

Antes de visitar Japón en 1987 tenía una imagen de las fábricas japonesas como de unos lugares agobiantes, llenos de obreros mal pagados y sin cualificación, que trataban de imitar a mano y con gran esfuerzo lo que hacían los obreros especializados europeos y americanos con equipos y métodos sofisticados.

En otro sentido, han sido muchos los occidentales sorprendidos y atemorizados por el éxito mundial de los productos japoneses, que al pensar en el progreso industrial japonés, se imaginaban fábricas relucientes ocupadas por robots inteligentes trabajando todos bajo el patrocinio de la empresa «Japón, S.A.»

Sin embargo, la realidad demuestra que no es ni una cosa ni otra. La moderna fábrica japonesa no es, como muchos creíamos un prototipo de la fábrica del futuro. Si lo fuese, curiosamente sería menor la amenaza que representan.

En las empresas occidentales, con nuestros recursos y capacidad técnica, seríamos capaces de duplicarla. Se trata, sin embargo, de algo más difícil de conseguir para nosotros: «es la fábrica de hoy funcionando como debe».

Los japoneses han logrado su nivel de calidad actual fundamentalmente haciendo cosas simples, pero haciéndolas muy bien, lenta pero continuamente.

En los años finales a la década de los 80, generalmente las fábricas japonesas no eran los modernos edificios llenos de equipos altamente sofisticados que yo y otros visitantes esperábamos encontrar. Hemos visto pocos robots y el nivel tecnológico de los medios de producción que he observado no es superior al que existe en nuestras fábricas.

Las automatizaciones consistían, principalmente, en equipos sencillos de manipulación, transporte, carga y descarga de máquinas, usados sobre equipos y máquinas lo más sencillos posible. Tampoco los japoneses hacen funcionar a estos equipos productivos a cadencias mayores o durante un número de horas diarias superiores a las habituales en nuestras fábricas y en todo caso al contrario.

Las fábricas que he visitado, la mayoría del sector de automoción, eran excepcionalmente tranquilas, limpias y ordenadas con independencia de su antigüedad y su localización. La meticulosidad del japonés y el rigor en sus tareas no eran, en mi opinión, las razones más importantes para el destacado

sentido del orden que observé, sino que éste me pareció ser el resultado de las actitudes, prácticas y sistemas que los directivos habían conseguido desarrollar a lo largo del tiempo, cambiando totalmente la «cultura de las empresas».

Las máquinas y los suelos que las rodean estaban limpios; las causas de desperdicios y suciedad eran controladas cuidadosamente: contenedores para recoger virutas, embudos, bandejas y tubos de plástico correctamente posicionados para recoger y dirigir los aceites y salpicados de taladrinas fuera del puesto de trabajo, recambios y piezas en bruto cuidadosamente almacenados en zonas específicas.

El mantener en buen orden las máquinas y puestos de trabajo era una responsabilidad asignada a los propios operarios de la fabricación junto con la de obtener la producción con calidad y ayudar a sus compañeros integrándose en grupos de producción con polivalencia total e individual en los puestos que conforman una línea de producción.

Además de esto, cada operario está formado y entrenado para corregir las incidencias que surgen a lo largo de la jornada de trabajo, para hacer un Mantenimiento Preventivo Sistemático, para controlar y ajustar el equipo, para buscar de forma continua, a través de su creatividad, formas de eliminar causas de paradas y mejorar el funcionamiento continuo de los sistemas productivos.

La sensación de orden provenía, asimismo, de la ausencia de «encursos» descargados de máquinas sobre el suelo. El pequeño encurso que vi estaba cuidadosamente apilado en contenedores y lugares específicos señalados al efecto. Incluso las piezas en proceso de fabricación eran mínimas y se movían continuamente con ayuda de manipuladores, automatizaciones o por los mismos operarios, por lo que era evidente que, en general, se aplicaban las técnicas del JAT.

La mayor parte de las fábricas visitadas utilizaban equipos automáticos de control integrado así como sistemas de alerta de ayuda a la gestión de la fabricación y seguimiento en tiempo real de la calidad del proceso, lo que permite conducir a un operario un mayor número de máquinas, dando la sensación de encontrarse uno en medio de un bosque de máquinas que dan la impresión de trabajar solas.

En este contexto y con planes de formación adecuados sobre operarios cualificados obtienen cotas de productividad que a todos nosotros sorprenden. Hasta no hace muchos años nuestra filosofía ha consistido en

descalificar a nuestra mano de obra con las automatizaciones y de esta forma tenemos personal poco cualificado ocupándose de máquinas y equipos muy sofisticados. Los japoneses han estado haciendo lo contrario: han preparado a personal muy cualificado para operar sobre máquinas poco sofisticadas.

