la participación de gente que no está familiarizada con el equipo, enriquece los resultados, pues en muchos casos ellos ven detalles que pasan desapercibidos para quienes conviven con el equipo todos los días.

7.0 Pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM)

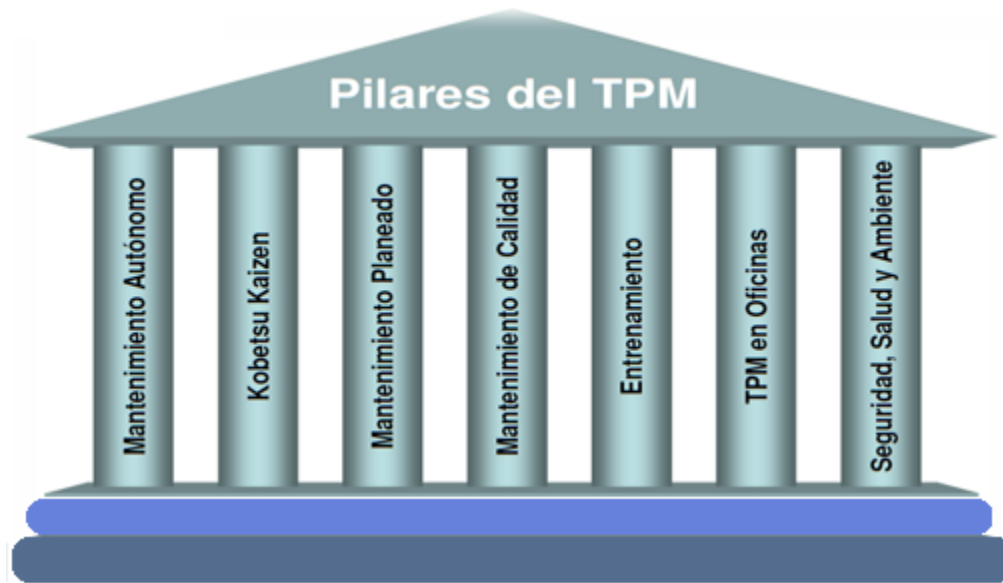
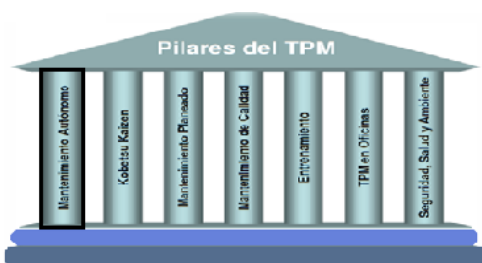


Imagen 7. Pilares TPM¹⁹

Son los procesos fundamentales para el desarrollo del Mantenimiento Productivo Total. A continuación se mencionan los 7 pilares en cuestión:

7.1 Desarrollo de pilares

7.1.1 Mantenimiento Autónomo



El objetivo del mantenimiento autónomo es "Conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador".

¹⁹ *Pilares TPM* (2000). Recuperado de: http://www.productivityinc.com/images/TPM_Pillars_450.jpg

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Consiste en la participación activa por parte de los operarios, por medio de la capacitación en el conocimiento a detalle de la operación y funcionamiento de su equipo, así como de su entorno; para evitar fallas o deterioros en las máquinas y equipos; es decir, se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales”.²⁰

Una característica básica del TPM es, que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación y ajustes.

La idea principal es atender los síntomas fuera de lo normal que presente el equipo, mediante el diagnosticar y prevenir fallas eventuales de su equipo por parte del operario y de este modo prolongar la vida útil del mismo.



Imagen 7.1.1. Tareas fundamentales de mantenimiento Autónomo ²¹

²⁰ Tajiri M., **TPM Implementation (A Japanese Approach)**, Mc Graw Hill, Inc., USA, 1992, pag. 43.

²¹ *Tareas fundamentales de mantenimiento Autónomo* (2008). Recuperado de: <http://www.acerosarequipa.com/uploads/pics/mantenimiento-pasos.jpg>

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

A continuación se muestra un diagrama con las funciones básicas del mantenimiento autónomo.

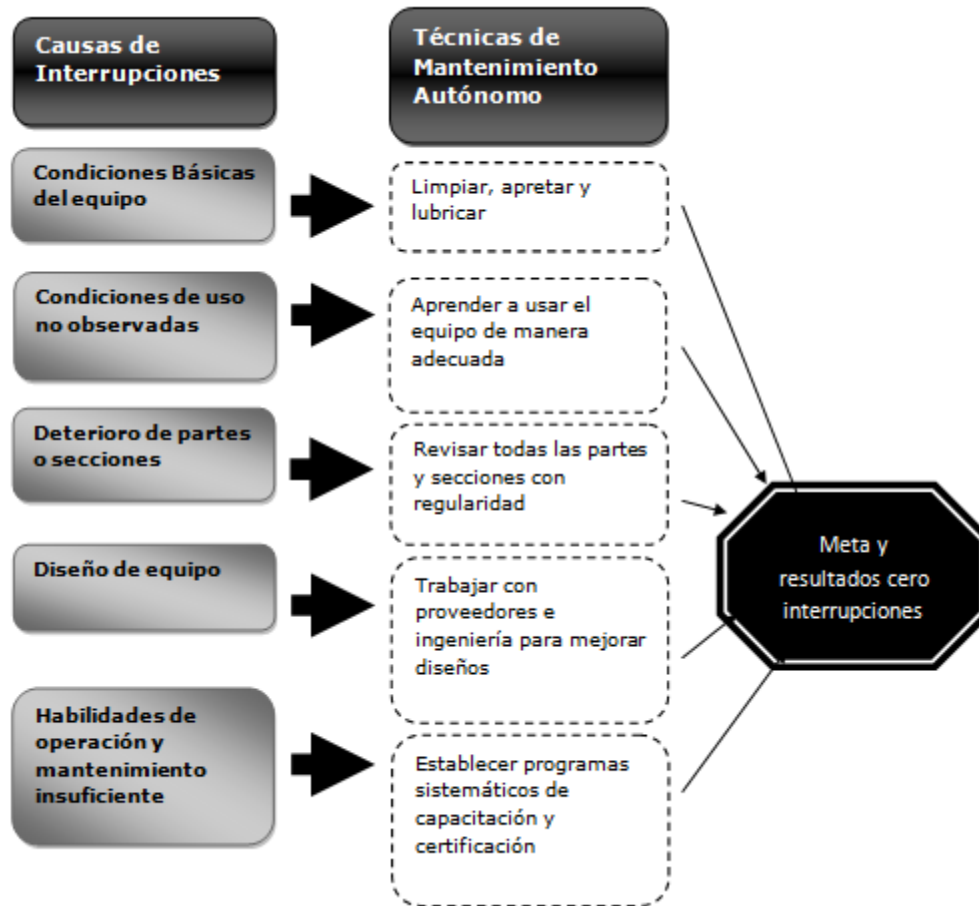


Figura 7.1.1.1.2. Funciones básicas de mantenimiento autónomo.²²

El aumento de la efectividad del equipo es mediante la eliminación de averías o fallas; de acuerdo a la expresión coloquial es muy cierto que: "Operadores/Usuarios son los ojos y oídos del equipo".²³ Por lo que las funciones de mantenimiento preventivo son mejor ejecutadas por los mismos operadores (capacitados).

