

## EL MANTENIMIENTO: HISTORIA Y TENDENCIAS DE FUTURO

*Montse Rodríguez i Parron, Joaquín Juan i Albalade*

### 1. INTRODUCCIÓN

La década de los años ochenta ha sido el escenario de innumerables e importantes transformaciones de todo orden que han modificado, de forma sustancial, el sistema de relaciones de intercambio que hasta entonces había regido el espacio económico mundial. El gran desarrollo de los transportes y de los sistemas de comunicación e informatización junto con la intensificación de las políticas de liberalización de los mercados llevadas a cabo por numerosos gobiernos nacionales, a menudo propiciadas desde instancias internacionales como la OCDE, el GATT, el FMI o la propia Comunidad Europea, han hecho posible la creación de una única área de comercio mundial que ha generado un aumento de los niveles de competitividad en los mercados hasta ahora desconocido.

El incremento de la competencia ha comportado para las empresas y para las organizaciones en general, la exigencia de tener que adaptarse a un nuevo y, cada vez más, cambiante entorno, lo cual se ha traducido, entre otras cosas, en una auténtica puesta a prueba de la capacidad de anticipación y reacción de sus dirigentes.

En realidad de anticipación y reacción de sus dirigentes.

En realidad, situar al cambio del entorno como origen de la encrucijada actual es ofrecer una explicación que, no por ser cierta, aporta poca novedad informativa ya que el entorno se encuentra, por definición, en mutación constante. No existe ningún sistema social que no posea una determinada dinámica de cambio, por pequeña que ésta sea. Lo que sucede en el momento actual no es, por tanto, que el entorno se modifique con el curso del tiempo, sino que lo haga con la

intensidad, complejidad y velocidad con que lo viene haciendo. Sólo de este modo, es posible comprender la dimensión que han adquirido tales cambios para el devenir de las empresas.

Así, para poder dar respuesta a la nueva coyuntura, las empresas se han visto obligadas a contraatacar mediante la adopción de renovadas políticas y estrategias: de gestión económico-financiera, de planificación de los recursos humanos, de acomodación organizativa y tecnológica a los nuevos retos del mercado, etc.; la aplicación de las cuales, ha conllevado la necesaria puesta en práctica de un conjunto de acciones: de formación y cualificación de los recursos humanos, de diversificación y calidad de los productos, de marketing y mercadotecnia comercial, de investigación y desarrollo de nuevos productos y mercados, de innovación tecnológica y optimización de las instalaciones y equipos existentes, etc., todo ello, con el objetivo fundamental de mantener y, si es factible, mejorar el posicionamiento de la empresa en el mercado.

Por otra parte, la industria, aunque no sólo ella, ha sido sin duda el área de actividad que mayores consecuencias ha sufrido por el impacto de las modificaciones del entorno. A nadie se le escapa la especial incidencia que, sobre la producción industrial y, de forma singular, sobre el empleo, han tenido los periodos de crisis de los primeros años ochenta o de los actuales noventa. Quizás por esta razón, también ha sido en la industria donde se han experimentado los cambios e innovaciones más profundos para tratar de paliar, en la medida de lo posible, la mayor agresividad de los efectos derivados de la volatilidad e incertidumbre del mercado.

En este sentido, los procesos de racionalización externa (con el entorno) y, de forma particular, los que se están siguiendo en el interior de las empresas industriales, muestran ciertas tendencias que apuntan hacia una nueva recomposición de la estructura funcional de éstas en lo que se refiere a la organización y división del trabajo y a la extensión y determinación de la esfera tecnológica.

Como algunos autores afirman, tras un espacio de tiempo en el que el área productiva había cedido su importancia a la comercial, existe un retorno a revalorizar el papel de la función de producción porque vuelve a recuperar una posición clave en la responsabilidad final de los costes unitarios, en la calidad del producto y en la organización flexible y ajustada a una demanda cada vez más diversificada y exigente, todos ellos requisitos necesarios para poder competir en el mercado actual. Este hecho, no obstante, no significa que la comercialización pierda peso específico en el conjunto del establecimiento, sino que, en todo caso, es el equipo técnico y humano del área de producción el que recobra una posición nuevamente estratégica para el futuro de la empresa.