Si a esto añadimos el sentido arraigado entre los operarios de que el Mantenimiento es tarea de todos y de que con un buen Mantenimiento Preventivo hecho con rigor y regularidad, con una constante limpieza, engrase, observación de parámetros y reglajes..., las máquinas funcionan mejor y de forma continua, es por lo que podemos decir que el problema de la producción en líneas automáticas -su funcionamiento continuo- lo han resuelto los japoneses haciendo productos útiles, de bajo coste y sin defectos, siendo tremendamente competitivos en los mercados internacionales.

A pesar de todo esto, los japoneses nunca han considerado resuelto el problema de la producción, nunca han desestimado el desafío que supone la mejora de la «fábrica actual» y la construcción de la «fábrica del futuro». No hay fórmulas mágicas, solamente definir nuevas metas y aplicar el progreso continuo, concentrando toda la organización en la «fabricación», sobre el terreno, extendiendo en esta organización el concepto del «Mantenimiento Global» como tarea de todos.

La mejora de nuestra competitividad pasa por dedicar nuestros mejores recursos y talento a hacer las cosas básicas un poco mejor cada día en todos los niveles de la organización, y esto de una forma continua. Es así de simple y así de difícil.

El mantenimiento de los sistemas de producción y su gestión es hoy día primordial para obtener altas cotas de productividad y es una de estas «cosas» que hemos de mejorar día a día.

Francisco Rey Sacristán



# **INTRODUCCIÓN**



Hasta no hace muchos años, los servicios de mantenimiento han sido tachados de costosos y en muchas ocasiones de ineficaces, pero cada día se ha ido acentuando la necesidad de los mismos y la de tecnificarse al máximo buscando nuevas formas en su organización, para así contribuir a la más alta «productividad» y «calidad» en la obtención de un «producto» elaborado en un proceso industrial.

El problema del mantenimiento es hoy día muy complejo y no es fácil, sin unos buenos conocimientos y amplia experiencia sobre el mismo, emitir un juicio ni resolverlo favorablemente.

La Investigación y Desarrollo, base de las Innovaciones Tecnológicas, no son ajenas al Mantenimiento; al contrario, le afectan directamente con:

- las Nuevas Tecnologías
- la Informática Industrial
- los Nuevos Materiales

aplicados en los Proyectos Industriales, acompañándolos en la fórmula de obtención del Producto:

**INVESTIGACIÓN + DESARROLLO**

+

**PROYECTO INDUSTRIAL**

+

**MANTENIMIENTO**

=

**PRODUCTO**

El conjunto de temas que componen este manual forman un cuerpo de doctrina consistente y experimentado a la vez que moderno.

La evolución actual de los medios de producción automatizados, así como el tratamiento de la información, permiten no sólo aplicar nuevas organizaciones en mantenimiento si no, incluso, informatizar sus programas y tareas.

Asimismo, mediante una adecuada tipificación de tareas, es posible distinguir las actividades específicas de un mantenimiento moderno de aquellas otras que comportan inversiones, modificaciones de los sistemas productivos y otras tareas conceptualmente diferentes a las propias de mantenimiento, así como definir los niveles de integración del Mantenimiento en la Fabricación.

Las actividades de Mantenimiento deben concretizarse en objetivos y resultados bien definidos, que aporten valor añadido a la función productiva, proceso en el que también se encuentran implicados el resto de los servicios que integran la estructura productiva, por lo que se ha de extender en ésta el concepto del «Mantenimiento Total».

En un entorno competitivo como el que nos rodea, las tareas de mantenimiento no tienen porque ser patente exclusiva de los servicios de mantenimiento. Cuando los objetivos de las unidades de producción están orientados hacia la optimización de los procesos para obtener altas cotas de productividad, el mantenimiento toma su sentido global en la Empresa dentro del contexto del TPM (Mantenimiento Productivo Total).



# **CAPÍTULO I**

## **CONCEPTOS GENERALES**



## **1.1. DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Antes de dar la definición del Mantenimiento diremos que este tipo de servicios están encuadrados dentro de la gestión de una empresa en la función Producción (figura I-1) y sin ellos difícilmente llegaríamos a terminar de forma continua un proceso industrial para obtener un determinado producto.

Asimismo, podemos recordar que todo proceso industrial tiene por meta emplear el capital mínimo en instalaciones, maquinaria y mano de obra para que, obteniendo la calidad y cantidad deseadas, puedan conseguirse los mayores beneficios dentro de un aspecto social y normal no especulativo.

La más alta Productividad se consigue con el empleo más racional, eficaz y económico de una planta industrial y del personal integrado en la misma. Está claro que, entre los factores que intervienen en el logro de este objetivo está el de «mantener la maquinaria e instalaciones en perfectas condiciones de funcionamiento».

Así pues, la palabra Mantenimiento Industrial la vamos a emplear para designar las técnicas que aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de la maquinaria productiva.