²² *Funciones básicas de mantenimiento autónomo* (2009). Recuperado de: <http://winred.com/images/tpm3.gif>

²³ Dounce E., *La productividad en el manejo industrial*, segunda edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1998 pag. 72.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Sus beneficios son muy importantes y se enuncian a continuación:

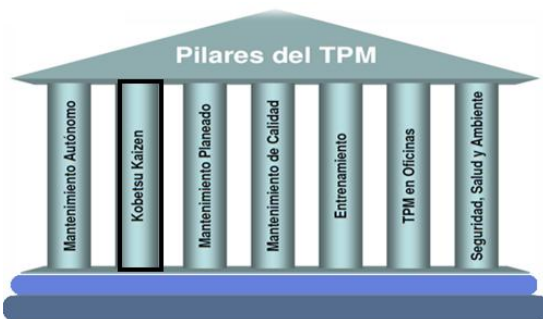
- Incrementar los conocimientos y habilidades del personal de producción, para que utilice adecuadamente su máquina, y participe en su cuidado y restauración.
- Restaurar las máquinas y mantenerlas en condiciones óptimas de funcionamiento.
- Conservar las áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Formar equipos autónomos que contribuyan con el logro de los objetivos de la planta.²⁴

7.1.2 Mejora Continua (Kaizen)

Kaizen es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo".

El pilar número 2 busca desarrollar el proceso de mejora continua aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento.

Su objetivo es incrementar la productividad, controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación.



Las mejoras se enfocan a las diversas actividades que se desarrollan con la integración de las

²⁴ Tajiri M., **TPM Implementation (A Japanese Approach)**, Mc Graw Hill, Inc., USA, 1992, pag. 31.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

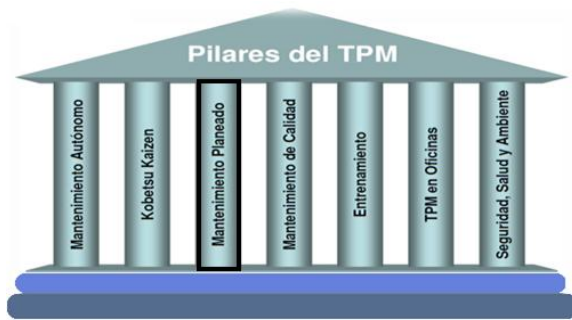
diferentes áreas involucradas; es decir, formando equipos multidisciplinarios en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global del Equipo, proceso y planta.

El foco de atención radica en eliminar pérdidas presentes durante la operación.

7.1.3 Mantenimiento Planificado

El propósito de este pilar consiste, en la necesidad de avanzar gradualmente, hacia la búsqueda de la meta "cero fallas o averías" para una planta industrial, mediante la creación de un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento.

Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas, a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero desperdicios, cero accidentes y cero contaminación. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en



mantenimiento.²⁵

²⁵ Tajiri M., **TPM Implementation (A Japanese Approach)**, Mc Graw Hill, Inc., USA, 1992, pag. 46.

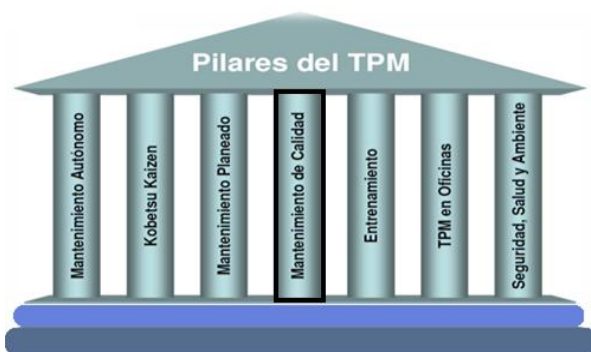
TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Figura 7.1.3 Actividades desplegadas al implantar mantenimiento Planificado.²⁶



7.1.4 Mantenimiento de Calidad

Su propósito radica en establecer las condiciones del equipo para obtener "cero defectos". Las acciones del Mantenimiento de Calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" con el objeto de facilitar la continuidad de operación de los equipos.



A continuación se mencionan las tareas del Mantenimiento de Calidad:

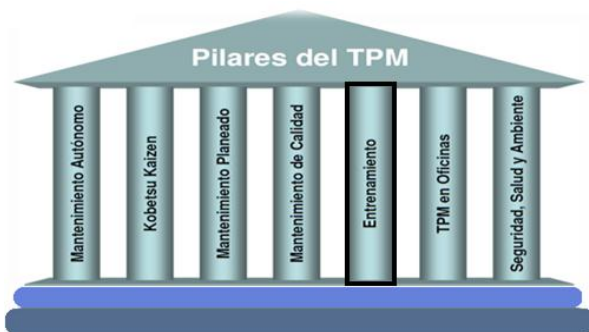
²⁶ Elaboración propia, 2012, *Actividades desplegadas al implantar mantenimiento Planificado*.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

- Prevenir defectos de calidad, certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos", dentro de los estándares establecidos.
- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que éste no genere defectos de calidad.
- Documentar las variaciones de la calidad del producto en cada equipo y con cada elemento del equipo, con la intención de prevenir defectos futuros en el producto final y en caso de presentarse variaciones, tomar acciones oportunas a la situación y cambiar los elementos de la máquina que sean los causantes de los defectos.²⁷

7.1.5 Entrenamiento

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades; para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo.



De acuerdo a las necesidades detectadas en las reuniones de Mantenimiento Autónomo y de otros Programas, los mismos empleados proponen que capacitación requieren. Facilitando la formación práctica básica, que realmente se requiera para mantener un determinado equipo o liderar con éxito un programa específico.

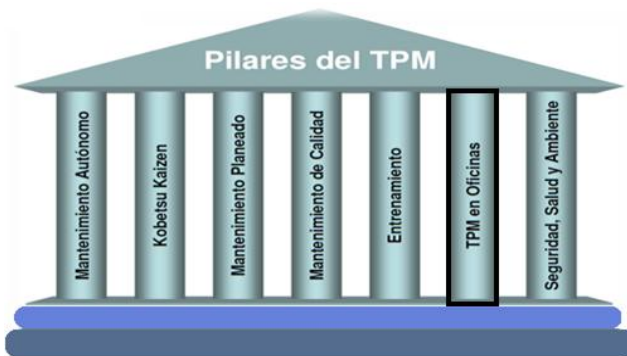
²⁷ Tajiri M., **TPM Implementation (A Japanese Approach)**, Mc Graw Hill, Inc., USA, 1992, pag. 120.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

La capacitación o entrenamiento constante y formal al personal; y la responsabilidad de cada integrante, son parte de la piedra angular para el éxito de TPM.