Por otra parte, el espectacular avance que ha registrado la innovación tecnológica en un espacio de tiempo relativamente corto, ha permitido que las empresas pudieran afrontar los retos de ese nuevo contexto disponiendo en el mercado de

un instrumental técnico muy sofisticado. En este sentido, la experiencia demuestra que para que exista una implantación correcta de tales innovaciones es aconsejable el establecimiento de mecanismos de gestión anticipativa de la mano de obra para estar en condiciones de obtener los niveles de cualificación necesarios que permitan alcanzar el grado óptimo de funcionalidad de los nuevos equipos en el momento de su puesta en marcha operativa. Sin embargo, esto no siempre se ha tenido presente y ha comportado para muchas empresas numerosas disfunciones tanto en su uso como en su mantenimiento.

Lo cierto es que, a pesar del desfase entre las competencias exigidas por las nuevas máquinas y las competencias detentadas por sus utilizadores, el ritmo en la introducción sustancialmente la relación factorial capital/trabajo de la industria, tradicionalmente intensiva en favor de este último.

Afirma que el proceso productivo ha devenido clave en ola coyuntura económica de nuestros días es, lógicamente, avalar la tesis que defiende para un futuro inmediato, sino para hoy mismo, la vital importancia del mantenimiento para lograr que dicho proceso productivo logre su máxima operatividad y eficiencia.

## 2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO

Es más que posible pensar que desde la aparición de las primeras fábricas existe una preocupación por evitar fallos y desperfectos en los equipos y las instalaciones. Desde sus inicios, la presencia del mantenimiento en las empresas ha venido cobrando una especial importancia, fundamentalmente, por dos razones: por un lado, para minimizar los sobrecostes que implica la aparición y consiguiente reparación de la avería y, por otro, para poder dar respuesta eficaz a las exigencias que ha planteado el continuo incremento de la sofisticación y del valor de tales equipos e instalaciones.

En un principio, la simplicidad de las máquinas permitía que el propio operario de producción pudiera reparar los fallos y disfunciones que se presentaban basándose en la experiencia acumulada. La operación se limitaba a proceder, de forma correctiva, ante la manifestación efectiva de la avería. Este tipo de mantenimiento, conocido usualmente como correctivo o curativo, si bien constituyó la práctica más extendida durante las primeras décadas de la industrialización, desde los años veinte ha venido experimentando un proceso de regresión en cuanto a su exclusividad en su uso se refiere. En la actualidad, el mantenimiento correctivo se encuentra en combinación con otras formas de mantenimiento sin que existan claras perspectivas de su extinción.

A primeros de siglo irrumpió una nueva concepción que cambió radicalmente la visión que hasta entonces había existido del mantenimiento: surgió la necesidad de anticiparse a la consumación de la avería. La poca fiabilidad del mantenimiento correctivo, la existencia de excesivos tiempos muertos durante la reparación, la ausencia de estudios sistemáticos sobre las averías, etc., fueron algunos de los

principales motivos que indujeron a buscar un nuevo sistema que intentara adelantarse a la producción del fallo: nació el denominado mantenimiento preventivo sistemático.

Tal como se ha avanzado en el párrafo anterior, la idea del mantenimiento preventivo aparece por primera vez durante los años iniciales del siglo XX en Estados Unidos, tras descubrirse los efectos de "fatiga" en el uso continuado de los materiales. Concretamente, los primeros estudios nacieron a partir del examen de las causas que provocaban la rotura de los ejes del ferrocarril en marcha.

Las características básicas de este tipo de mantenimiento se centran en la incorporación de series estadísticas elaboradas a partir del registro histórico de las averías del objeto analizado y del cálculo previo de la resistencia de los materiales y piezas que lo componen, con el objetivo de evaluar su tiempo aproximado de vida. Todo lo cual, ha de facultar al operador para substituir los elementos antes de que se suceda la disfunción mediante la aplicación de simples cálculos de probabilidad por la banda baja.

La puesta en marcha del mantenimiento preventivo sistemático comportó, sin embargo, la presencia de ciertas contrapartidas ausentes en el mantenimiento hasta entonces practicado. Así, el nuevo enfoque se tradujo, normalmente, en una elevación de los costes de la función mantenedora de las empresas porque su implementación requería de un equipo humano más preparado y, a menudo, más numeroso que el exigido por el mantenimiento correctivo.