## **1.2. DEFINICIÓN DE LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO CONTINUO**

La seguridad de funcionamiento de los sistemas de producción la podemos definir como el conjunto de medidas, normas, medios y actuaciones que tienen como fin que el plan de producción se desarrolle tal y como estaba previsto, es decir, dentro de los riesgos técnicos que se habían tomado (fiabilidad, disponibilidad, calidad, tiempo, ciclo, etc.).

## **1.3. DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO TOTAL**

Como consecuencia de esta definición nace un nuevo concepto: el Mantenimiento Total de una línea de producción que podemos definir como el conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización de una línea automática

de producción pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un determinado Plan de Producción en constante evolución.

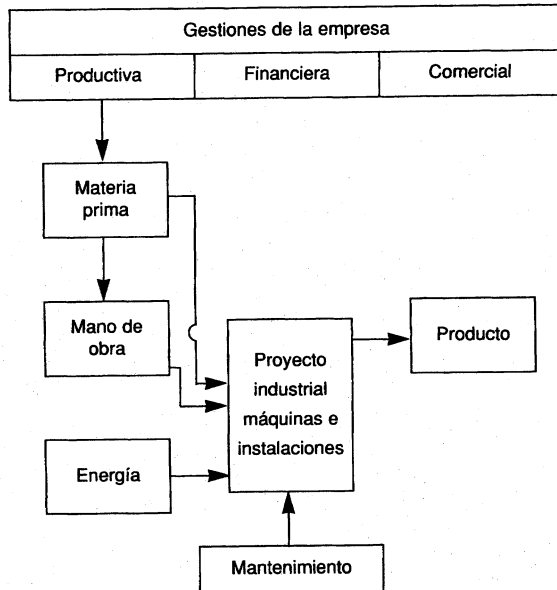


Figura I-1. Consideraciones generales.

La estrategia para que esto se cumpla consistirá en poner en marcha un Plan de Modernización de la Organización del Mantenimiento y de la Fabricación como veremos en próximos capítulos, detallado y homogéneo, que permita en cada instante la evaluación del nivel de funcionamiento existente y garantice mejorarlo hasta niveles óptimos.

Las actividades de mantenimiento deben orientarse, por tanto, a reducir al mínimo posible la indisponibilidad de las instalaciones y a eliminar sus disfuncionamientos que, aunque sean breves, distorsionan la continuidad del proceso productivo y la calidad de los productos. La disponibilidad y la fiabilidad constituyen dos índices básicos para medir la eficacia del mantenimiento; pero para que el mantenimiento pueda calificarse de eficiente es preciso, además, que los costes involucrados sean lo más reducidos posible.

## 1.4. HACIA EL MÍNIMO COSTE

Uno de los factores que más directamente condiciona la rentabilidad de una empresa es la gestión del capital invertido. Como puede verse en cualquier manual de economía de empresa, la rentabilidad es igual a la relación entre el margen de ventas y el capital invertido.

Hasta no hace demasiado tiempo la ecuación de la economía de empresa era:

$$\text{PRECIO DE COSTE} + \text{BENEFICIO DESEABLE} = \text{PRECIO DE VENTA}$$

Sin embargo, hoy la realidad es mucho más compleja y la debemos gestionar así:

$$\text{BENEFICIO OBTENIDO} = \text{PRECIO DE VENTA} - \text{PRECIO DE COSTE}$$

Es el cliente, en definitiva, quien determina el precio de venta por lo que para obtener beneficios no nos queda otra solución que optimizar el «Precio de Coste» como respuesta a una moderna lógica del mercado a la cual nos tenemos que someter y preparar la estrategia de competitividad adecuada.

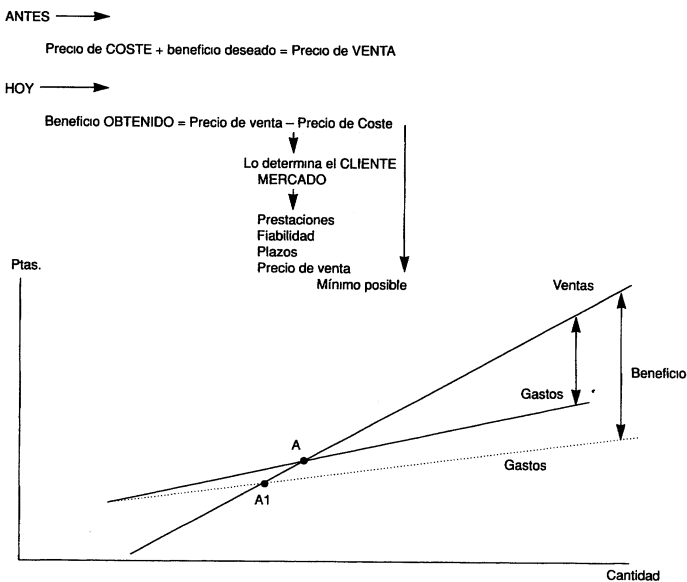


Figura I-2. Hacia el mínimo coste.