7.1.6 TPM en Oficinas

Su propósito es reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas.



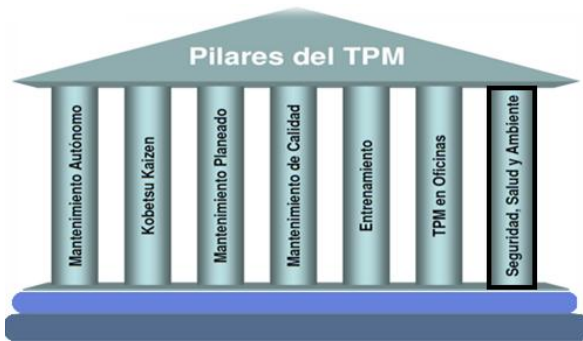
El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación y precisión en la información.

Se empieza con la limpieza y organización de escritorios y archivos, eliminando lo innecesario.

Se debe definir el flujo de trabajo, reasignación de funciones que presenten duplicidad o ineficiencias. Se darán los entrenamientos realmente necesarios.

Se realizará una modificación de las áreas laborales para trabajar en el ambiente más agradable posible, buscando la máxima eficiencia de los empleados.

7.1.7 Seguridad y Medio Ambiente



personas y efectos negativos al medio ambiente.

Su propósito es crear un sistema de gestión integral de seguridad; contribuye significativamente en prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las

8.0 Fallas

En TPM el funcionamiento continuo de las máquinas en óptimas condiciones es de gran importancia; por lo que no deben existir fallas durante el proceso.

Una falla o avería se define como el daño o deterioro que impide el funcionamiento de un equipo o herramienta²⁸.

Las fallas en los equipos son inminentes; sin embargo, es posible conocer el tiempo útil del equipo a emplear y el tiempo en el que se presenta la primera falla para poder estimar el tiempo que tendremos el equipo disponible.

Las paradas breves pueden tener una incidencia muy grande en la efectividad de una línea, pues generan reducción de la eficiencia de los equipos, afectando directamente a la productividad, costo, calidad, plazo de entrega y también la seguridad.

“Disponibilidad”, se define como la capacidad del equipo para realizar una función requerida bajo condiciones específicas, sobre un periodo de tiempo determinado. La “confiabilidad” se define como la probabilidad de un equipo pueda operar sin fallas durante un periodo estipulado.²⁹

Una vez definidos los conceptos, se analiza la disponibilidad y confiabilidad de los equipos mediante los siguientes cálculos:

Tiempo Promedio entre Fallas (TPEF)

Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo sin interrupciones dentro del periodo considerado del estudio.³⁰

²⁸ Avila J., **Mantenimiento**, primera edición, ACONAGUA Ediciones y Publicaciones, México, 1995, pag.9

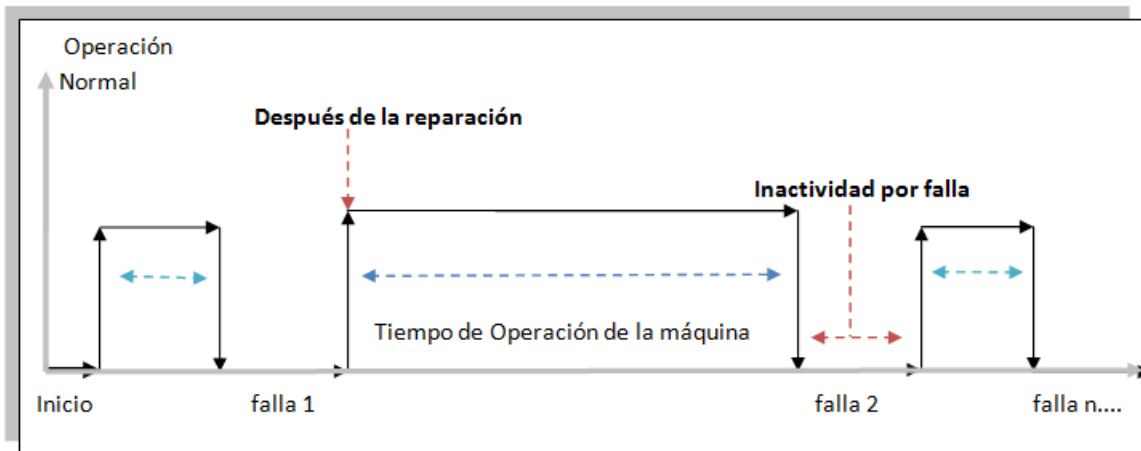
²⁹ Avila J., **Mantenimiento**, primera edición, ACONAGUA Ediciones y Publicaciones, México, 1995, pag.12

³⁰ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 106

Ecuación:

$$TPEF = \frac{\text{horas operadas}}{\text{No. de fallas}}$$

Diagrama 8.1. Representación de TPEF ³¹



La operación de la máquina es continua hasta que ocurre la primera falla, lo que genera un paro, dando como resultado la inactividad de las máquinas hasta su reparación. Midiendo esa continuidad de la máquina.

Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)

Mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas para su operación, una vez que el equipo o unidad queda fuera de servicio por una falla.³²

³¹ Elaboración propia, 2012, *Representación TPEF*.

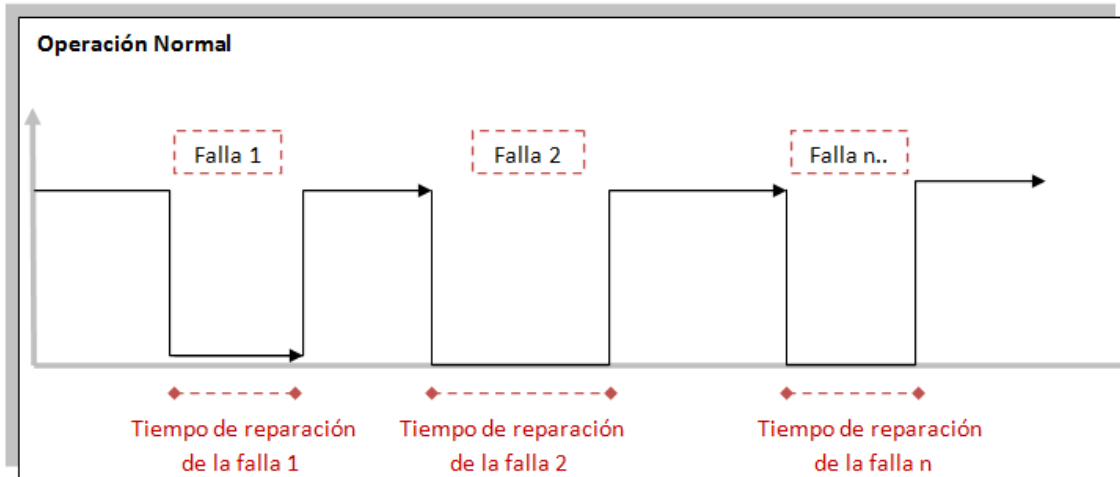
³² Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 108

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Ecuación:

$$TPPR = \frac{\text{Horas de fallas}}{\text{No. de fallas}}$$

Diagrama 8.2. Representación TPPR³³



Las fallas que se presentan durante la operación de las máquinas representan tiempo perdido; la operación se reanuda una vez que se arregle la falla o avería.