Por otra parte, la sistematicidad de la intervención inherente a este tipo de mantenimiento conducía, en muchas ocasiones, a substituir elementos o componentes que aún poseían vida útil, simplemente porque los cálculos elaborados establecían un tiempo de vida estandarizado para un mismo conjunto tipológico de elementos, lo cual constituía una nueva fuente de costes para la empresa.

A partir de los años sesenta tiene lugar un nuevo tipo de mantenimiento, que si bien presenta rasgos comunes con el anterior, introduce nuevos elementos en el análisis de la avería. Al estudio estadístico se añade ahora el examen del valor que alcanzan determinados parámetros de nivel de máquina (presión, consumo, ruido, temperatura, vibración, etc.), cuyo conocimiento va a servir de base para considerar la idoneidad o no de una intervención del mantenedor.

El mantenimiento preventivo condicional o predictivo, se sustenta pues, no tanto en el cambio o sustitución sistemática propia del procedimiento anterior, sino como algunos autores definen, en la "auscultación" o revisión del estado del conjunto del sistema, es decir, en una organización más científica del mantenimiento que busca el análisis del funcionamiento general del sistema en tiempo real. El mantenimiento de los aviones o del ferrocarril, por ejemplo, no concede espacios de tiempo programados para su revisión sino que obliga a una

inspección total cada vez que se efectúa un desplazamiento, al margen de si hay o no que cambiar determinadas piezas.

Durante estos mismos años, la aparición del mantenimiento predictivo se sucede paralela a un importante avance tecnológico que se experimenta en el seno de la industria de bienes de equipo y su expansión no se entiende sin la existencia simultánea de ese progreso técnico. Así, la innovación tecnológica hace posible el aumento de la fiabilidad en el diseño de los equipos y sistemas mediante la incorporación de sofisticados mecanismos de control automáticos, fundamentalmente de base informática y microelectrónica, que posibilitarán la extensión de la monitorización y del autodiagnóstico a una parte importante del parque de maquinaria existente. Esto facilitará la adopción de nuevas formas de previsión más ajustada a la realidad y "menos a ciegas" como en el caso del tipo de mantenimiento anterior.

Por lo demás y para finalizar este apartado, durante los años más recientes, la profundización en el estudio de nuevas estrategias de mantenimiento ha deparado nuevas técnicas que, sin obviar la trascendencia de las anteriores, amplían y desarrollan tanto las técnicas de intervención ya alcanzadas, como el ámbito de acción tradicional (la máquina de fábrica) que ha tenido el mantenimiento hasta esos momentos.

Así, han aparecido nuevas metodologías como la "proactiva", la "mejorativa" o el TPM (Total Preventive Maintenance) que, de una forma u otra, aportan novedosos enfoques que, en síntesis, sitúan el mantenimiento en la base de los procesos de calidad total o establecen en los equipos de mantenedores un sistema de sugerencias que permita la mejora permanente de la actuación de éstos. De todas ellas, vale la pena hacer, aunque sea brevemente, una alusión a algunos aspectos del sistema TPM porque, no sólo puede integrar las aportaciones proactiva y mejorativa, sino que su concepción pretende llegar a una estadio superior en la evolución del mantenimiento.

La aplicación del TPM prevé una extensión del mantenimiento a todos los medios productivos con que cuenta la empresa: desde la máquina más compleja al utensilio y herramienta más insignificante que pueda haber. Por otra parte, implica a todos los recursos humanos de la empresa incluyendo al personal de oficinas, comerciales, etc.

La noción básica del TPM se sustenta en una doble dirección: en primer lugar, todos los miembros de una organización han de poseer "conciencia" de la importancia del mantenimiento en su labor cotidiana de trabajo; en segundo lugar, debe presidir la idea de optimización y aprovechamiento de la máquina por encima de la sustitución.