Pero la exigencia del cliente no está limitada al campo económico (Precio de Venta), sino también al de la Calidad (figura I-3) a través de:

- prestaciones ofrecidas
- fiabilidad a niveles máximos
- respeto de plazos y precios

Si la calidad no responde a las necesidades y requerimientos del cliente la cifra de negocios y la cuota o inclusión en el mercado bajarán. Pero si respondemos adecuadamente al nivel de calidad y no logramos contener y bajar los costes, los márgenes de beneficios se desmoronarán y el futuro se verá amenazado.

Sin embargo, si logramos ambos objetivos (figura I-3), será necesario aumentar nuestras capacidades o volúmenes de producción pero sin invertir o con inversiones mínimas, a través de:

- La mejora de la disponibilidad de los sistemas de producción por una eficaz gestión global del mantenimiento.

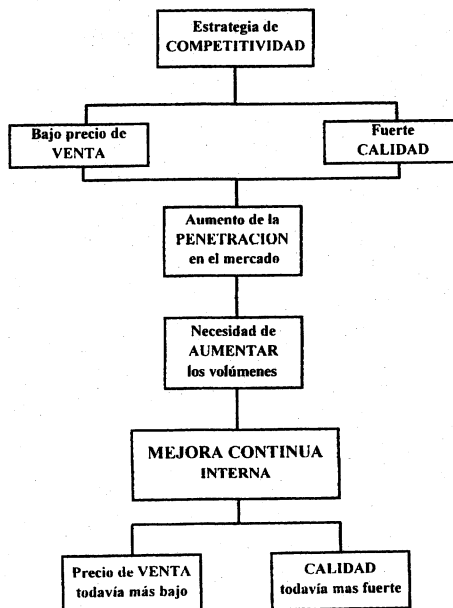


Figura I-3. Estrategia de competitividad.

Es en este entorno competitivo donde la gestión eficaz de la productividad del capital invertido cobra su importancia estratégica. El aprovechamiento eficaz de estos recursos requiere que sean explotados y mantenidos eficazmente, a fin de desempeñar su función productiva con el mayor rendimiento y durante el más largo período de vida útil posible. Es en este contexto donde debe inscribirse el Mantenimiento como función Gerencial.

La rentabilidad del capital invertido en los medios de producción y su disponibilidad son factores que se corresponden biunívocamente hasta el punto que podría afirmarse, en la mayoría de los casos, que la rentabilidad del capital invertido será tanto mayor cuanto mayor sea el índice de disponibilidad de las instalaciones productivas (figura I-4), teniendo este índice un valor máximo a partir del cual no es rentable el esfuerzo por mejorarlo pues comienzan a disminuir los beneficios obtenidos, por lo que es importante conocerlo de antemano. Para ello, calcularemos los valores óptimos de Disponibilidad y Rendimiento Operacional de las instalaciones, utilizando la teoría de las curvas de aprendizaje, como veremos en su apartado correspondiente.

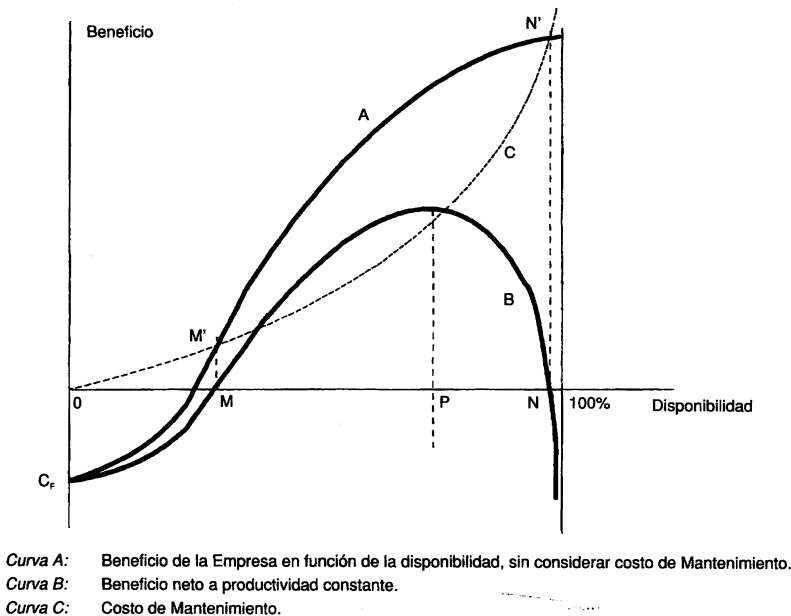


Figura I-4. Relación disponibilidad-beneficio.