³³ Elaboración propia, 2012, *Representación TPPR*.

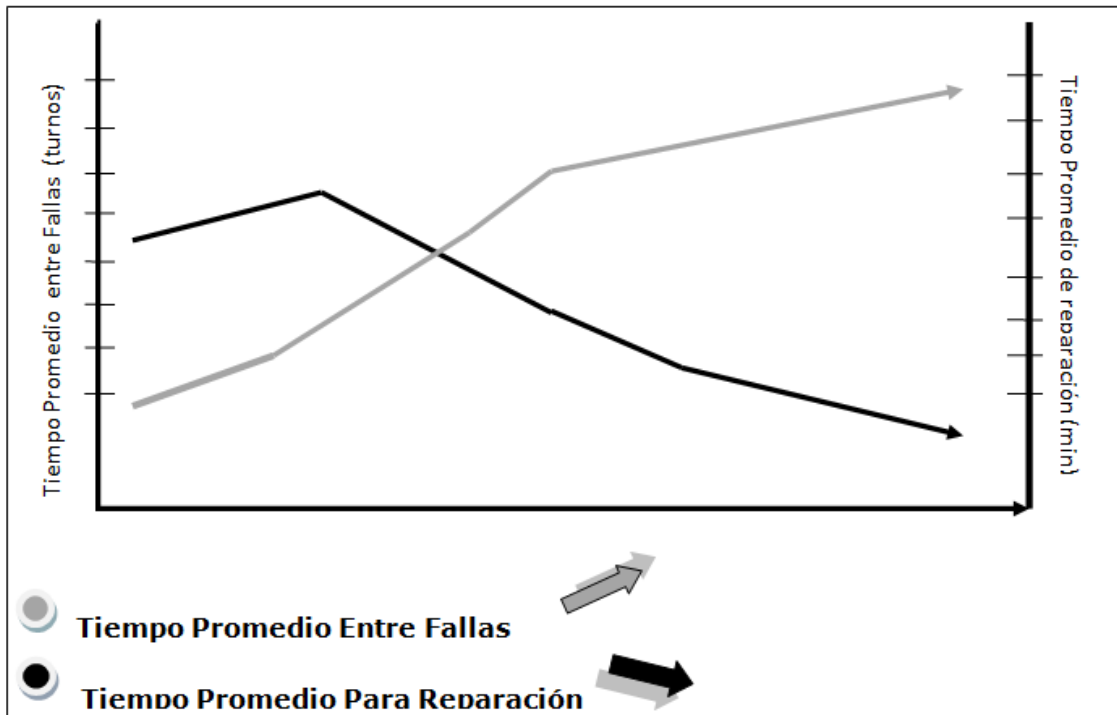
TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Para reducir las paradas breves y mejorar el Tiempo Promedio Entre Fallas (TPEF) se recomienda seguir las siguientes etapas:

1. Identificación de la mejora a realizar.
2. Tomar mediciones (medir tiempo medio entre fallas).
3. Recopilar y analizar información.
4. Establecimiento de las causas esenciales y secundarias.
5. Verificación de las causas y su influencia. Realizar ensayos.
6. Establecer mejoras en los equipos, ensayarlas en el proceso y estandarizarlas.³⁴

³⁴ Tajiri M., **TPM Implementation (A Japanese Approach)**, Mc Graw Hill, Inc., USA, 1992, pag. 83.

A continuación se muestra el modelo con tendencia ideal para la ocurrencia de fallas y el tiempo promedio de reparación de ellas:³⁵



Como se observa en el modelo; la tendencia de la línea correspondiente a TPEF es aumentar; es decir, que el tiempo de disponibilidad de los equipos sea mayor. En caso de TPPR se espera que se disminuya el tiempo empleado para una reparación y por tanto evitar perjudicar los turnos de trabajo.

³⁵ Elaboración propia, 2012, *Modelo con tendencia ideal para la ocurrencia de fallas y el tiempo promedio de reparación de ellas.*

9.0 Las 6 Grandes Pérdidas

Inicialmente uno de sus principales objetivos de TPM es minimizar para posteriormente eliminar las seis grandes pérdidas, pues todas ellas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos y dan lugar a reducciones de eficiencia del sistema productivo.

Para que los equipos productivos sean eficientes, es necesario conseguir que estos operen de la forma más eficaz durante el mayor tiempo posible; por lo que es necesario descubrir, clasificar y eliminar los principales factores que merman las condiciones operativas ideales. Los principales factores que impiden maximizar la eficiencia global de un equipo se han clasificado en seis tipos y se conocen como las "seis grandes pérdidas". Están se agrupan en 3 categorías considerando el tipo de mermas y efectos que pueden representar en el rendimiento de un sistema productivo, con intervención directa o indirecta de los equipos de producción.³⁶

A continuación se mencionan Las Seis Grandes Pérdidas en la siguiente figura³⁷:



³⁶ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 51

³⁷ Elaboración propia, 2012, *Las Seis Grandes Pérdidas*.

9.1 Detallado de las 6 Grandes Pérdidas

- **Pérdidas por averías o fallas de equipos.**

Las averías, errores o fallas del equipo provocan tiempos muertos del proceso por paro total del mismo debido a problemas que impiden su funcionamiento.

- **Pérdidas debido a reparaciones.**

Referente al tiempo empleado en la preparación, cambio de formato, herramientas y ajustes necesarios en las máquinas para atender los requerimientos de la producción de un nuevo producto o variante del mismo; es necesario minimizar el tiempo invertido en esto.

- **Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida.**

Referente a las pérdidas de producción ocasionadas por la diferencia que hay entre la velocidad previa (de diseño) para el equipo en cuestión y la velocidad de operación real, y que tienen como consecuencia que la capacidad de producción también será diferente.

Este tipo de pérdida ocurre o se sitúa, cuando al operar a la velocidad diseñada, se producen problemas de calidad o problemas mecánicos que fuerzan la reducción de la velocidad.

La causa podría ser por estar trabajando en un medio hostil; es decir, que hubiera acumulación de partículas que bloquearán o frenarán el movimiento de los ejes, provocando efectos no esperados. En un caso como el mencionado, se acude a la reducción de velocidad de trabajo del equipo, o solventar los problemas de suciedad u otros. La realidad es

que en muchos casos, las operaciones se continúan realizando sin que el operario sea consciente de la naturaleza de la pérdida de velocidad.

- **Pérdidas por paradas cortas.**

Es el tiempo empleado para restablecer las máquinas o equipos que se encontraban en operación.

Este tipo de paradas frecuentes pueden impedir la operación eficiente del equipo.

- **Pérdidas por defectos de calidad, recuperaciones y reprocesados.**

Estas pérdidas incluyen el tiempo perdido en la producción de productos defectuosos, de calidad inferior a la exigida; las pérdidas de los productos irrecuperables y las pérdidas provocadas por el reproceso de productos defectuosos.