Detrás de este último concepto se esconde una visión que preconiza para el mantenedor y para el resto de empleados la necesidad de detentar una elevada cualificación que permita la puesta en práctica de una óptica como la de la

optimización. La mera sustitución de componentes o módulos que marca la tendencia actual comporta una rotura de los procesos de cualificación de los equipos de mantenimiento y sólo se reserva la reparación para aquellos aparatos donde no es posible aún la estructura modular o, en todo caso, el coste de la sustitución supera el de su optimización.

Finalmente, el TPM propugna la necesidad de adquirir los nuevos equipos a los suministradores siempre de acuerdo con el nivel de cualificación de sus potenciales usuarios intentando que el grado de complejidad de aquéllos no comprometa su máxima explotación y funcionalidad.

### 3. TENDENCIAS PARA EL FUTURO DEL MANTENIMIENTO

Dada la evolución histórica que ha seguido el proceso de racionalización del mantenimiento y visto el estado en que éste se encuentra en la actualidad, vamos a pasar seguidamente a enumerar algunas de las tendencias más significativas en las que, probablemente, se va a ver involucrada la función de mantenimiento:

1) A pesar de que en la actualidad sigue existiendo aún el perfil de mantenedor "puro" en algunos sectores puntuales de la industria, la situación más generalizada es la de un progresivo solapamiento de los diversos tipos de especialidad existentes, aunque eso no excluye que sigan habiendo dificultades de integración entre campos tecnológicos como, por ejemplo, el eléctrico y el mecánico, especialmente por lo que se refiere al dominio de las tareas eléctricas por parte de este último.

Por otra parte, la tendencia a la polivalencia de algunos de los perfiles de mantenimiento, constatada ya en numerosas investigaciones en pequeñas y medianas empresas, se verá favorecida en el futuro por la integración progresiva de las diversas tecnologías que viene promoviendo el proceso de reorganización del trabajo (trabajo en equipo, ampliación horizontal y vertical de tareas, etc.) que se vienen llevando a cabo en un número elevado de empresas.

Así, parece clara la tendencia a la polivalencia en el mantenimiento de áreas como la calderería, la tubería y la soldadura, aunque en esta última existen ciertas dificultades por la especial complejidad de algunas de las técnicas utilizadas; funciones éstas que serán asumidas paulatinamente por el propio mecánico de mantenimiento.

Por otro lado, todo parece indicar que, salvo para instalaciones y equipos muy específicos y, siempre en función del ritmo de modernización del parque de maquinaria, existe una gradual convergencia hacia la extensión de un perfil de mantenimiento electromecánico que sintetizaría las capacidades y saberes más vigentes de los perfiles actuales eléctrico y mecánico, con dominio del funcionamiento general de los sistemas y tecnologías industriales de base no electrónica.

En un estadio tecnológico más avanzado, más a largo plazo y conforme la automatización e informatización del instrumental y de los equipos se vaya generalizando, es previsible que ese perfil sufra nuevos procesos de mutación para ir adaptándose a los nuevos requerimientos exigidos por la innovación tecnológica.

Así pues, muchos de los indicios de que se disponen en la actualidad apuntan a que sea el electrónico de mantenimiento- ya existente en algunas de las empresas actuales más punteras desde el punto de vista tecnológico- el perfil que irá configurándose como el mantenedor de futuro.

2) Asunción paulatina por parte de los operarios de fabricación de las tareas del "primer" mantenimiento (detección del problema y pre-diagnóstico u orientación sobre las características del problema), conexpectativas crecientes en algunos casos de asumir tareas de mantenimiento de segundo orden.

En este mismo sentido, dado el carácter estratégico en que ha devenido el mantenimiento para la empresa actual, es previsible que se vaya generalizando un cambio en la dependencia jerárquica tradicional del servicio de mantenimiento hacia una de mayor integración y dependencia del área de producción.

3) Conservación de un reducido grupo "nuclear" bastante cualificado y polivalente en la planta para una primera actuación urgente ante averías imprevistas no resueltas por los operarios y con la responsabilidad de realizar la mayor parte de las tareas de mantenimiento preventivo, tanto sistemático como condicional.

4) Perspectivas de subcontratación de las tareas que requieran de un nivel de complejidad elevado a empresas especializadas o bien a los propios proveedores de las máquinas. Así mismo, se estima que el proceso de externalización del mantenimiento de instalaciones generales siga ampliándose en la dirección ya iniciada desde hace unos años.