- **Pérdida de funcionamiento por puesta en marcha del equipo.**

Referente a pérdidas a nivel de producción, que se da en ocasiones en el arranque y puesta en funcionamiento de determinadas máquinas, situado por debajo de la capacidad y el tiempo empleado para el mismo. Esta pérdida debe minimizarse si se quiere aumentar la efectividad del equipo mediante procedimientos de arranque inmediato, libres de dificultades.³⁸

³⁸ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 68-80.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Tabla 9.1. Las Seis Grandes Pérdidas y sus características.³⁹

Tipo	No	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1	Averías o fallas	Tiempo de paros de proceso por fallas, errores o averías ocasionales o crónicas de los equipos.	Eliminar
	2	Tiempos de reparación y ajuste de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha.	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3	Funcionamiento a velocidad reducida.	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo según su capacidad. Se puede contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño.	Eliminar la diferencia de velocidad.
	4	Tiempo en vacío y paradas cortas.	Intervalos de tiempo en el que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios.	Eliminar
Productos o procesos defectuosos.	5	Defectos de calidad y repetición de trabajos.	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto y consecuentemente en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar productos y procesos fuera de tolerancia.
	6	Puesta en marcha.	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso que pueden derivar de exigencias técnicas.	Minimizar según la técnica.

³⁹ Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 53

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

En la tabla anterior, de forma general, se muestra el tipo de deficiencia que representa cada una de las citadas pérdidas, sus características y el objetivo a alcanzar.

“La meta del TPM es inicialmente minimizar cada una de las 6 Grandes Pérdidas para finalmente eliminarlas”.

Las pérdidas presentes en el proceso productivo se consideran desperdicios, por lo que el sistema de gestión de la producción pretende ser más eficiente mediante la eliminación de los mismos, de acuerdo a la “producción ajustada” del sistema Just in Time (JIT); es decir, que se consuma la cantidad justa de recursos de todo tipo y por tanto evitar al máximo los desperdicios.

El mejor funcionamiento de las máquinas no sólo evita la generación de productos con fallas, también evita la contaminación ambiental y reduce o elimina demás niveles de contaminación que se pueda presentar, elimina los riesgos de accidentes, incrementa los niveles de productividad, y por tanto los costos de producción.

10.0 OEE- Eficiencia Global de los Equipos

10.1 Introducción OEE

El TPM permite mejorar la eficacia con la que operan los equipos productivos.

Las mejoras operativas se centran en las pérdidas; su identificación y posterior reducción o eliminación será lo que permitirá el progreso hacia el rendimiento óptimo del equipo en cuestión.

Para conocer el grado de avance de la mejora en la eficiencia, debe ser medida considerando los factores a mejorar que inciden directamente.

El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia Global de los Equipos) es una herramienta que sirve para medir la eficiencia productiva de cualquier proceso (personas, máquinas o combinación de éstos).

Este método de cálculo resulta de los más efectivos para mejorar la productividad, minimizando los inputs, maximizando los outputs y permitiendo identificar la brecha entre la situación actual y la ideal.

Entendiéndose por input como los costos de los distintos tipos de mantenimiento, mientras que output se refiere a los beneficios en costos de acuerdo a la reducción de averías y defectos.

De manera sencilla, nos permite identificar la secuencia de actividades ligadas a la transformación del producto, así como identificar la pérdida que se encuentra oculta en el proceso.

Para medir la eficiencia global es necesario conocer y definir los siguientes coeficientes factores:

- **Disponibilidad**

Se consideran las pérdidas generadas por averías y paradas. El objetivo principal es identificar los problemas que generan las averías y paradas para trabajar sobre sus causas y así poder eliminarlas sistemáticamente.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

- **Rendimiento de operación**

Generadas por pérdidas de velocidad dónde el problema principal suele darse por reiteradas disminuciones del rendimiento que frecuentemente se genera luego de cambios.

- **Rendimiento de calidad**

Se consideran pérdidas por defectos y mermas.⁴⁰

A continuación se muestra el “Modelo de Productividad”, los factores del OEE presentes en las 6 grandes pérdidas.

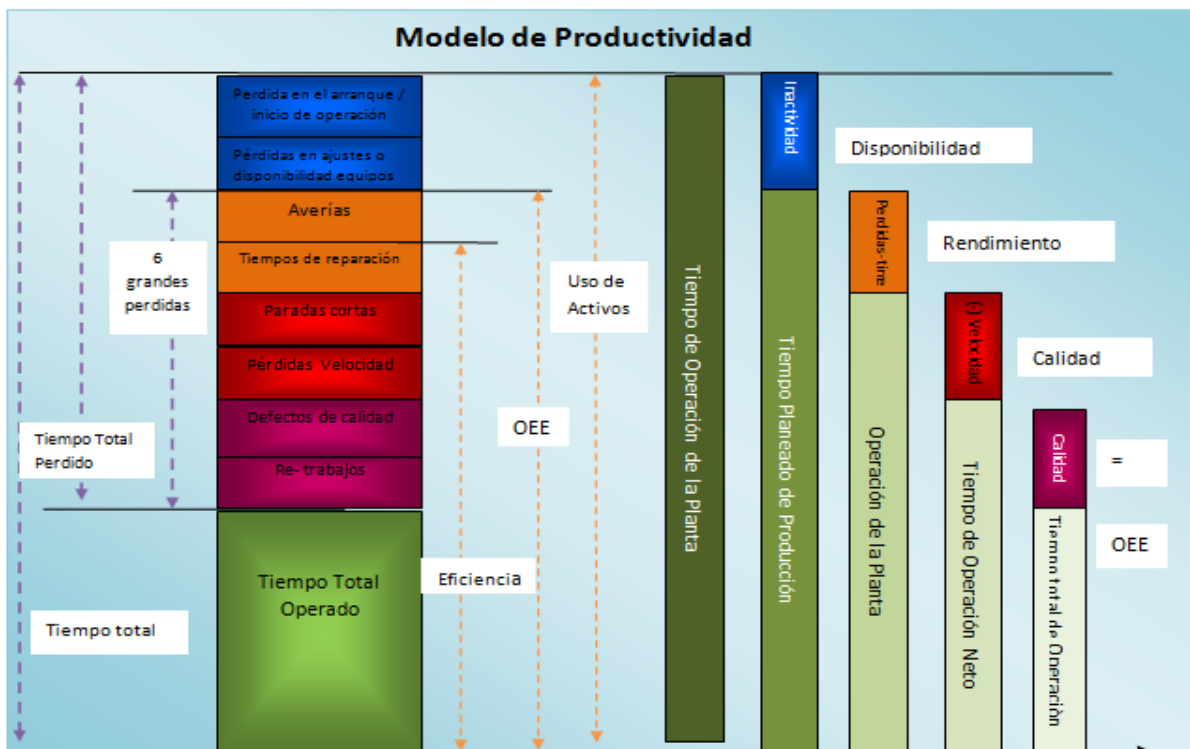


Diagrama 10.1. Modelo de Productividad⁴¹

⁴⁰ Nakajima S., **Introducción al TPM**, segunda edición, Tecnologías de Gerencia y Producción S.A., Madrid, España, 1991, pag 18

⁴¹ *Modelo de Productividad* (2010). Recuperado de: http://oeejourney.optimumfx.com/wp-content/uploads/oe_White3.jpg

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

En la figura se muestra OEE, indicando los factores involucrados para su cálculo: la calidad, la velocidad y rendimiento; los cuales son factores medibles como se explica a continuación.

10.2 Cálculo del OEE

El OEE (Eficiencia Global en los Equipos) resulta de multiplicar los siguientes factores porcentuales: la Disponibilidad, la Velocidad y la Calidad.

Ecuación general:

OEE = Disponibilidad * Velocidad * Calidad

Para lograr la ecuación general se requiere de las variables de soporte:

Variables de Soporte

Tiempo planeado de producción	Duración del turno - Descansos
Tiempo de Operación	Tiempo planeado de producción – Tiempo Muerto
Piezas Aprobadas	Piezas totales – Piezas Rechazadas

Cálculo de los factores de OEE:

- **Disponibilidad** = $\frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo planeado de producción}}$

- **Rendimiento** = $\frac{\text{Piezas Totales} / \text{Tiempo de Operación}}{\text{Velocidad Estándar}}$

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

- $Calidad = \frac{Piezas Aprobadas}{Piezas Totales}$

Una vez que se definieron los factores, es posible acudir a la ecuación general y sustituir en ella los valores correspondientes para finalmente obtener el valor OEE.

La expresión global que acompaña al concepto de eficiencia, hace referencia a que son consideradas e incluidas todas y cada una de las pérdidas que el TPM intenta reducir o eliminar.

El resultado obtenido para la eficiencia global será el porcentaje que deberá determinarse para conocer cuál es el punto de partida que el equipo debe mejorar y la evolución continua de la eficiencia, implantando las mejoras necesarias para alcanzar el éxito. Es importante recalcar, que cada equipo presentará diferentes puntos débiles que se estarán tratando y que la meta es observar una tendencia positiva de progreso en la eficiencia de cada uno.

Un incremento de la eficiencia global del equipo, se traduce en un incremento en la productividad, reducción de número de fallas y reducción de los accidentes principalmente.⁴²

10.3 Ventajas de OEE

- Mide los parámetros de pérdidas en la producción: la disponibilidad, la velocidad y la calidad.
- Se logra involucrar al personal mediante formación y entrenamiento, para que con su participación activa, consiga los resultados, emplee las herramientas asociadas y sea capaz de aplicarlas con autonomía y de una manera constante y sistemática.

⁴² Cuatrecasas LL., **Total Productive Maintenance**, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000 pag. 100

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

- Refuerza el sentimiento de propiedad sobre los equipos a los que les dedican su atención durante el turno de operación.

La ventaja más importante en el uso del OEE es que el TPM (Mantenimiento Productivo Total) tiene alto impacto directo para mejorar el "OEE" que finalmente será un elemento importante de la ventaja competitiva en el mercado.

Ejemplo para interpretar el resultado obtenido de OEE:

Si después de hacer el cálculo de OEE obtenemos el 60%; eso significará que de cada 100 productos buenos que se podrían haber producido, sólo se han producido 60. Es decir, con esta medición es posible saber si lo que falta para el 100% se ha perdido por **disponibilidad** (no se produjo durante todo el tiempo que se podría haber producido), **velocidad** (no se produjo a la velocidad que se podría haber producido) o **calidad** (no se produjo con la calidad que se podría haber producido).

OEE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM. Sirve para justificar a la alta dirección, sobre la necesidad de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta.

11. Análisis TPM

TPM en la industria es una decisión por parte de los directivos de tomar conciencia y mejora continua, es buscar y encontrar la forma más eficiente de la utilización de las máquinas y equipos, es planear cada paso que damos dentro de la industria e impulsar la capacitación del personal.

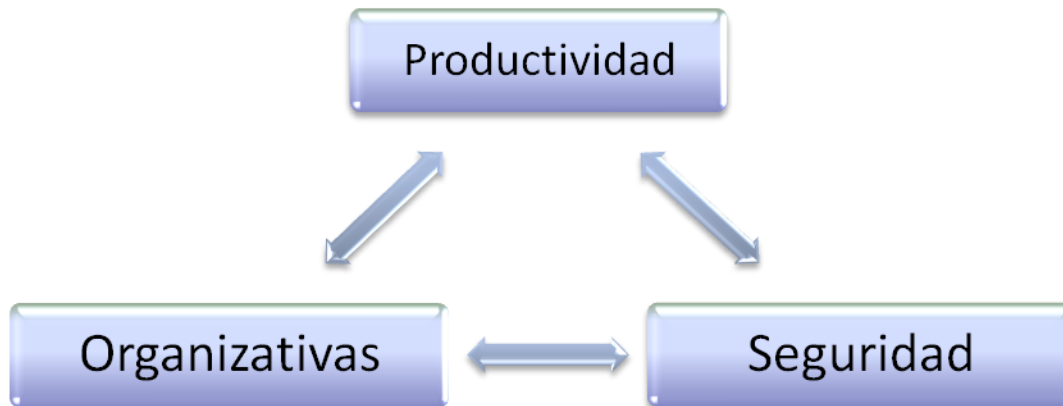
El impacto que tiene la admisión de TPM en nuestra industria es elevado, desde mejorar el mantenimiento de los equipos, el cambio rápido de herramientas, la reducción de los tiempos de preparación; el mejoramiento en los niveles de calidad, el control y reducción en el consumo de energía, la mayor participación de los empleados vía círculos de control de calidad, círculos de incremento de productividad y sistemas de sugerencias entre otros.

TPM conlleva a muchas ventajas resultantes y su clave de éxito radica en el seguimiento y enfoque de objetivos.

11.1 Ventajas y Desventajas Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Ventajas

Estas se dividen en tres grandes rubros para una mejor visibilidad de las repercusiones de TPM en la industria:



A continuación se mencionan las ventajas que conlleva la adopción de TPM en la industria:

Ventajas de Productividad:

- Elimina pérdidas que afectan la productividad.
- Mejora la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor costo financiero ya que se pretende mejorar el uso y manejo de lo que ya existe.
- Aumento en la respuesta a las exigencias del mercado.
- Mayor competitividad en el suministro.

Ventajas Organizativas:

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.