En este aspecto debe señalarse que, a diferencia de otros países de nuestro entorno, el déficit de cualificación existente en los recursos humanos de las empresas españolas y, en particular, en los equipos de mantenimiento, no sólo ha frenado a menudo el ritmo de introducción de la innovación tecnológica sino que ha repercutido en los suministradores de los equipos, obligándoles a asumir buena parte de la realización del mantenimiento y de su correspondiente coste, como condición necesaria para realizar la venta de las nuevas máquinas.

5) Disminución cuantitativa de efectivos de mantenimiento, especialmente los menos cualificados (clara tendencia a la reducción del nivel 1 de cualificación europea), en el seno de la industria (aunque una parte de éstos podría trasladarse a empresas de servicios especializadas, bien externalizadas, bien de nueva creación), no obstante, con saldo ocupacional global negativo.

El peso que ejerce el conocido lema que afirma que, mientras la gente de operación trabaja cuando la máquina funciona y deja de trabajar cuando la máquina no funciona y, en cambio la gente mantenimiento sólo trabaja cuando la máquina no funciona, cuando converge con el objetivo primordial de las empresas de poner todos los medios para minimizar los costes laborales y evitar los que se derivan de la producción de las averías, parece confirmar con claridad la dirección que tomarán los cambios en la ocupación. Además, las tendencias que se detectan últimamente reafirman la idea de que no está claro que en un futuro sea necesario más personal, puesto que, ya en la actualidad, existe una propensión a realizar los mismo servicios con mayor calidad y con menos personas, o bien un número mayor de servicios de mayor calidad con los mismos recursos de antes.

6) Conforme el proceso de automatización e informatización productiva se vaya generalizando, se irá reduciendo la intervención manual y se incrementarán los mecanismos automáticos (sensores electrónicos, etc.) capaces de auto-diagnosticar buena parte de los fallos y averías que se producen, normalmente los de menor complejidad, llegando en algunos casos, a la auto-corrección.

7) Las tendencias sobre la reparación confluyen, hacia un descenso de su peso dentro de la función de mantenimiento. La disminución relativa de los costes de la reposición de numerosos componentes y piezas, la conciencia de que la reparación no restituye los años ya consumidos de la vida del objeto a reparar, la incertidumbre sobre la calidad de la reparación, la elevación de los costes de la reparación, la mayor simplificación numérica y, a menudo, técnica de las máquinas, con piezas, cables y componentes localizados en bloques compactos y modulares fácilmente sustituibles, etc.; son, entre otros, elementos que juegan a favor de ir abandonando la reparación como estrategia para restablecer el funcionamiento de los equipos, aunque eso no significa que vaya a desaparecer como tal, especialmente cuando afecte a instalaciones cuya complejidad y valor dificultan su fácil sustituibilidad.

En este sentido, las tendencias que se constatan en el mantenimiento de un importante conjunto de medios productivos de base electrónica e informática, constituyen el paradigma de la decadencia de la reparación como sistema de restitución, dada la aplicación pura y simple de la sustitución de las piezas estropeadas por otras de nuevas.

Por todo ello, el proceso previsible es que desciendan los requisitos competenciales del mantenedor ligados a la reparación (rectificación, ajustes, reconstrucción, etc.) y, por el contrario, aumenten las necesidades de disponer de capacidades relacionadas y de abstracción que faciliten la velocidad de reacción en la detección, diagnóstico, sustitución (ésta como nueva forma de reparación) y nueva puesta en marcha de la máquina.

8) En general, las tendencias en el uso de los diversos tipos de mantenimiento apuntan hacia una clara disminución del mantenimiento correctivo por un evidente aumento del preventivo. No obstante, siempre existirá mantenimiento correctivo

por la simple razón de que siempre habrá consumación de averías a pesar de que todos los objetivos se dirigen a minimizarlas. Paralelamente, el mantenimiento preventivo sistemático tenderá a ir desapareciendo, en cuanto a la substitución planificada de las piezas se refiere, mientras que se mantendrá la programación de las revisiones periódicas. Por el contrario, todo indica que, a medida que los instrumentos de "auscultación" vayan sofisticándose, e mantenimiento predictivo irá imponiéndose como forma principal de esta tipología de mantenimiento.