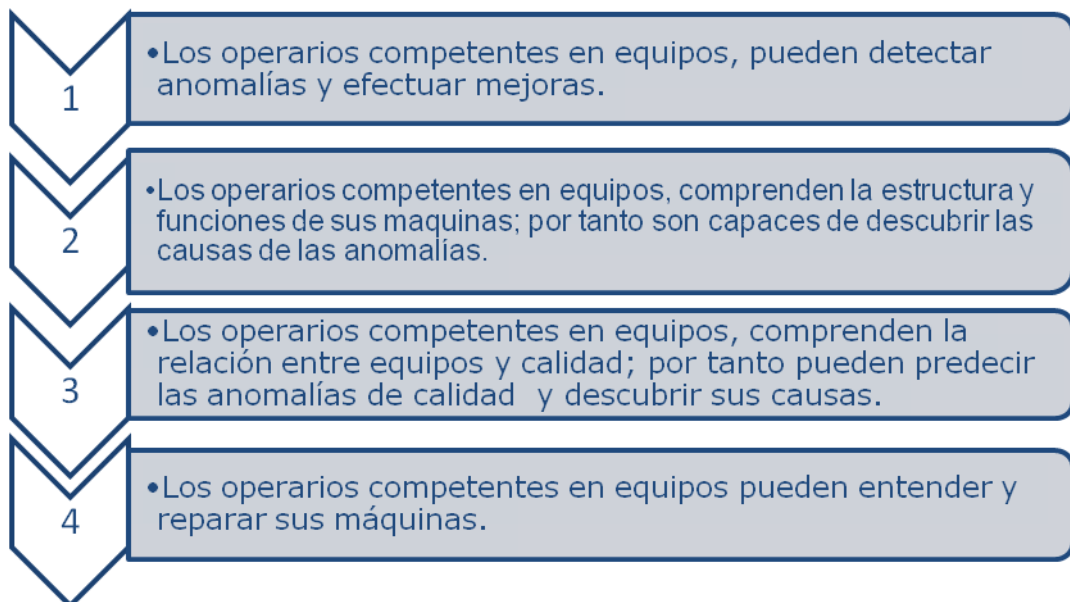
TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje constante.
- Participación, colaboración y creatividad activa.
- Redes de comunicación eficaces.

Ventajas de Seguridad:

- Mejores condiciones ambientales.
- Cultura en prevención de eventos perjudiciales a la salud.
- Incremento en la capacidad de identificación de acciones inseguras.
- Identificación de acciones correctivas para condiciones inseguras.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar fuentes de contaminación.

Otra ventaja importante con la implantación del TPM, es desarrollar al operario en los siguientes puntos:



Desventajas

Para lograr la introducción de TPM a nuestra compañía es muy posible encontrarse con dificultades:

- Falta de liderazgo.
- No dar a conocer la iniciativa, ni el plan de la implementación TPM. La comunicación con los miembros de la compañía es de vital importancia para lograr el nuevo objetivo.

- Ambiente obrero-patronal.

Referente a la convivencia de supervisores con operadores y directivos con supervisores; pues de ello deriva la comunicación entre estos. Para la adopción de la filosofía TPM en la industria es muy importante la comunicación.

- Participación de la gente.

La poca disposición de la gente o inadaptabilidad al cambio.

- Conformismo.

Dicha actitud no va de la mano a TPM, pues como se ha mencionado anteriormente TPM se basa en la mejora continua y en medir los progresos. La resignación o conformismo de continuar con actividades anteriores ya no aplica.

- Mala planeación.

La planeación, consiste en el proceso a través del cual se analiza la situación actual (dónde estamos), se establecen objetivos (dónde

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

queremos llegar), y se definen las estrategias y cursos de acción (cómo vamos a llegar) necesarios para alcanzar dichos objetivos.

Sea cual sea el tamaño de una empresa, la planeación es fundamental para el éxito de ésta, ya que sirve como base para cualquier toma de decisión posterior.

- Sin documentación disponible.

Ejemplificando con listas de verificación de equipo, manuales y procedimientos vigentes, capacitaciones a empleados documentados; entre otros.

- Falta de seguimiento a supervisión de las actividades.

Toda actividad revisada es llevada a cabo, esto da origen a la continuidad de los procesos y da pie a la mejora del mismo.

- Confundir roles de mantenimiento con tareas asignadas a los operadores.

Las tareas asignadas a operadores son simples de ajuste y limpieza; mientras las demás acciones correspondientes a los equipos son tareas exclusivas de mantenimiento.

- No conocer los beneficios y ventajas de adoptar TPM.

11.2 Razones incorrectas para adoptar TPM; errores comunes:

- Reducir personal por las siguientes razones:
 - Eliminar técnicas de mantenimiento.
 - Dar el control del departamento de mantenimiento a los operadores de producción.

(El área de mantenimiento, sus respectivas técnicas y tareas, deben seguir existiendo.)

- Introducir al operador en cuestiones de mantenimiento, sin que el equipo se encuentre en condiciones óptimas para operarlo.
- Implementar la estrategia TPM sin un mantenimiento sólido.
- Iniciar al operador con actividades de mantenimiento, sin tareas documentadas y entrenamiento de operadores.⁴³

⁴³ Wireman T., **Total Productive Maintenance**, segunda edición, Industrial Press, New York, USA, 2004, pag.191

11.3 Requisitos primordiales para adoptar TPM

Requisitos primordiales

- **Kaizen o mejora continua** en la compañía.
- **JIT o producción ajustada** en la compañía.
- **TQM** (Administración Total de la Calidad) en la compañía.
- Investigación y diagnóstico del estatus de la compañía.
- Tener al día las tareas de **Mantenimiento**, así como sus documentos actualizados; tales como procedimientos, diagnósticos por equipo y órdenes de mantenimiento ejecutadas de cada uno.
- Programas de mantenimiento.
- Programa de mantenimiento autónomo
- Identificar las 6 grandes pérdidas que se presentan, para poder minimizarlas y finalmente eliminarlas.

11.4 Éxito de establecer TPM en la industria

El concepto TPM, consiste en controlar la calidad de los productos de una empresa durante la manufactura mediante análisis estadísticos. Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad, con la ética de trabajo propio, se obtiene una cultura de la calidad que desemboca en una nueva forma de manejar la industria; recientemente compañías reconocidas a nivel mundial como es el caso de Tetra Pak, Unilever y Fiat, entre otras; son empresas que han implementado TPM con éxito y que siguen mejorando año con año. Para el 2011, éstas reportan una mayor productividad gracias a esta disciplina.

Prácticamente todas las empresas mencionadas aseguran haber reducido sus tiempos perdidos por fallas en el equipo en 50% o más, también reducción en inventarios y mejoramiento en la puntualidad de sus entregas.

Actualmente, la competitividad es un factor determinante para la sobrevivencia de las compañías, por lo tanto es ampliamente recomendable adoptar la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total). La eficacia de TPM ha quedado demostrada tanto en plantas industriales como otros giros; donde la clave del éxito radica en que los empleados de todos los niveles sean educados y convencidos de que TPM no es "el programa del mes", sino que es un plan en el que los más altos niveles gerenciales se encuentran comprometidos durante todo el proceso de adopción TPM y su seguimiento.

Si todos se comprometen como deben, los resultados serán excelentes comparados con la inversión realizada; cada uno de los pilares son esenciales para TPM.

Conclusiones:

Es cierto, que adoptar esta filosofía es cuestión de compromiso y seguimiento; uno de los factores más importantes a combatir durante el proceso de adopción de TPM, es el humano, ya que para tener éxito es necesario crear la cultura corporativa de TPM con todo el personal en la empresa. El ambiente laboral será primordial pues se requiere compartir responsabilidades, participación, inclusión y trabajar en equipo en todo momento. Así como hacer comprender a los integrantes de la compañía, que el bien es de todos y para todos.

Además es indispensable la actitud entusiasta por parte de la alta gerencia, pues el seguimiento, revisión y vigilancia de las tareas y los compromisos establecidos, valorados por medio de reportes constantes y midiendo cada paso del proceso; ayudarán a reflejar y asegurar avances. Conociendo a la vez, los tiempos y materiales que se requieren para flujo continuo de las operaciones.

La parte administrativa y técnica debe tener todos los registros: listas de verificación, bitácoras, procedimientos, manuales siempre actualizados y accesibles; es decir, la documentación de actividades y resultados obtenidos serán evidencia del éxito progresivo.

Una vez que se ha adoptado TPM, las ventajas resultantes son muchas; tal es el caso de suprimir las pérdidas de capacidad y rendimiento, como las seis grandes pérdidas, tratando de alcanzar así el objetivo de "cero pérdidas"; lo cual da como resultado menores costos en producción y mayor ganancia económica para la compañía; operarios adiestrados y por ende eficientes; flujo continuo en las operaciones; entre otros. Cabe

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

reiterar, que el seguimiento y enfoque de objetivos, es esencial para el éxito total.

La ventaja en término de costos, es importante, pues la adopción de TPM en la industria genera reducción de costos en la producción y por ende mayor ganancia a la compañía.

Las desventajas de adopción de la filosofía TPM en la industria, radica en sus requisitos fundamentales, como el tener implantadas las siguientes gestiones: JIT, TQM y cultura kaizen; pues como se menciona anteriormente, de estos se ayuda TPM para lograrse el éxito.

Por último, se invita a todos los Ingenieros Químicos a introducirse a TPM y posteriormente adoptarlo; pues la diversidad de actividades que se puede desarrollar como Ingeniero Químico en la industria, tales como diseño, control y operación de procesos y de equipos; manejo de control de calidad de producto durante sus diferentes etapas de producción; administración de recursos materiales para operación de plantas y resolución de situaciones de seguridad entre otros. Facilita la capacidad del Ingeniero Químico para influir y mejorar procesos de productividad, calidad, seguridad y costos operacionales.

Con ayuda de la herramienta TPM el Ingeniero Químico es capaz de generar las mejoras de manera progresiva, cumplir con los objetivos establecidos y conocer el punto en el que se encuentra para alcanzar la meta. El alcance del conocimiento TPM es para todas la industrias, es una herramienta que dará ventaja competitiva tanto para uno mismo como para las compañías y finalmente es una filosofía ideal para adoptarse en nuestra actividad diaria, con el fin de obtener con ello todos los beneficios posibles.

Bibliografía:

1. Cuatrecasas LL., Total Productive Maintenance, Gestión 2000, Barcelona, España, 2000. 311p.
2. Nakajima S., Introducción al TPM, segunda edición, Tecnologías de Gerencia y Producción S.A., Madrid, España, 1991. 196p.
3. Tajiri M., TPM Implementation (A Japanese Approach), Mc Graw-Hill, Inc., New York, USA, 1992. 328p.
4. Dounce E., La productividad en el mantenimiento industrial, segunda edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1998. 350p.
5. Avila J., Mantenimiento, primera edición, ACONAGUA Ediciones y Publicaciones, México, 1995. 133p.
6. Wireman T., Total Productive Maintenance, segunda edición, Industrial Press Inc., New York, USA, 2004. 196p.
7. Fukui R., Japón, 1999 Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control Total de la Calidad Volumen I http://www.inacal.org.uy/files/userfiles/file/VI_ManualACTyCCC.pdf < Consulta Febrero 22, 2012 >
8. Gestión de Calidad Total (TQM) http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040119150618-Gesti_oa.html < Consulta Febrero 25, 2012 >
9. Japan Institute of Plant Maintenance, 2011 TPM Awards Ceremony <http://www.jipm.or.jp/en/activities/ceremony/2011.html> <Consulta Marzo 19, 2012 >

Glosario:

Calidad: Cumplimiento de estándares.

Confiabilidad: La probabilidad de nuestro equipo para trabajar un determinado período sin fallas.

Costo: Todo lo que se invierte para lograr un producto terminado.

Costo de la producción: Es el valor monetario de los bienes y servicios consumidos por la empresa en su actividad de transformación incluyendo los costos de la mano de obra, de los materiales y de los costos indirectos.

Cultura corporativa: Suma determinada de valores y normas que son compartidos por personas y grupos de una organización y que controlan la manera que interaccionan unos con otros y ellos con el entorno de la organización.

Defectuoso: Referente a un producto con calidad inferior a la exigida.

Desperdicio: Lo que no agrega valor a la compañía.

Eficiencia: relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo.

Falla: Daño o deterioro que impide el funcionamiento un equipo o herramienta.

Ganancia: Beneficio económico obtenido. Incremento en la riqueza de una empresa.

Gasto: No relacionado directamente con la fabricación del producto.

JIT: Just In Time (por sus siglas en inglés), que quiere decir "Justo a Tiempo".

Kaizen: Proviene de la unión de dos vocablos japoneses: KAI que significa cambio y ZEN que quiere decir bondad. Kaizen significa mejoramiento. Más aún, significa mejoramiento progresivo, continuo, que involucra a todos en la organización.

TPM: Mantenimiento Productivo Total y su éxito en la búsqueda de eficiencia y mejora continua de los equipos de producción.

Mantenimiento: Es la actividad que cuida el adecuado comportamiento de los bienes físicos de la empresa, su aprovechamiento, máxima disponibilidad, alta fiabilidad y menor costo.

Conjunto de acciones para establecer un bien.

Mantenimiento Autónomo: Prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento es llevado a cabo por los operarios.

Mantenimiento correctivo: Corrección de las averías o fallas cuando estas se presenten.

Mantenimiento Planeado: Grupo de tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo o instalación siguiendo un programa establecido, según el tiempo de trabajo y la cantidad producida.

Mantenimiento Preventivo: Inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno, deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido.

Mantenimiento Predictivo: Basado en detectar una falla antes de que suceda.

OEE: Overall Equipment Effectiveness (por sus siglas en inglés), que quiere decir "Eficiencia Global en los Equipos".

Pérdida: Todo aquello que puede ser mejorado.

Rendimiento: Un buen rendimiento supone obtener buenos y esperados resultados con poco trabajo.

TPM: Total Productive Maintenance, por sus siglas en inglés, que quiere decir "Mantenimiento Productivo Total".

TQM: Total Quality Management (por sus siglas en inglés), que quiere decir "Administración Total de la Calidad".

Valor agregado: Lo que el cliente está dispuesto a pagar.