9) Otro de los cambios que se están generando en el mundo del mantenimiento y que previsiblemente se irá consolidando en el futuro implica a la concepción misma de las funciones directivas del mantenimiento. Así, la lógica de los cambios apunta a que los máximos responsables de los equipos de mantenimiento vayan adquiriendo un mayor nivel en sus competencias de índole técnico y de gestión. El paso de un tipo de organización rígida a una de más flexible comporta el abandono paulatino de tareas de control y la asunción de nuevas funciones de mayor responsabilidad tales como su intervención en las fases de definición y diseño de los productos, procesos y medios de producción así como su participación en la definición posterior gestión de toda la actividad productiva de la empresa.

En relación al resto de niveles de cualificación de los equipos de mantenimiento, dado el proceso de recomposición al que se ésta sometiendo dicha función, se prevé que, conforme se vayan incorporando las tareas del primer mantenimiento en la actividad propia de los operarios de producción, los niveles europeos de cualificación resultantes se reduzcan a tres: el nivel directivo 4 de máxima responsabilidad con las modificaciones ya citadas en el apartado anterior y los niveles 2 y 3 con expectativas crecientes de una progresiva integración en un nivel único de técnico mantenedor, a cuya cualificación técnica se ampliaría competencias de índole relacional (conducción de grupos, trato con el cliente en fase de diseño, etc.), de dimensión económica (control de presupuestos y gastos, gestión de inversiones, etc.) y de gestión técnico-analítica (actualización del historial de averías y de intervenciones, análisis de los tiempos productivos e improductivos de cada máquina, etc.).

10) Por último, en concordancia con las últimas tendencias que se propugnan para el mantenimiento, más recientes, es posible esperar una creciente extensión de la idea del mantenimiento en el proyecto. Esta idea se fundamenta en la potenciación de dos conceptos básicos; fiabilidad y mantenibilidad.

la fiabilidad significa que los bienes de equipo han de funcionar correctamente durante amplios períodos de tiempo prefijados. Esto implica, por un lado, una exigencia de elevados niveles de calidad para el suministrador, mientras que, por otro, ofrece la posibilidad de una mayor aproximación comunicativa entre proveedor y cliente y entre los mismos responsables de los departamentos de producción, calidad y mantenimiento.

Por su parte, la tendencia hacia las estructuras en grupo o modulares de los bienes de equipo han de favorecer, conforme se vayan generalizando, tanto su construcción como su mantenibilidad, de manera que, en caso de anomalías, sea fácil la comprensión de los sistemas que incluyen para poder ser rápidamente diagnosticadas y fácilmente subsanadas cada una de las funciones específicas que aquéllos contengan.

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

CORRALES, Antonio. «Reflexión sobre el mantenimiento en las industrias modernas». *Mantenimiento*. (Octubre 1993).

D'IRIBARNE, Alain. «Nuevas formaciones y cualificaciones en las fábricas nuevas». *Formación Profesional* [CEDEFOP, Berlín] núm.1 (1987).

ESCUADERO, Gabino. *Nuevas tecnologías y tareas de mantenimiento industrial*. En : José A. GARMENDIA *Sociología industrial y de la empresa*. Madrid: Ed. Aguilar, 1987.

GARCÍA Manuel; BDRAO, Luís. «La relación entre calidad total y mantenimiento predictivo». *Mantenimiento*. (Marzo 1993).

KERN, Horst; SCHUMANN, Michael. *El fin de la división del trabajo*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1988.

PEREDA, José Luís. «Aplicación práctica del TPM». *Mantenimiento*. (Enero-Febrero, 1993).

REY, Francisco. «La aportación del TPM al mantenimiento». *Mantenimiento* (Julio-Agosto), 1993.

RIBA, Carlos; VERDAGUER, Salvador. «Cambio tecnológico y recursos humanos en el mantenimiento». *Mantenimiento*. (Octubre, 1993).

VERGÉS Xavier; MARTÍNEZ Josep Lluís. *Estrategia y sistemas de producción de las empresas japonesas*. Barcelona: EADA Gestión, 1993, p.109-114.